

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO PARA
REDUCIR EL CONSUMO DE AGUA EN LA EMPRESA AGROINDUSTRIAS
SAN JACINTO S.A.A.”**

Tesis para optar el título de **Ingeniero Mecánico**, que presenta el bachiller:

Eder Carlos Orbegoso Laureano

ASESOR: Ms. Luis Calderón Rodríguez

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

CONFORMIDAD DEL ASESOR

El presente Informe de Tesis titulado:

“IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO PARA REDUCIR EL CONSUMO DE AGUA EN LA EMPRESA AGROINDUSTRIAS SAN JACINTO S.A.A.” elaborado por el bachiller.

EDER CARLOS ORBEGOSO LAUREANO

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico. Ha cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa.

En señal de conformidad, firmo el presente trabajo en calidad de asesor.

Ms. LUIS CARLOS CALDERON RODRÍGUEZ
ASESOR



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA

HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR

El presente informe de Tesis titulado **“IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO PARA REDUCIR EL CONSUMO DE AGUA EN LA EMPRESA AGROINDUSTRIAS SAN JACINTO S.A.A”**, elaborado por el bachiller **ORBEGOSO LAUREANO EDER CARLOS** para optar el Título Profesional de Ingeniería Mecánica.

Fue revisado y Aprobado por el siguiente Jurado Evaluador

Dr. SERAPIO AGAPITO QUILLOS RUIZ
PRESIDENTE

Ing. RUSBER ALBERTO RISCO OJEDA
SECRETARIO

Mg. LUIS CARLOS CALDERON RODRIGUEZ
INTEGRANTE

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

Siendo las 16:00 horas del 15 de noviembre del año dos mil veintiuno, el Jurado Evaluador integrado por los docentes: **Dr. Serapio Agapito Quillos Ruiz (Presidente)**, **Ms. Rusber Alberto Risco Ojeda (Secretario)**, **Ms. Luis Carlos Calderón Rodríguez (Integrante)**, en cumplimiento a la Resolución N° 302-2021-UNS-CFI, mediante la plataforma virtual ZOOM, en concordancia con la Directiva N° 003-2020-UNSVRAC, aprobada con Resolución N° 306-2020-CU-R-UNS de fecha 12.06.2020, se da inicio a la sustentación de la Tesis titulada: **“IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO PARA REDUCIR EL CONSUMO DE AGUA EN LA EMPRESA AGROINDUSTRIAS SAN JACINTO S.A.A.”**, presentado por el Bachiller: **ORBEGOSO LAUREANO EDER CARLOS**, con código N° **0201116018**, quien fue asesorado por el Ms. Luis Carlos Calderón Rodríguez según T/R.D N° 130-2020-UNS-FI, de fecha 04.08.2020.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran aprobar:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
ORBEGOSO LAUREANO EDER CARLOS	17 (Diecisiete)	MUY BUENO

Siendo las 16:45 horas del mismo día, se dio por terminado el Acto de Sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 15 de Noviembre del 2021.



Dr. Serapio Agapito Quillos Ruiz
Presidente



Ms. Rusber Alberto Risco Ojeda
Secretario



Ms. Luis Carlos Calderón Rodríguez
Integrante

DEDICATORIA

A mis padres, Carlos Orbegoso A. y Flor Laureano R., a mi hermana Anna, por su amor y consejos durante toda mi vida y formación académica, por haberme dado todos los principios y valores, los cuales me formaron como persona y me ayudan a seguir creciendo.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por guiar siempre mi camino y me ha permitido llegar hasta este punto.

A mis padres y hermana, por apoyarme y acompañarme en este largo camino, por los consejos y la paciencia que cada día mostraron, por todo el cariño y amor brindado.

Al Ing. Luis Caderón, mi asesor, por su guía constante y sugerir las mejoras para el desarrollo de la tesis.

Al Ing. Pablo Castillo, jefe del área de ingeniería y proyectos de la empresa Agroindustrias San Jacinto, por su asesoría técnica, amistad y apoyo para el desarrollo de este proyecto. Así agradecer también al personal del ingenio a quienes despejaron dudas y respondieron a mis inquietudes.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE SIMBOLOS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
I.INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. ANTECEDENTES	4
1.1.1. Primera investigación.....	4
1.1.2. Segunda investigación.....	4
1.1.3. Tercera investigación	4
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.3. OBJETIVOS	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos.....	5
1.4. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	6
1.5. JUSTIFICACIÓN	6
1.5.1. Técnica	6
1.5.2. Económica.....	6
1.5.3. Ambiental.....	7
1.6. LIMITACIONES DEL TRABAJO	7
2.MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. CAÑA DE AZÚCAR	9

2.2.	COSECHA, RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE CAÑA	9
2.2.1.	Cosecha	9
2.2.2.	Mesas de alimentación	10
2.2.3.	Limpieza de caña.....	11
2.2.4.	Preparación de caña.....	12
2.3.	TRANSPORTADORES DE BANDA.....	13
2.3.1.	Angulo de reposo de materiales	14
2.4.	DISEÑO DE MIEMBROS ESTRUCTURALES	15
2.4.1.	Diseño por resistencia usando Diseño en base a factores de carga y resistencia (LRFD).....	15
2.4.2.	Diseño por resistencia usando Diseño en base a resistencias admisibles (ASD) 17	
2.4.3.	Diseño de vigas por momentos	18
2.5.	DISEÑO EN INGENIERÍA	19
2.5.1.	Proceso de diseño	19
2.5.2.	Modelo de proceso de diseño VDI 2221	20
2.5.3.	Consideraciones para el diseño	20
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1.	DISPOSICIÓN ACTUAL DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN	23
3.1.1.	Procesos de recepción y limpieza de caña	24
3.1.2.	Medición de flujo de agua.....	25
3.2.	PLANIFICACIÓN DE LA MODIFICACIÓN DE MESA N°1	27
3.2.1.	Propósito del proyecto.....	27
3.2.2.	Exigencias funcionales	28
3.3.	DESARROLLO DEL CONCEPTO PARA MODIFICACIÓN	29
3.3.1.	Caja negra.....	29
3.3.2.	Propuestas para solución	30
3.4.	EVALUACIÓN DE PROPUESTAS	33

3.5.	DISEÑO DEL PROYECTO	34
3.5.1.	Análisis de Mesa de Caña N°1 actual	35
3.5.2.	Modificaciones de Mesa de Caña N°1	44
3.5.3.	Conductor de Banda	96
3.5.4.	Tolva de almacenamiento.....	96
3.5.5.	Elaboración de planos del proyecto	97
3.5.6.	Resumen de presupuesto del proyecto	98
3.5.7.	Evaluación de viabilidad financiera de proyecto	99
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	102
4.1.	RESULTADOS.....	102
4.2.	DISCUCION.....	106
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	108
5.1.	CONCLUSIONES	108
5.2.	RECOMENDACIONES	110
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
7.	ANEXOS.....	113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Alguno de reposos de materiales	14
Tabla 2. Consumo de agua en el mes de noviembre 2020.....	26
Tabla 3. Principales propositos del proyecto	27
Tabla 4. Lista de exigencias funcionales	28
Tabla 5. Evaluación técnica de las propuestas solución	33
Tabla 6. Evaluación económica de las propuestas de solución	33
Tabla 7. Característica de Mesa de caña N°1 actual.....	36
Tabla 8. Características mecánicas del Acero SAE/AISI 1045 Laminado en caliente.....	45
Tabla 9. Leyenda de fuerzas de diagramas de Figuras 19,20 y 21.	47
Tabla 10. Momentos flectores resultantes de eje.	58
Tabla 11. Factor de concentración de esfuerzos Kt	62
Tabla 12. Diámetros estimados en eje de mando.....	67
Tabla 13. Características mecánicas del acero AISI 1020 recocido.	68
Tabla 14. Características de reductor Paramax PHD9115 P4-LR-400.....	74
Tabla 15. Características de motor seleccionadoW22-IE3 - 60Hz.....	76
Tabla 16. Características de Acople Falk T10-1070T.	78
Tabla 17. Características del acople Falk tipo G20 1070G	80
Tabla 18. Cargas y combinaciones asignadas.....	85
Tabla 19. Datos de conductor de Banda	96
Tabla 20. Lista de planos para el desarrollo de proyecto.....	97
Tabla 21. Presupuesto de proyecto	98
Tabla 22. Ingresos por ahorro con la Implementación de Sistema de limpieza en Seco	100
Tabla 23. Indicadores de inversión	101
Tabla 24. Equipos nuevos para la implementación de sistema de limpieza en seco	102
Tabla 25. Metrado de pesos de estructuras para modificación de Mesa de caña N°1	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Grúa hilo.....	10
Figura 2. Mesa alimentadora de caña con lavado de caña tradicional.....	11
Figura 3. Principales equipos de preparación de caña Fuente: Agroindustrias San Jacinto S.A.A.....	12
Figura 4 Cinta transportadora de 48 pulg. de ancho y 175 pies de largo.....	13
Figura 5. Diagrama simple del proceso de diseño	20
Figura 6. Modelo del proceso de diseño de la guía VDI 2221	22
Figura 7. Mesa de recepción de caña N°1 y Grúa hilo	23
Figura 8. Proceso de recepción y lavado de caña	25
Figura 9. Flujómetro de PLC	25
Figura 10. Caja negra.....	30
Figura 11. Propuesta de solución 1	31
Figura 12. Propuesta de solución 2	31
Figura 13. Propuesta de solución 3	32
Figura 14. Diagrama de evaluación de propuestas	34
Figura 15. Esquema de tensión de la cadena de arrastre.....	35
Figura 16. Esquema de fuerzas ejercida por la caña.	37
Figura 17. Esquema de fuerzas ejercida por la cadena de arrastre.	39
Figura 18. Esquema de fuerzas ejercida por los peines de arrastre.	41
Figura 19. Lado izquierdo de Mesa de caña N°1 y eje de mando.	45
Figura 20. Isométrico de diagrama de cuerpo libre de eje de mando.	46
Figura 21. Diagrama de cuerpo libre de eje de mando, Plano YZ.....	47
Figura 22. Diagrama de cuerpo libre de eje de mando, Plano XZ.....	47
Figura 23. Diagrama de cuerpo libre con cargas de eje de mando en el plano XY	49
Figura 24. Diagramas de esfuerzo cortante V y Momento flector M de tramo AB en el plano YZ.	50

Figura 25. Diagramas de esfuerzo cortante V y momento flector M de tramo BC en el plano YZ.	51
Figura 26. Tramos de eje en el plano YZ despues de aplicar el metodo de los tres momentos.	52
Figura 27. Diagrama de esfuerzo cortante V y momento flector M en el plano YZ.	55
Figura 28. Diagrama de esfuerzo cortante V y momento flector M en el plano XZ.	56
Figura 29. Diagrama de momentos flectores resultantes de eje de mando.	57
Figura 30. Perspectiva y puntos de análisis de eje de mando.	59
Figura 31. Dimensiones de chaveta para sección de eje de 254mm.....	68
Figura 32. Acoplamiento flexible de rejilla Falk.	77
Figura 33. Acople rígido Falk G20.....	79
Figura 34. Sprocket bipartido General Chains.....	80
Figura 35. Eslabones de cadenas de arrastre para mesa alimentadora.....	81
Figura 36. Peines de arrastre para mesa alimentadora.	82
Figura 37. Chumacera bipartida MEC.....	83
Figura 38. Modelo simplificado 3D de estructuras. (a) Mesa de caña. (b) Soportes de conductor de tierra. (c) Estructura soporte de tolva.	84
Figura 39. Modelo simplificado 3D de estructuras. (a) Mesa de caña. (b) Estructura soporte de tolva.....	85
Figura 40. Cargas asignadas a estructura.	86
Figura 41. Representación de viga para casos de análisis LRFD y ASD.	86
Figura 42. Diagramas esfuerzos F_x , F_y y F_z	94
Figura 43. Diagramas de momentos M_x , M_y y M_z	94
Figura 44. Solicitaciones de elementos de estructura.	95
Figura 45. Deformaciones de estructura.	95

LISTA DE SIMBOLOS

Unidad	Descripción
kN	Kilo Newton
kN.m	Kilo Newton por metro
kW	Kilo Watt
HP	Caballo de potencia
kg/Tc	Kilogramo por tonelada de caña
m ³	Metro cubico
m ³ /Tc	Metro cubico por tonelada de caña
m ³ /hr	Metro cubico por hora
MPa	Mega Pascales
rpm	Revoluciones por minuto
Psi	Libras por pulgadas cuadradas
TCD	Toneladas de caña por día
Tc/hr	Toneladas de caña por hora
Ta/Tc	Toneladas de azúcar por toneladas de caña
Tc/año	Toneladas de caña por año

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Manual instruccional de flujómetro TOSHIBA	114
Anexo 2. Transmisión de Mesa de caña N°1	117
Anexo 3. Diagrama de efluentes de fábrica.	118
Anexo 4. Imagen y tabla de características de cadena de arrastre de Mesa de caña N°1	119
Anexo 5. Coeficiente de fricción de algunos materiales.....	120
Anexo 6. Imagen y modelado 3D de peine de arrastre.	121
Anexo 7. Cálculo de Mesa de Caña N°1 modificada.....	122
Anexo 8. Sprocket (Estrella) para cadenas de arrastre.	126
Anexo 9. Catálogo General Chains - Cadena de arrastre.....	127
Anexo 10. Catálogo General Chains - Peine o tablilla de arrastre.....	128
Anexo 11. Modelo 3D de peine de arrastre para estimación de masa.	129
Anexo 12. Catálogo General Chains – Chumaceras Bipartidas.	130
Anexo 13. Factores combinados de choque CÓDIGO ASME.	131
Anexo 14. Factores para ecuación (24).....	132
Anexo 15. Sensibilidad de muesca de aceros sometidos a flexión.	134
Anexo 16. Sensibilidad a la muesca de aceros sometidos a torsión.	135
Anexo 17. Factor de concentración de esfuerzos por flexión K_t	136
Anexo 18. Factor de concentración de esfuerzos por torsión K_{ts}	137
Anexo 19. Dimensiones de chavetas paralelas.	138
Anexo 20. Factor de servicio de reductores Paramax.....	139
Anexo 21. Tamaño y ratio de reductores Paramax disponibles.....	140
Anexo 22. Tamaño de reductor Paramax según ratio y velocidad de salida.	141
Anexo 23. Potencia térmica y factor de corrección de temperatura.	142
Anexo 24. Motores trifásicos WEG W22 IE3 60Hz	143
Anexo 25. Factor de servicio de acoples Falk.	144

Anexo 26. Acoples Falk flexibles T10	145
Anexo 27. Acople rígido Falk tipo G20.....	146
Anexo 28. Propiedades geométricas de perfil W8x35 lb/ft	147
Anexo 29. Propiedades geométricas de perfil W12x26 lb/ft	148
Anexo 30. Tabla 3-23 Cortante, Momentos y deflexiones para viga simple con carga concentrada en el centro.....	149
Anexo 31. Valores aproximados de longitud efectiva K.	150

RESUMEN

Esta investigación aborda la implementación del sistema de limpieza en seco que busca reducir el porcentaje de consumo de agua en el ingenio San Jacinto, ya que se eliminaría el tradicional lavado mediante duchas de agua, contribuyendo así con el cuidado del medio ambiente, reducción de efluentes de fábrica, reducir gastos por la compra del líquido elemento y otros beneficios.

La metodología utilizada es la descrito por la norma VDI (Asociación de ingenieros alemanes) 2221 y 2215 basada en el método científico cuyo procedimiento se detalla en marco teórico. El estudio de inició con el análisis actual de la mesa alimentadora de caña N°1 y la cuantificación del flujo de agua para el lavado de caña, todo esto perteneciente al área de trapiche. Posteriormente se propuso alternativas de solución y haciendo una comparación técnica – económica se eligió la de mejor valoración.

De acuerdo a la investigación se estaría reduciendo el 22,19% del consumo total del agua del ingenio. El diseño y análisis virtual de las estructuras señalan que el elemento más crítico trabaja al 44% de su capacidad. Los elementos principales para la transmisión de potencia importantes seleccionados son dos motores de 30 kW (40 HP), dos reductores Paramax de 46 kW y el eje de mando de material SAE 1045 tiene un factor de seguridad de 2.35 a la fatiga.

Finalmente se realizó el análisis económico del proyecto con un presupuesto de \$ 1,175,908.52, VAN de \$ 3,369,422 y un tiempo de recuperación de la inversión de 1.35 años.

Palabras clave: caña de azúcar, limpieza de caña, ingenio azucarero.

ABSTRACT

This research addresses the implementation of a dry cleaning system that seeks to reduce the percentage of water consumption in the San Jacinto sugar mill, since the traditional washing with water showers would be eliminated, thus contributing to the care of the environment, reduction of factory effluents, reduction of expenses for the purchase of the liquid element and other benefits.

The methodology used is the one described by the VDI (Association of German Engineers) 2221 and 2215 based on the scientific method whose procedure is detailed in the theoretical framework. The study began with the current analysis of the cane feeder table N°1 and the quantification of the water flow for cane washing, all belonging to the sugarcane mill area. Subsequently, alternative solutions were proposed and a technical-economic comparison was made to choose the one with the best valuation.

According to the research, 22.19% of the mill's total water consumption would be reduced. The design and virtual analysis of the structures indicate that the most critical element works at 44% of its capacity. The main elements selected for the important power transmission are two 30 kW (40 HP) motors, two 46 kW Paramax gearboxes and the drive shafts made of SAE 1045 has a safety factor of 2.35 to fatigue.

Finally, the economic analysis of the project was performed with a budget of \$ 1,175,908.52, VNA \$ 3,369,422 and a payback time of 1.35 years.

Keywords: sugar cane, cane cleaning, sugar mill.

I. INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar después de ser cosechada en campo, ya sea a mano o con máquinas cosechadoras, es transportada en camiones generalmente con dos carretas. Con ayuda de la grúa hilo, equipo especialmente diseñado para voltear las carretas de los camiones, se descarga en la mesa de caña dando inicio así a la recepción de la caña en la planta. La mesa de caña posee un sistema de cadenas que arrastran la caña sobre las placas de acero que forma su cubierta, terminando así la recepción de la caña.

El proceso continúa con la etapa de preparación, en donde se lava tradicionalmente la caña con agua mediante duchas o boquillas dispuestas en el elevador de caña, equipo que se encuentra antes del iniciar el proceso de preparación de caña. Si bien es cierto que las industrias cuya materia prima son cultivos no son demasiado agresivas para el medio, también es cierto que se les vincula con el alto consumo de agua y producción de efluentes.

El proyecto tiene como objetivo proporcionar y sustentar otra opción en cuanto al sistema de lavado de caña que se emplea actualmente en la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A. Específicamente la modificaciones y estructuras nuevas se propone ser instaladas en el área de Trapiche, área en la cual se dan los procesos de recepción, lavado (limpieza), preparación y extracción del jugo de los tallos de este recurso vegetal, para el posterior aprovechamiento en el área de Elaboración de la sacarosa presente en el jugo extraído.

El presente incluye el cálculo de transmisión de potencia, análisis estructural, diseño y evaluación económica.

1.1. ANTECEDENTES

A continuación, se describen casos de sucesos anteriores sobre temas que complementan al presente trabajo presentado.

1.1.1. Primera investigación

En el año 2012 el ingeniero químico Peter Rein en su libro “*Ingeniería de la caña de azúcar*” sostiene que casi en su totalidad las plantas de lavado en los ingenios azucareros emplean mesas con 30° a 45° de inclinación donde el agua rocía mientras la caña es transportada por la mesa hacia la parte superior. Brinda datos de consumo de agua para lavado de caña de otros ingenios como los de Luciana y Texas que están en 3 m³ y 7 m³ por tonelada de caña respectivamente. En general menciona que el consumo de agua varía ampliamente entre 0.6 a 10 m³/T_c.

1.1.2. Segunda investigación

En el año 2015 el autor José Márquez Jiménez hizo un estudio titulado “*Propuesta para un sistema recuperador de caña mecanizada en el ingenio Magdalena S.A.*” en su trabajo plantea varios parámetros y describe algunos equipos que componen el sistema de limpieza en seco como un nivelador, pateador de caña y un tren de rodillo para el separado de materia extraña para una mesa con 25° de inclinación. Finalmente recomienda que todos los ingenios opten por cambiar a un sistema de limpieza en seco y de esta manera hacer más eficiente la producción de azúcar sin dañar significativamente el medio ambiente.

1.1.3. Tercera investigación

En diciembre de 2016, Bryon Lopez y Raisa Vegada en su interesante artículo titulado “*Pérdidas de azúcar por lavado de caña en ingenios guatemaltecos*” realizaron un estudio a cuatro ingenios de Guatemala para cuantificar las pérdidas de sacarosa por el

uso del agua para lavar la caña. Señalan que las pérdidas de sacarosa están en un rango de 1,18 y 2.21 kg/Tc y de acuerdo a su análisis económico las perdidas estarían entre \$1,648,161.05 y \$ 775,498.79 anuales justificando la existencia de rentabilidad en la instalación de sistemas de limpieza en seco de caña.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Como parte de la mejora continua y de la política de protección del medio ambiente implantada en la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A. surge el siguiente problema:

¿Cómo se puede reducir el consumo de agua en la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A. y así contribuir positivamente con el medio ambiente?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Implementar el Sistema de Limpieza en seco para reducir el consumo de agua en la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A.

1.3.2 Objetivos específicos

- a. Evaluar el proceso actual del sistema de lavado de caña.
- b. Cuantificar el consumo de agua en el área de Trapiche de la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A.
- c. Modificar mediante un modelo virtual la Mesa recibidora de caña N°1 para la implementación del Sistema de Limpieza en Seco.
- d. Evaluar económicamente la implementación del Sistema de Limpieza en Seco.

1.4. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Con la implementación completa del Sistema de limpieza en seco, se busca eliminar el lavado tradicional con agua en la planta de lavado del área de Trapiche, la cual representa un significativo porcentaje del gasto total del ingenio, entendiéndose como agua consumida al agua que se evacua y no se recupera por lo cual se plantea la siguiente hipótesis:

¿Al cambiar el sistema de limpieza de caña en el área de trapiche me va a permitir reducir el consumo de agua en la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A.?

1.5. JUSTIFICACIÓN

1.5.1. Técnica

Los ingenieros mecánicos estamos ligados a conceptos tales como la mecánica de sólidos, transferencia de calor y masa, procesos de manufactura, electricidad, etc., los cuales son involucradas cuando se habla de diseño en la ingeniería mecánica. El diseño del presente proyecto se trata de solucionar de forma innovadora y eficiente un problema concreto y de esta manera poder llevarlo a la práctica, es decir construirlo o evaluarlo.

1.5.2. Económica

El proyecto plantea la eliminación del agua para la limpieza (lavado) de la caña de azúcar, esto lógicamente beneficiaría a la empresa ya que el agua no es un elemento gratuito para el Ingenio Azucarero y por tratarse de una empresa agrícola está demasiado ligada al uso del agua en general, ya sea para producción y/o transformación de la materia prima, como para los campos de plantaciones.

También se podría hablar otros beneficios económicos, tales como el costo de mantenimiento de equipos posteriores a la limpieza, ya que se reduciría su desgaste por fricción aumentado su vida útil. También es justo mencionar que la calidad de bagazo obtenido después de la extracción de jugo sería mayor, aumentado así el rendimiento de la caldera ya que se estaría utilizando menos bagazo para producir la misma cantidad de vapor. Los puntos antes mencionados serían temas a tratar a profundidad en otras investigaciones o tesis.

1.5.3. Ambiental

Con el desarrollo del proyecto expuesto en la presente tesis se pretende reducir el consumo de agua, beneficiando directamente al medio ambiente por la disminución de efluentes de fábrica. Esto es a lo que llamamos desarrollo sostenible ya que se trata de aumentar la producción o la eficiencia de la planta sin perjudicar el ecosistema que nos rodea y del cual obtenemos nuestra materia prima.

1.6. LIMITACIONES DEL TRABAJO

- El periodo de tiempo de recolección de datos de consumo de agua solo en el área de trapiche comprendió completamente el mes de noviembre del 2020, ya que no se tenía previamente tabulados.
- El proyecto no se materializará aun, ya que se encuentra en estudio y aprobación de la posible inversión, por tal motivo se modelará virtualmente en softwares especializados.

- Los datos como el flujo de caña y consumo de agua de agua se hicieron tediosos en obtener por la ocupación de los jefes o personal de áreas.
- La toma de datos, medidas y verificación de la estructura actual de los equipos de estudio se hicieron solo en periodos de no molienda o en paradas cortas de algunas horas, ya que trabajar con el sistema en funcionamiento significa un riesgo de accidente.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. CAÑA DE AZÚCAR

La caña de azúcar es una planta herbácea de gran tamaño que se cultiva en países tropicales y subtropicales. En el proceso de producción de la caña se desarrollan y ensayan continuamente nuevas variedades en búsqueda de nuevas y mejores plantas. Este procedimiento se ha constituido en un factor fundamental para el mejoramiento de la productividad en la industria de la caña de azúcar.

La producción de caña de azúcar varía significativamente de un área a otra, dependiendo de la variedad, utilizando factores climáticos, disponibilidad del agua, prácticas de cultivo y la duración del periodo de crecimiento.

Generalmente la caña de cosecha durante el invierno y la duración de la temporada de molienda o zafra es determinada por las condiciones meteorológicas, principalmente la lluvia. En algunos países como Perú, la caña puede ser procesada prácticamente durante todo el año. (Rein, 2012)

2.2. COSECHA, RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE CAÑA

2.2.1. Cosecha

La cosecha manual, es la principal forma de cosecha, porque implica un bajo costo de mano de obra. Además, hay lugares en donde las maquinas cosechadoras no podrían ser utilizadas como terrenos montañosos o con pendientes. Tal como señala (Rein,

2012) que aproximadamente en el mundo el 80% de la caña de azúcar se cosecha manualmente.

Según (P. Chen, 1991) cuando la caña es cortada y cargada a los camiones contiene muchas hojas, cepas y raíces, como también tierra y otras materias extrañas. Estos elementos al ser molidos afectan negativamente a la obtención de sacarosa, como consecuencia la disminución de la eficiencia de la fábrica.

2.2.2. Mesas de alimentación

Con ayuda de la grúa hilo la caña es descargada en las mesas de caña, que son igual o más amplias que la longitud del camión como se muestra en a Figura 1. La mesa de caña cuenta con cadenas de arrastre sobre su plataforma o cubierta de acero, para transportar la caña a otra mesa o directamente al conductor de caña. Este equipo trabaja intermitentemente según se requiera la alimentación a los molinos.

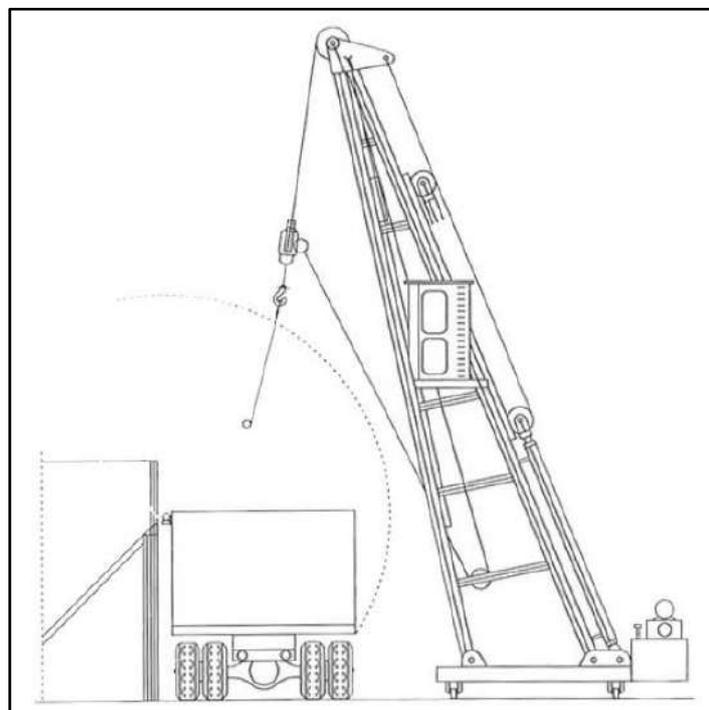


Figura 1. Grúa hilo

Fuente: Rein, 2012

2.2.3. Limpieza de caña

La limpieza de caña es un proceso importante antes del preparado, ya que consiste en liberar de materias extrañas la caña que vienen desde el campo de cosecha. El método tradicional de limpieza es utilizando agua que se rocía en forma de duchas a la caña mientras es transportada sobre una mesa de alimentación. Este método implica pérdidas de sacarosa lo que conlleva a pérdidas de producción. Desde el punto de vista medioambiental también es considerable el impacto negativo el gasto de agua.

Por otra parte, se considera la implementación de limpieza en seco (limpieza con procesos mecánicos) como la solución a los problemas antes mencionados. Para nuestro caso, en Agroindustrias San Jacinto, supone modificaciones en la mesa de caña N° 1 y recalcu de todo su sistema de transmisión.

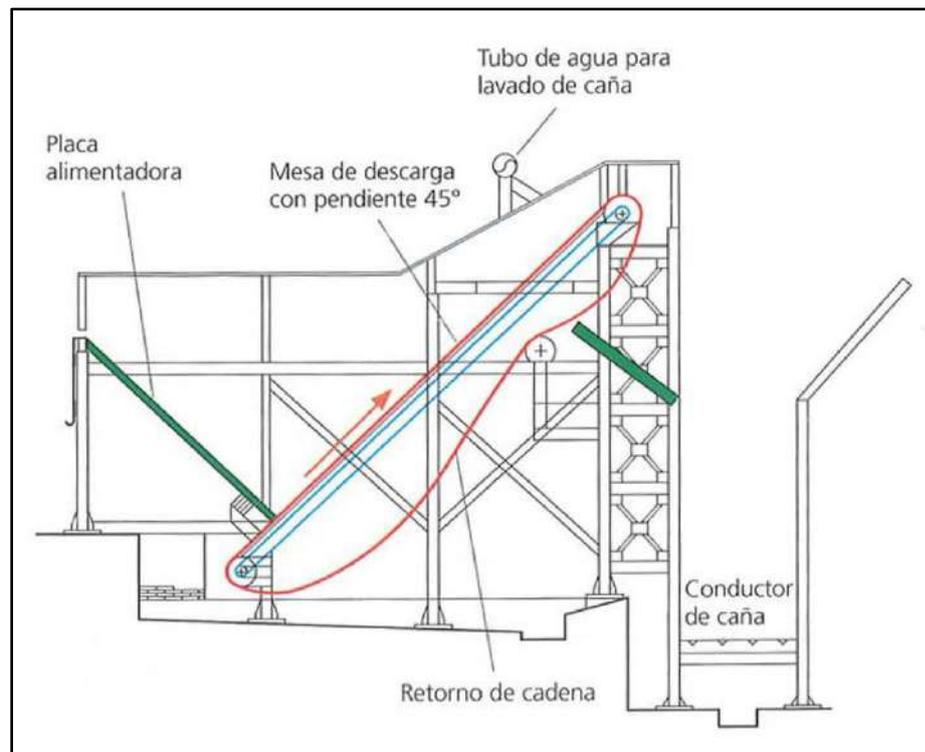


Figura 2. Mesa alimentadora de caña con lavado de caña tradicional

Fuente: (Rein, 2012)

2.2.4. Preparación de caña

La preparación de caña consiste en la reducción de tamaño de las mismas y romper la mayor cantidad de células portadoras de azúcar, esto se hace para mejorar el proceso de extracción. Generalmente se emplean equipos de picado mediante cuchillas para reducir a trozos la caña y un equipo de desfibrado que reduce la caña a tiras o fibras formando un colchón alto en densidad. Estos equipos están dispuestos sobre conductores de caña de planchuelas o tablillas de acero.

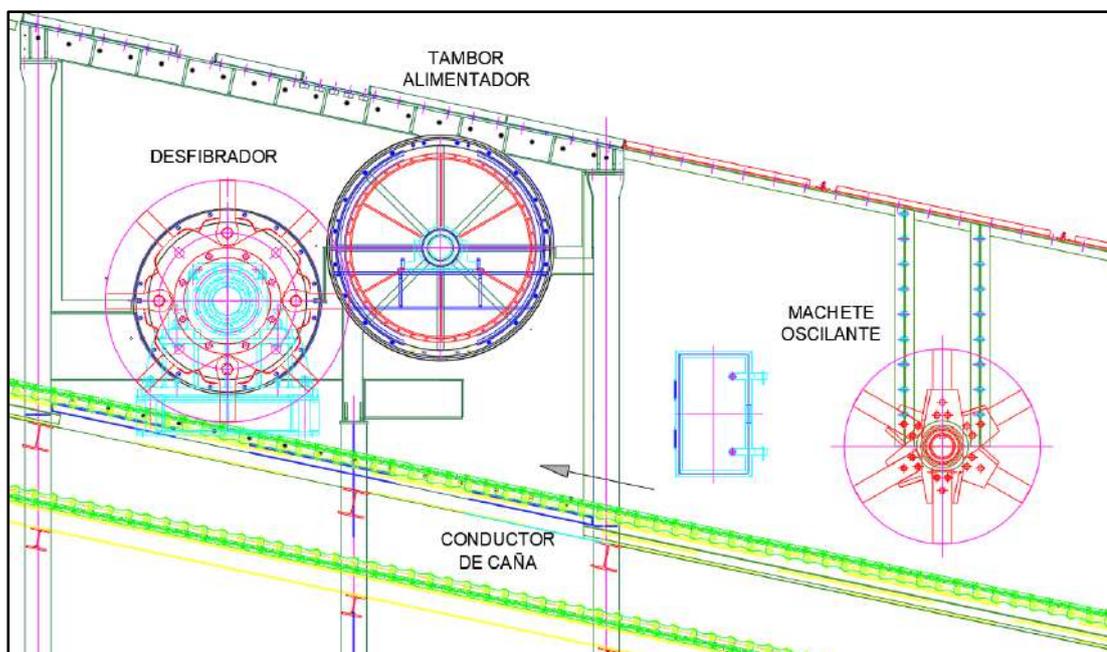


Figura 3. Principales equipos de preparación de caña

Fuente: Agroindustrias San Jacinto S.A.A

2.3. TRANSPORTADORES DE BANDA

Por su capacidad para manejar casi todo tipo de material de manera confiable y económica son ampliamente utilizados para sistemas de capacidad pequeña, moderada e incluso de tonelajes altos. Por lo anterior, poseen un lugar importante en la manipulación de materiales a granel. Las cintas transportadoras pueden realizar además funciones como almacenamiento, muestreo y mezcla. Los principales elementos que componen una cinta transportadora son, el sistema de accionamiento desde el motor a poleas de accionamiento, polines con ejes y cojinetes que impulsan la correa, los polines locos y la cinta materiales diversos de acuerdo a su aplicación (Link-Belt Company, 1958).

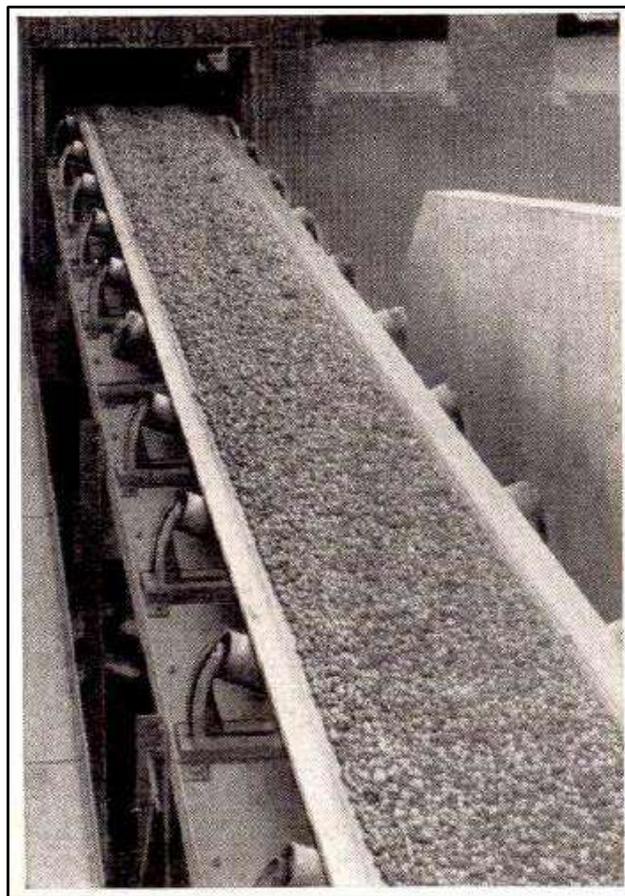


Figura 4 Cinta transportadora de 48 pulg. de ancho y 175 pies de largo.

Fuente: Manual Link-Belt Company, 1958

2.3.1. Angulo de reposo de materiales

Es una propiedad en los materiales granulados por el cual un montículo de este no sufre deslizamientos o precipitación. Es muy importante conocer el ángulo de reposo de un material, la geometría de los grumos y humedad cuando se pretende por ejemplo diseños conductores de banda y en general equipos par movimientos de materiales (Link-Belt Company, 1958).

A continuación de muestran el ángulo de reposo de diferentes materiales.

Tabla 1. Alguno de reposos de materiales

Material	Máximo ángulo de reposo
Frijoles enteros	8°
Carbón, antracita	16°
Tierra, lenta	22°
Grava, clasificada, lavada	12°
Mineral	15° – 20°
Pellet, según tamaño, lecho de material y concentricidad (taconita, fertilizante, etc.)	5° - 15°
Roca	15° – 20°
Arena, muy fluida (*)	15°
Arena, lenta o húmeda (**)	20°
Arena, fundición templada	24°
Piedra, grumos de más de 4 pulgadas	15°
Piedra, finos de 3/8" de pulgada y menos	20°
Astillas de madera	27°

Nota:

* : Ángulo de reposo superior a 45°

** : Muy húmedo o muy seco, con un ángulo de reposo inferior a 30°

Fuente: Manual Link-Belt Company, 1958.

2.4. DISEÑO DE MIEMBROS ESTRUCTURALES

En el anual del Instituto Americano de construcción de acero en su edición número catorce propone dos métodos para el diseño analítico de estructuras, el método de Diseño en base a factores de carga y resistencia (LRFD) y el método de Diseño en base a resistencias admisibles (ASD), los cuales usaremos para verificar las secciones o perfiles seleccionados para posteriormente validarlos con el software de simulación. Además, comprende capítulos (secciones) para el diseño, entre las más importantes y usados en este informe están el capítulo 1 de dimensiones y propiedades de perfiles, el capítulo 3 de consideraciones generales de diseño y el capítulo 3 de diseño de elementos sometidos a flexión. (Mc. Cormac & Csernak, 2012).

2.4.1. Diseño por resistencia usando Diseño en base a factores de carga y resistencia (LRFD)

Método en el cual cada carga se multiplica por un factor de carga, este refleja el nivel de incertidumbre de esa carga. La suma o combinación lineal que resulta de estas cargas cada una multiplicada por su factor de carga se denomina carga factorizada. Los valores más importantes calculados con este método se usan para calcular momentos, cortantes y otras fuerzas en alguna estructura. Se debe de cumplir que estos valores no deben ser mayores que las resistencias nominales de los miembros estructurales multiplicadas por sus factores ϕ , esto se expresa en la siguiente ecuación (Mc. Cormac & Csernak, 2012):

$$\phi R_n \geq R_u \quad (1)$$

Donde:

ϕ = *factor de reduccion.*

R_n = *Resistencia nominal de un miembro.*

$R_u =$ Resistencia factorizada calculada en el miembro (LRFD).

$\phi R_n =$ Resistencia de diseño.

El método LRFD propone las siguientes combinaciones de cargas factorizada (Mc. Cormac & Csernak, 2012):

$$U = 1.2D \quad (2)$$

$$U = 1.2D + 1.6L + 0.5(L \text{ o } S \text{ o } R) \quad (3)$$

$$U = 1.2D + 1.6(L \text{ o } S \text{ o } R) + (L^\circ \text{ o } 0.5W) \quad (4)$$

$$U = 1.2D + 1.0W + L^\circ + 0.5(L \text{ o } S \text{ o } R) \quad (5)$$

$$U = 1.2D + 1.0E + L^\circ + 0.2S \quad (6)$$

$$U = 0.9D + 1.0W \quad (7)$$

$$U = 0.9D + 1.0E \quad (8)$$

Donde:

$U =$ carga factorizada.

$D =$ carga muerta.

$L =$ carga viva debida a la ocupacion.

$S =$ carga de nieve.

$R =$ carga nominal debido a la precipitacion pluvial.

$W =$ carga de viento.

$E =$ carga de sismo.

$L^\circ =$ para las ecuaciones (5), (6) y (7) debe tomar 1 para pisos en lugares publicos, para cargas vivas que sobrepasen a 100 lb/pie².

2.4.2. Diseño por resistencia usando Diseño en base a resistencias admisibles (ASD)

A diferencia del método LRFD, las cargas no son multiplicadas por factores de servicio. La suma simple o combinación de todas las cargas representan a la carga factorizada o de diseño, y esta debe ser menor a las resistencias nominales de los miembros divididas por factores de seguridad adecuados Ω . La relación anterior se expresa en la siguiente ecuación (Mc. Cormac & Csernak, 2012):

$$\frac{R_n}{\Omega} \geq R_a \quad (9)$$

Donde:

ϕ = factor de seguridad.

R_n = Resistencia nominal de un miembro.

R_a = Mayor fuerza calcula en el miembro (ASD).

ΩR_n = Resistencia de diseño.

El método ASD propone las siguientes combinaciones de cargas factorizada (Mc. Cormac & Csernak, 2012):

$$U = D \quad (10)$$

$$U = D + L \quad (11)$$

$$U = D + (Lr \text{ o } S \text{ o } R) \quad (12)$$

$$U = D + 0.75L + 0.75(LR \text{ o } S \text{ o } R) \quad (13)$$

$$U = D + (0.6W \text{ o } 0.7E) \quad (14)$$

$$U = 0.6D + 0.6W \quad (15)$$

$$U = 0.6D + 0.7E \quad (16)$$

Donde:

U = carga factorizada.

D = carga muerta.

L = carga viva debida a la ocupacion.

S = carga de nieve.

R = carga nominal debido a la precipitacion pluvial.

W = carga de viento.

E = carga de sismo.

2.4.3. Diseño de vigas por momentos

Primero se debe calcular los momentos factorizados y escoger en tabas de selección un perfil con esa capacidad. La viga seleccionada debe de tener mayor capacidad de momento de diseño. La expresión siguiente representa esta relación (Mc. Cormac & Csernak, 2012):

$$M_n = F_y Z_x \quad (17)$$

Donde:

M_n = momento maximo carga, en $klb - ft$.

F_y = tension de fluencia mínima específica del tipo de acero utilizado, en ksi .

Z_x = modulo de seccion en torno al eje x , en $pulg^3$.

* Ambos miembros de (17) deben estar afectados por sus respectivos factor, $\phi = 0.9$ factor de resistencia (LRFD) y $\Omega = 1.67$ factor de seguridad (ASD) para estudios de vigas.

2.5. DISEÑO EN INGENIERÍA

El diseño nace como respuesta a las necesidades y cumplir determinados propósitos, y esto está y estará presente siempre en la naturaleza de los seres humanos. Con forme estos propósitos y necesidades cambien, se realizan mejoras o incluso se fabrican nuevos artefactos satisfacer estas. Un dibujo es el medio por el cual se comunica el desarrollo de un artefacto o proyecto y debe ser la descripción final para su ejecución o producción. Los dibujos pueden comprender disposiciones generales hasta vistas específicas como sección o detalles. (Cross, 2002).

2.5.1. Proceso de diseño

Un modelo simple del proceso de diseño es el que se muestra en la Figura 5. La etapa de exploración sería el reconocimiento o identificación de la necesidad y también se pueden plantear los principales objetivos. La segunda etapa es la generación de hipótesis o posibles soluciones al problema. Se observa una fase de retroalimentación desde la etapa de evaluación y generación, esto para estudiar las posibles soluciones del problema y optar por la más satisfactoria. El proceso de comunicación es el paso final en donde se describen los resultados obtenidos.

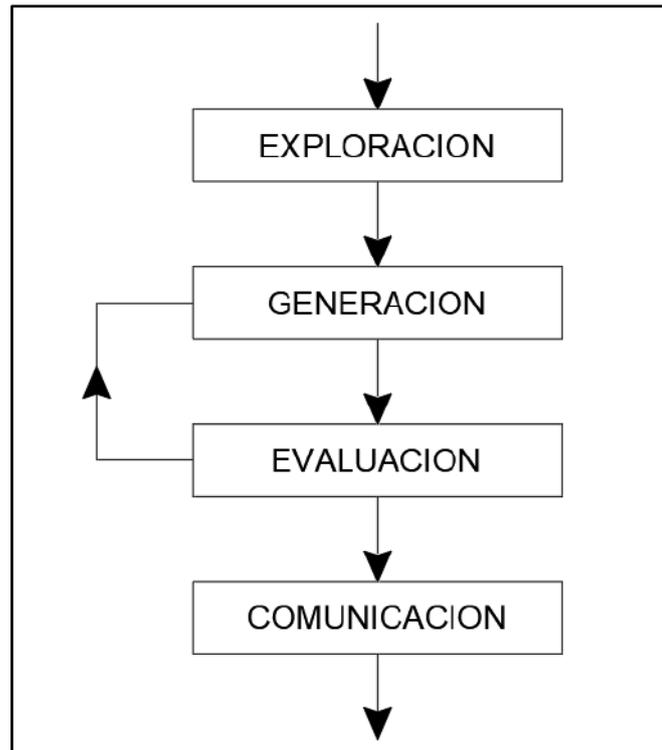


Figura 5. Diagrama simple del proceso de diseño

Fuente: Adaptado. (Cross, 2002)

2.5.2. Modelo de proceso de diseño VDI 2221

Por sus siglas en alemán el cuerpo profesional de ingenieros, Verein Deutscher Ingenieure (VDI), elaboro numerosas guías sobre lo modelos de proceso de diseño. Una de estas, la guía VDI 2221, recomienda dar un sentido sistemático en el proceso de diseño. La Figura 6 muestra las siete etapas del proceso y señala es resultado de cada una de ellas. También propone que se debe evaluar y analizar cada una de las etapas. (Cross, 2002).

2.5.3. Consideraciones para el diseño

Las características de un determinado elemento o sistema que influyen en su diseño son las consideraciones de diseño y las más importantes son las siguientes (G. Budynas & Keith Nisbett, 2012):

- Funcionalidad
- Resistencia
- Seguridad
- Manufacturabilidad
- Utilidad
- Costo
- Peso
- Vida útil
- Mantenimiento

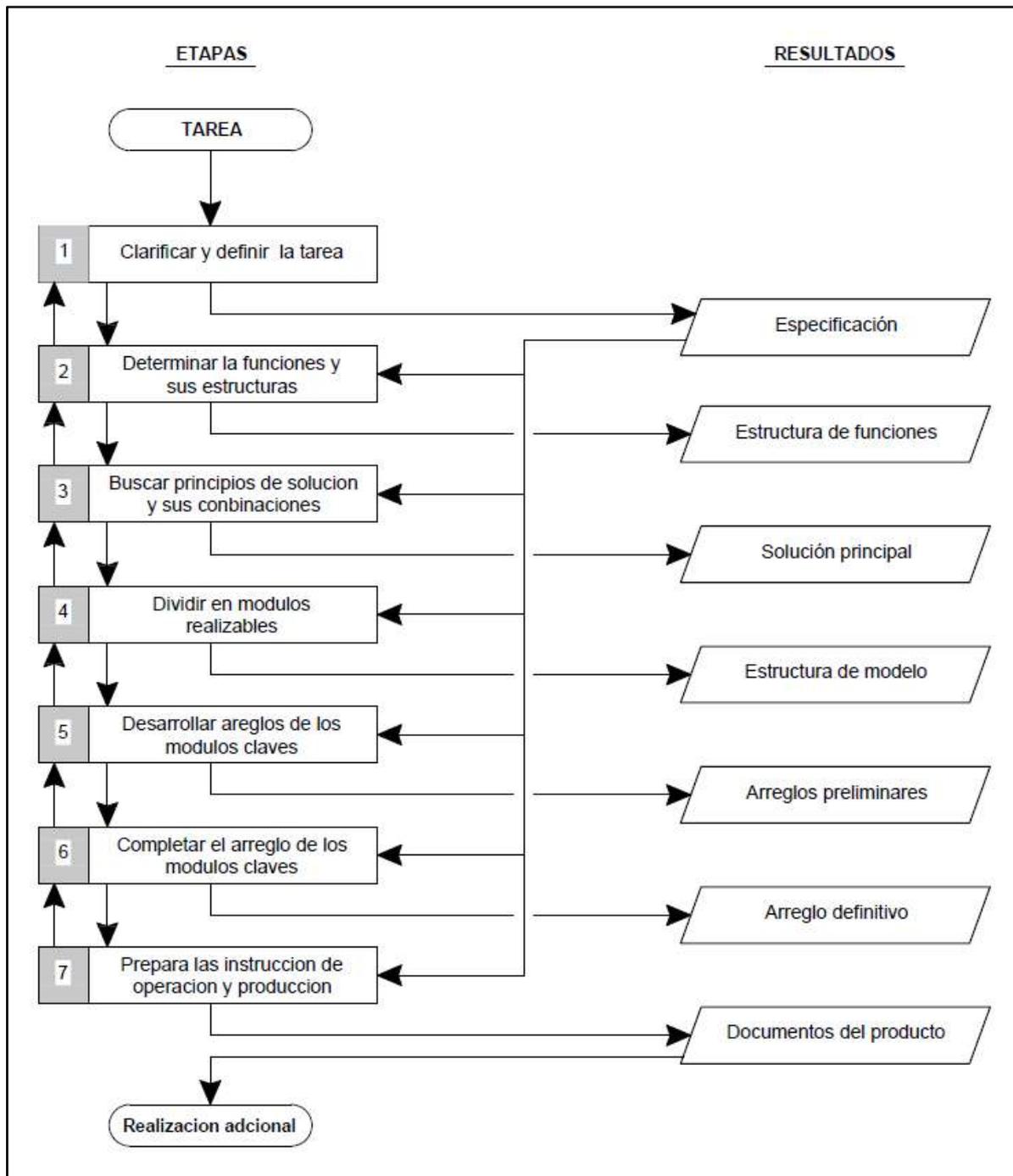


Figura 6. Modelo del proceso de diseño de la guía VDI 2221

Fuente: Adaptado (Cross, 2002)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Este capítulo del informe comprende el estado actual de los procesos de interés, así como la metodología para la modificación de la mesa de recepción de caña N°1. Serán expuestas puntos como el propósito, las exigencias, las propuestas de solución y su respectiva evaluación. También los cálculos pertinentes como el sistema de transmisión y simulaciones estructurales.

3.1. DISPOSICIÓN ACTUAL DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN

En el área de trapiche de la empresa Agroindustrias San Jacinto se encuentra la mesa de recepción de caña N°1, equipo que se encarga de recibir la caña que descarga la grúa hilo como muestra la Figura 7.

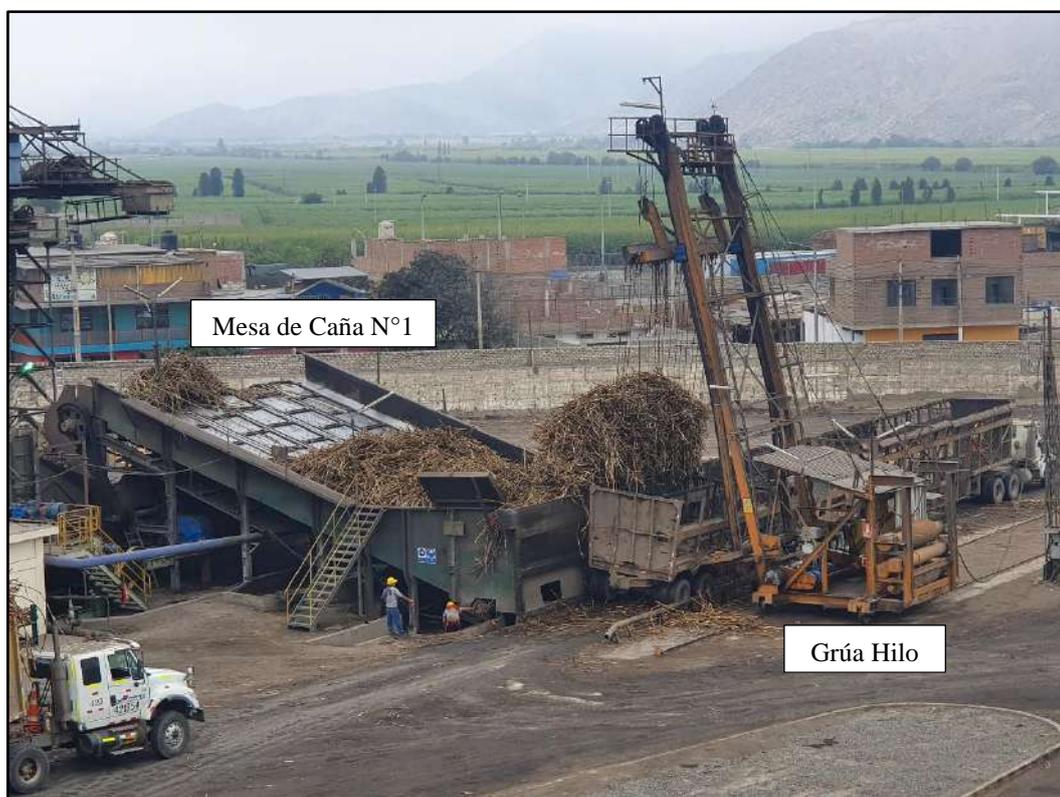


Figura 7. Mesa de recepción de caña N°1 y Grúa hilo

Fuente: Agroindustrias San Jacinto S.A.A.

Actualmente la limpieza (lavado) de caña se da mediante duchas de agua instaladas en el elevador de caña, este método es el que se busca eliminar e impactar positivamente al medio ambiente. Se han hecho esfuerzos para limpiar la caña y separa las hojas, arena e incluso piedras de la Mesa de caña N°1, por medio de perforaciones en la placa de fondo de la mesa para que la materia extraña se filtre a través de ella, pero este método no es muy eficiente.

3.1.1. Procesos de recepción y limpieza de caña

En la Figura 8 se muestra completamente los procesos de recepción y lavado de caña actualmente. El sistema comienza con la recepción de la caña en la mesa N°1, que descarga en una mesa perpendicular a esta, mesa N°2. La caña es redirigida al Cardin Drum, equipo que consiste en un tambor giratorio como rotor con paletas, se encarga de separar los atados de caña que se forman principalmente en la cosecha. La caña sigue su camino cayendo al elevador de caña, mesa inclinada 30° en donde se encuentran las tuberías y 40 toberas que distribuyen el agua en todo el ancho del elevador, limpiando la caña para descargarla al conductor de caña en donde inicia el proceso de preparación de caña para la extracción. El lodo resultante de la limpieza de la caña es simplemente desechado como efluente de fábrica.

En la planta azucarera de San Jacinto los principales equipos que transportan material utilizan distintos tipos de cadenas de arrastre, tales como las mesas de recepción de caña, el elevador de caña, los conductores donnelly, conductores de bagazo, conductores de ceniza, solo por mencionar algunos.

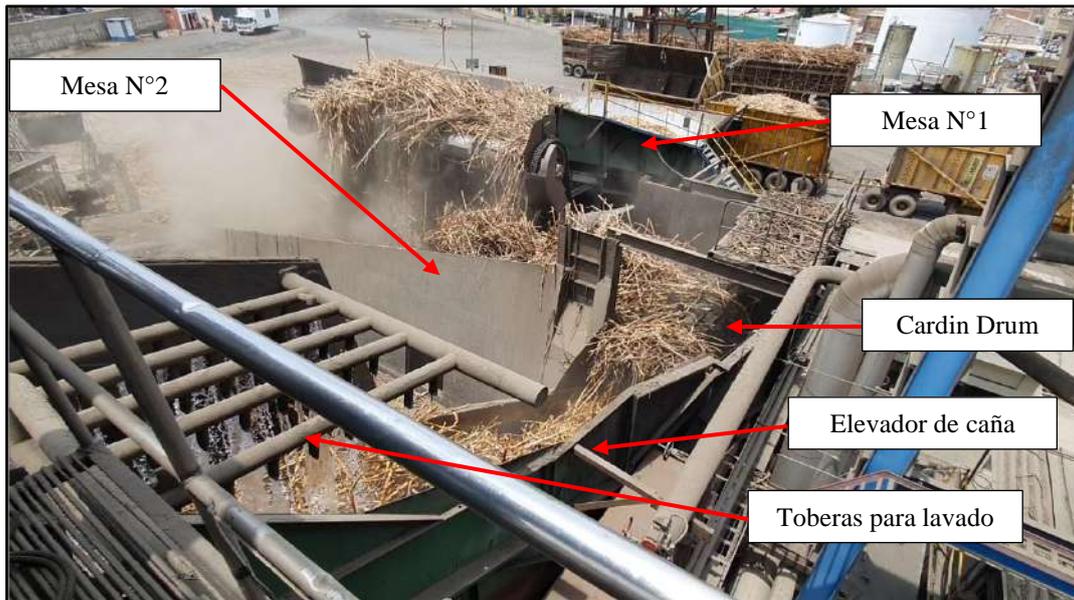


Figura 8. Proceso de recepción y lavado de caña

Fuente: Agroindustrias San Jacinto S.A.A

3.1.2. Medición de flujo de agua

El caudal de agua que se utiliza en la planta de lavado de caña es medida con un flujómetro TOSHIBA como muestra la Figura 9 a continuación. Está instalado en una tubería de 8" ASTM A53 y a continuación una válvula mariposa automática que controla un operador encargado de los equipos de recepción y limpieza de la caña.



Figura 9. Flujómetro de PLC

Fuente: Agroindustrias San Jacinto S.A.A.

Los siguientes datos corresponden al consumo de agua diario al mes de noviembre del 2020 y con 17 psi de presión que se tomarán como referencia para los demás meses y aproximar un consumo anual de agua. Es importante precisar que el lavado de caña se da solo cuando se procesa caña larga y esta representa el 70% de la molienda total.

Tabla 2. Consumo de agua en el mes de noviembre 2020

NOVIEMBRE – 2020		
DÍA	CAUDAL PROMEDIO m3/h	CONSUMO m3
1	395.48	5733.11
2	395.19	6484.04
3	400.43	6750.51
4	396.92	7195.41
5	396.72	7026.81
6	398.57	6262.62
7	425.00	7203.76
8	393.37	5211.32
9	*	*
10	*	*
11	*	*
12	358.45	3413.88
13	394.77	5353.43
14	387.63	4437.70
15	381.19	5167.80
16	349.31	4707.52
17	363.24	4262.30
18	294.81	1440.52
19	383.40	3235.83
20	322.61	4348.39
21	351.16	4908.30
22	383.55	4682.40
23	354.64	3585.80
24	342.20	4082.96
25	360.20	2577.34
26	353.28	4492.98
27	385.81	4942.09
28	350.97	4763.19
29	354.92	3493.46
30	375.49	4445.28
	372.20	130208.76
	PROMEDIO	TOTAL

Fuente: Elaboración propia

El ingenio muele aproximadamente 178 Tc/hr, el 70% sería 124.6 Tc/hr, si dividimos el promedio del consumo de agua por hora de la Tabla 2 obtenemos 3 m³ de agua por tonelada de caña larga. Se consume aproximadamente 1677 m³/hr de agua según el diagrama de efluentes del Anexo 3, entonces podemos deducir que el agua que se utiliza para lavar la caña representa es 22.19% del flujo total de agua y que se estaría dejando de consumir, significando múltiples beneficios.

3.2. PLANIFICACIÓN DE LA MODIFICACIÓN DE MESA N°1

3.2.1. Propósito del proyecto

A continuación se detalla los propósitos del proyecto que sirve para el desarrollo del proyecto.

Tabla 3. Principales propósitos del proyecto

Propósitos del proyecto	Descripción
Descripción del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de limpieza en seco de caña de azúcar, para asegurar el menor consumo de agua en la fábrica y disminuir la presencia de materia extraña en la misma.
Propuesta de valor	<ul style="list-style-type: none"> • Aplica para limpiar la caña entera y picada. • Amigable con el medio ambiente. • Alta confiabilidad de operación. • Consumo de energía específica bajo.
Mercado primario	<ul style="list-style-type: none"> • Ingenio azucarero Agroindustrias San Jacinto.
Mercado secundario	<ul style="list-style-type: none"> • Ingenio azucarero peruano • Proyectos nuevos que utilicen caña de azúcar como materia prima.
Restricciones	<ul style="list-style-type: none"> • Costo del sistema menor a \$1 800 000.00 (USD) • Construcción sobre pedestales existentes.
Involucrados	<ul style="list-style-type: none"> • Usuario. • Diseñador mecánico. • Asesor azucarero.

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Exigencias funcionales

Tabla 4. Lista de exigencias funcionales

N°	CARACTERÍSTICA	E=Exigencia	DESCRIPCIÓN
		D=Deseo	
1	FUNCIONES	E	Limpiar la caña de materias extrañas como arena, hojas, etc.
		E	Eliminar el uso de agua para el proceso de limpieza de caña.
2	GEOMETRÍA	E	Implementar el sistema de limpieza de caña modificando la mesa de caña N°1.
		E	Inclinación nueva de la mesa 50° con respecto a la horizontal.
		E	Seccionar el eje de mando en dos partes con accionamiento independiente.
3	FUERZA	E	Factor de servicio para sobrecargas recomendado (1.5 a 2).
		E	El sistema será soportado en los pedestales de concreto existentes.
4	ENERGÍA	E	La energía eléctrica se encarga del accionamiento del sistema y equipos adicionales.
3	MATERIALES	E	Los materiales deben ser los más comerciales en el mercado peruano.
		D	Considerar la aplicación de pintura anticorrosiva para protección de la estructura.
4	SEÑALES Y CONTROL	D	Todo el sistema debe arrancar y apagar manualmente como lo hace actualmente.
5	SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	D	Los sistemas de transmisión y elementos en movimiento deben contar con elementos de seguridad.
		E	La lubricación debe ser con lubricantes no nocivos para medio ambiente.
6	FABRICACIÓN	E	El sistema tiene que ser fabricado en el mercado local.

		D	Los componentes mecánicos, eléctricos o electrónicos deben ser adquiridos de marcas extranjeras reconocidas.
		E	El diseño debe tener repuestos para posibles intercambios por averías posibles.
7	MONTAJE	E	El diseño debe ser sencillo para el montaje y desmontaje debido a un posible desperfecto.
		E	Los elementos de seguridad (guardas) deben ser de fácil montaje y desmontaje.
8	MANTENIMIENTO	D	El mantenimiento preventivo programado debe realizarse mensualmente, con un costo bajo.
		D	Garantía de los repuestos de los componentes.
9	COSTOS	D	El costo de la implantación debe ser menor a \$1 800 000.00 (USD)
		E	El costo de mantenimiento anual del sistema debe ser como máximo el 10% del costo de inversión total.

Fuente: Elaboración propia

3.3. DESARROLLO DEL CONCEPTO PARA MODIFICACIÓN

3.3.1. Caja negra

La mesa recibidora de caña N°1 se pondrá en marcha cuando suene una sirena indicando la pronta alimentación para el proceso de molienda. La descarga de la caña lo realiza la grúa hilo, equipo que voltea la canasta los camiones depositando la caña en la mesa recibidora de caña N°1. Es en donde se plantea realizar las modificaciones o agregar equipos para una limpieza completamente mecánica. La materia extraña separada será transportada por medio de conductores de banda a una tolva para su posterior traslado a campo. Estas funciones se muestran en la Figura 10.

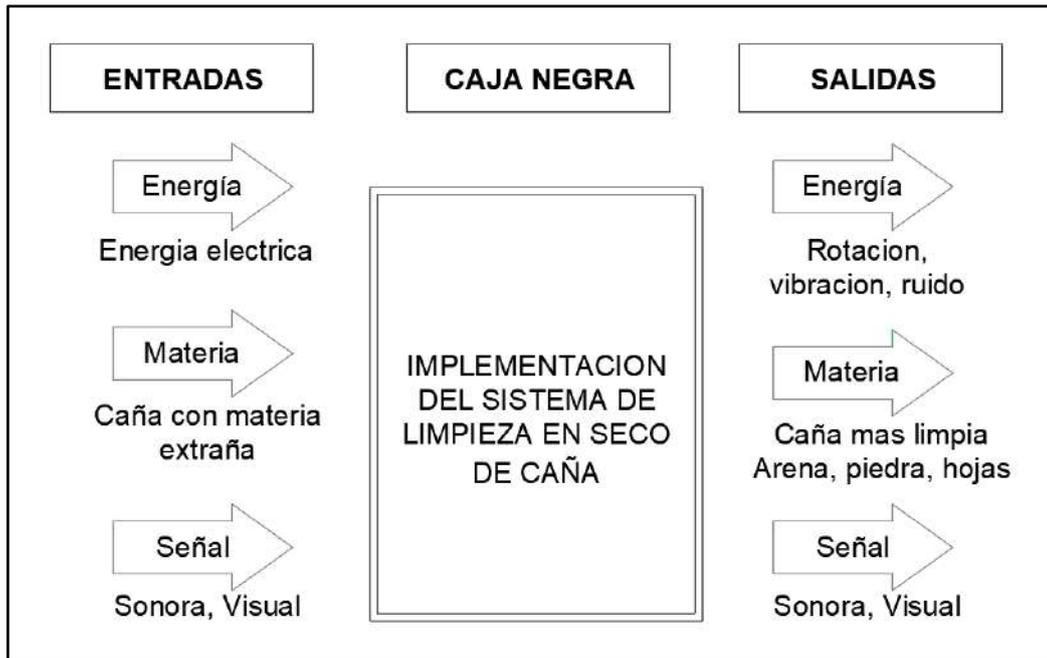


Figura 10. Caja negra

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Propuestas para solución

De acuerdo a lo expuesto anteriormente y reuniones con técnicos y asesores se pudo identificar 3 posibles soluciones para el proyecto, las cuáles serán descritas y graficadas a continuación, de esta forma poder evaluarlas mediante criterios para optar por la mejor.

a) Propuesta 1

Tal y como se muestra en la Figura 10 se contempla la adición de nuevos equipos, como un nivelador (2) sobre la mesa de caña N°1 (1) haciendo uniforme la altura del colchón de caña para crear una cortina homogénea cuando la caña caiga. Los ventiladores (3) serían los encargados de desprender la materia extraña de la caña y se recolectaría estas para ser transportadas por un conductor de banda (5).

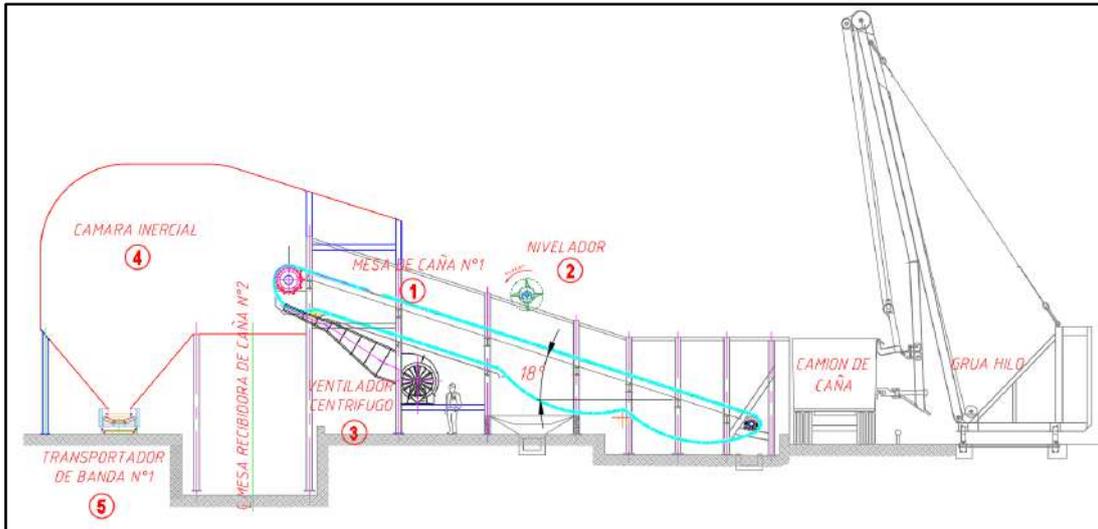


Figura 11. Propuesta de solución 1

Fuente: Elaboración propia

b) Propuesta 2

La caña es transportada por la mesa modificada (1) hasta una inclinación de 40° y de fondo perforado, pasando por un nivelador (2), por último, un pateador (3) para separar los atados de caña, cuando la caña caiga se encontrará con rodillos (4) espaciados entre sí formando un tamiz para filtrar tierra. Por últimos los ventiladores (5) finalizarán la limpieza, las materias extrañas son colectadas y transportadas por conductores de banda (7, 8 y 9). Ver Figura 12.

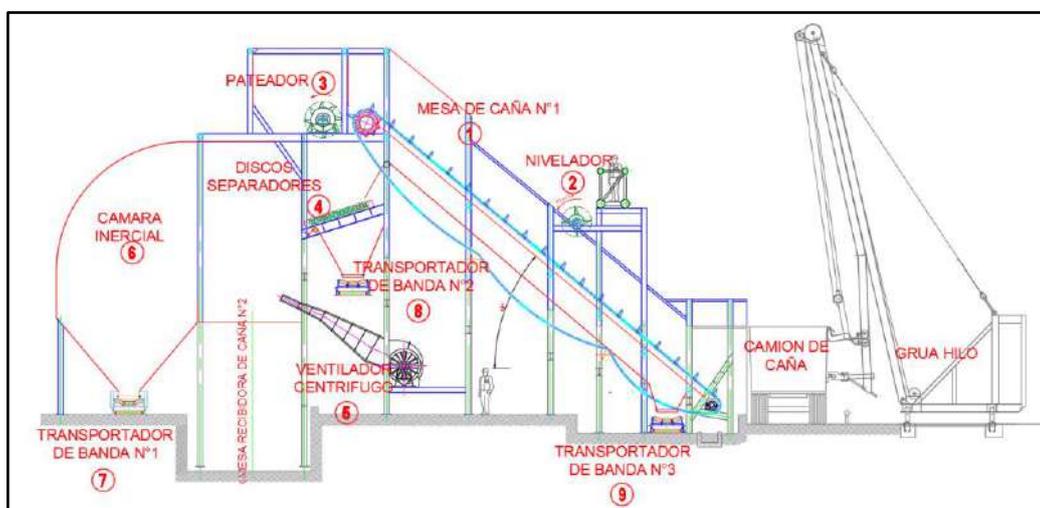


Figura 12. Propuesta de solución 2

Fuente: Elaboración propia

c) Propuesta 3

La propuesta graficada en la Figura 13 muestra la mesa de caña N°1 (1) inclinada 50° para precipitar las piedras arena y otras partículas extrañas al fondo o al eje de cola, mientras la caña se desliza a la parte superior. La inclinación también ayudara a la nivelación. Por último, la caña caerá en unas parrillas formador por barras (2). La tierra filtrada será transportada por conductores de banda (3) a una tolva (4) para luego ser llevada a campo.

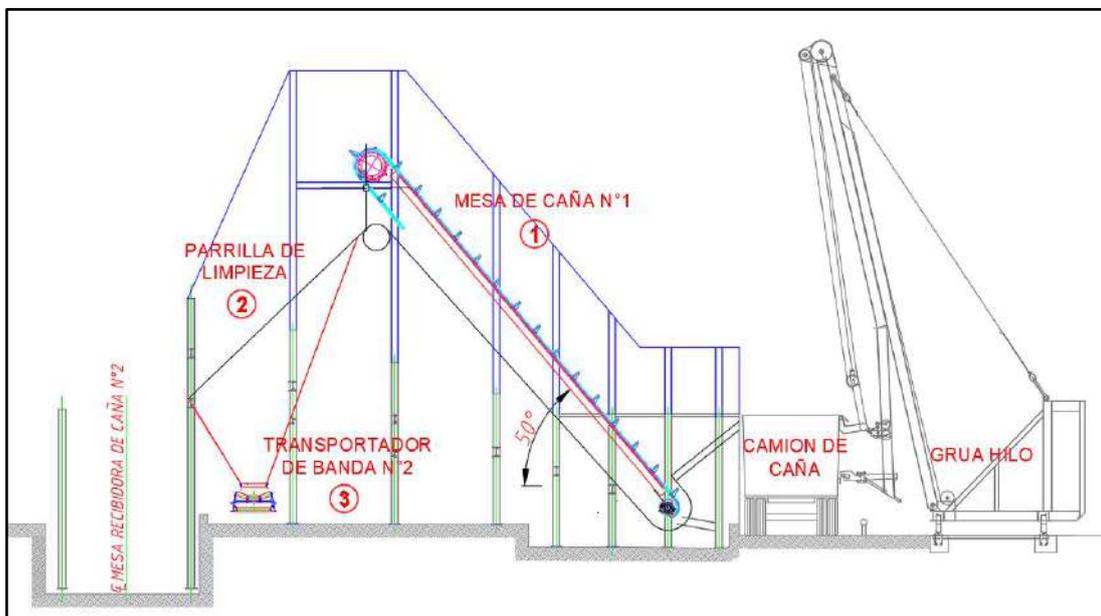


Figura 13. Propuesta de solución 3

Fuente: Elaboración propia

3.4. EVALUACIÓN DE PROPUESTAS

Las propuestas de solución serán evaluadas técnica y económicamente tal y como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5. Evaluación técnica de las propuestas solución

N°	Criterios de Evaluación	Peso (%)	PS 1		PS 2		PS 3	
			Valor	Parcial	Valor	Parcial	Valor	Parcial
1	Función	13	2	0.26	3	0.39	3	0.39
2	Geometría	8	3	0.24	3	0.24	2	0.16
3	Cinemática	6	2	0.12	1	0.06	3	0.18
4	Fuerza	8	3	0.24	2	0.16	2	0.16
5	Energía	10	2	0.2	1	0.1	3	0.3
6	Materiales	6	2	0.12	1	0.06	2	0.12
7	Seguridad	7	2	0.14	1	0.07	3	0.21
8	Fabricación	12	2	0.24	1	0.12	2	0.24
9	Montaje	15	2	0.3	1	0.15	3	0.45
10	Mantenimiento	15	2	0.3	1	0.15	3	0.45
Total (ET)				2.16		1.5		2.66

Nota:

0 = no satisface, 1 = Aceptable a las justas, 2 = Suficiente, 3 = Bien, 4 = Muy bien, de acuerdo a la importancia de criterios según VDI 2225

Fuente: Elaboración propia – VDI 2225

Tabla 6. Evaluación económica de las propuestas de solución

N°	Criterios de Evaluación	Peso (%)	PS 1		PS 2		PS 3	
			Valor	Parcial	Valor	Parcial	Valor	Parcial
1	Costo de material	20	2	0.4	1	0.2	2	0.4
2	Costo de fabricación	30	3	0.9	1	0.3	3	0.9
3	Costo de equipos	30	2	0.6	0	0	3	0.9
4	Costo de montaje	20	2	0.4	0	0	3	0.6
Total (EE)				2.3		0.5		2.8

Nota:

0 = no satisface, 1 = Aceptable a las justas, 2 = Suficiente, 3 = Bien, 4 = Muy bien, de acuerdo a la importancia de criterios según VDI 2225

Fuente: VDI 2225Elaboración propia – VDI 2225

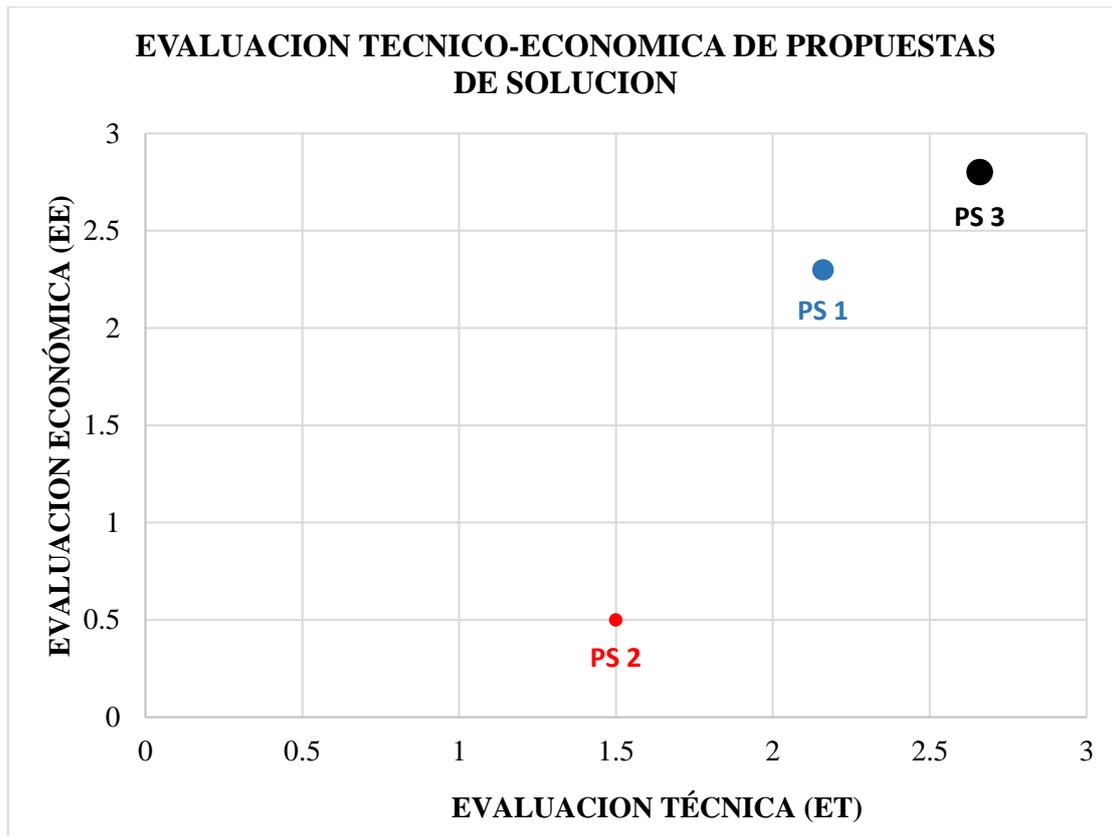


Figura 14. Diagrama de evaluación de propuestas

Fuente: Elaboración propia

De la Figura 14, la propuesta que mejor valor representa y por lo tanto la más viable es la propuesta de solución 3.

3.5. DISEÑO DEL PROYECTO

Ya que tenemos definido la propuesta de solución líneas arriba, se procederá de realizar el cálculo general del nuevo sistema tomando en cuenta las recomendaciones del asesor azucarero y referenciando algunos sistemas existentes en la fábrica. Se empezará estudiando la mesa de caña actual y en base a sus parámetros, modificarla.

3.5.1. Análisis de Mesa de Caña N°1 actual

Comenzaremos calculando la potencia requerida del sistema de la mesa de caña N°1 en su estado actual, esto servirá como base para el cálculo posterior de la mesa con las modificaciones pertinentes. Debemos tener en cuenta que la potencia requerida que se obtendrá al final de este ítem deberá ser menor a la potencia real del motor actual señalada más adelante.

Para ello definimos lo que se requiere hallar con la siguiente figura.

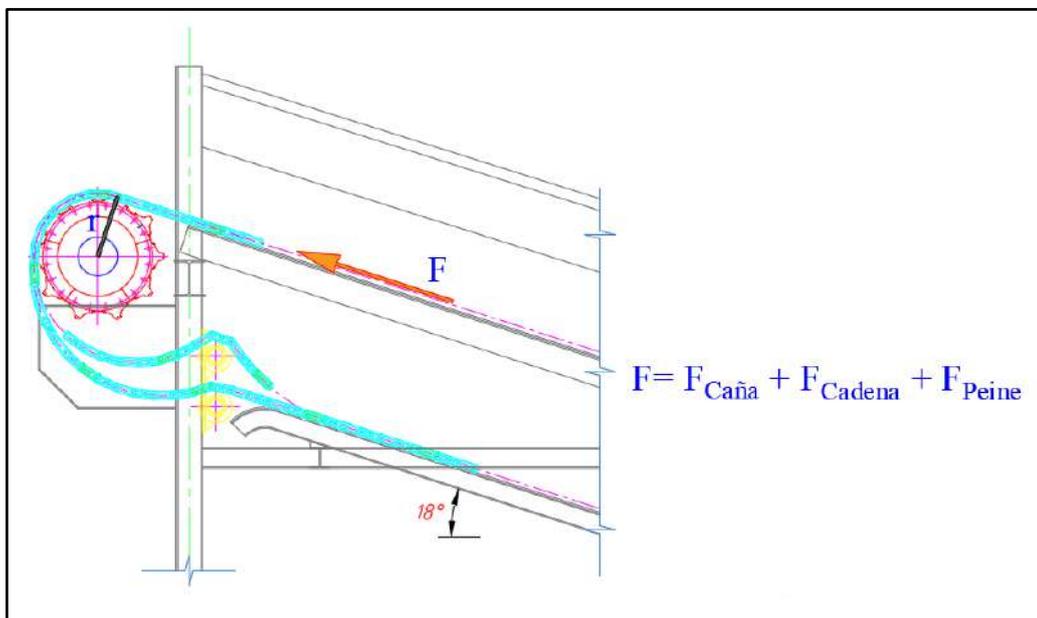


Figura 15. Esquema de tensión de la cadena de arrastre

Fuente: Elaboración propia

Donde:

$$F = F_{CAÑA} + F_{CADENA} + F_{PEINE}, \text{ en kN} \quad (18)$$

F = Tensión total en la cadenas de arrastre, en kN.

$F_{CAÑA}$ = Tensión producida por el peso de la caña, en kN.

F_{CADENA} = Tensión producida por el peso de cadena de arrastre, en kN.

F_{PEINE} = Tensión producida por el peso de peines de arrastre, en kN.

r = 0.49 m, radio de sprocket (estrella) de eje de mando, en m.

a. Datos actuales

En la siguiente tabla se detallan las características, elementos de arrastre y equipos de transmisión de la mesa de caña N°1. En el Anexo 2 se muestra imágenes del sistema de transmisión de la mesa.

Tabla 7. Característica de Mesa de caña N°1 actual

MESA DE CAÑA N°1 ACTUAL	
CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
Dimensiones:	11.17 m (Ancho interno) x 16.15 m (Largo)
Capacidad:	4200 TCD
Inclinación:	18°
Velocidad lineal:	4.52 m/min
EQUIPOS AUXILIARES	
Motor de accionamiento	
Marca:	General Electric
Potencia:	40 HP
Voltaje:	220/440 V
Corriente:	103/51.5 A
Velocidad:	1175 RPM
Reductor para arrastre	
Marca:	Foot Brass
Potencia:	40 HP
Velocidad:	1760 RPM
Ratio:	58.66
Cadena de transmisión – 1^{ra} etapa	
Marca	Link Belt
Referencia	RC 200-2
Paso:	2 1/2"
Cadena de transmisión – 2^{da} etapa	
Marca	Link Belt
Referencia	RC 200-3
Paso:	2 1/2"
Cadenas de Arrastre	
Marca:	Rex
Referencia:	698
Aditamento:	-
Paso:	12"
Longitud/Hilera:	120'
Cantidad de Hileras:	12

Fuente: Agroindustrias San Jacinto – Área de Trapiche

b. Tensión producida por Carga de caña: $F_{CAÑA}$

Según los datos proporcionados por el área de elaboración y laboratorio, la capacidad de molienda actual es de 178 Tc/hr. Con este dato y el tiempo de descarga podríamos estimar la cantidad de caña distribuida en toda el área de la mesa y en consecuencia la tensión que ejerce en la cadena de arrastre.

Asumiendo que la carga se distribuye uniformemente en toda el área de la mesa y con ende la tensión en cada hilera de la cadena de arrastre es la misma podemos representar peso de la caña como muestra la siguiente figura:

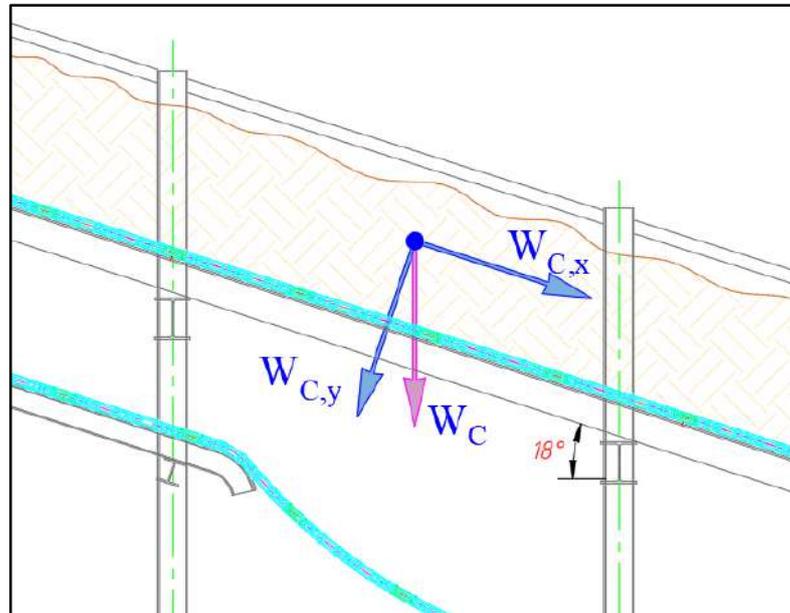


Figura 16. Esquema de fuerzas ejercida por la caña.

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

$$F_{CAÑA} = W_{C,x} + W_{C,f}, \text{ en kN} \quad (19)$$

$$W_{C,x} = W_C * \text{sen}(18^\circ), \text{ peso de caña en direccion del eje auxiliar x, en kN.} \quad (20)$$

$$W_{C,y} = W_C * \text{cos}(18^\circ), \text{ peso de caña en direccion del eje auxiliar y, en kN.} \quad (21)$$

$$W_C = m_{CAÑA} * 9.81 \text{ m/s}^2, \text{ peso de caña, en kN.} \quad (22)$$

$$W_{C,f} = W_{C,NORMAL} * f, = W_{C,Y} * f, \text{ fuerza de friccion de la caña, en kN.} \quad (23)$$

$f = \text{coeficiente de friccion de la caña en acero}$

Calculando el tiempo de descarga:

$$t_{des} = \frac{\text{Longitud de mesa}}{\text{Velocidad lineal}} \quad (24)$$

$$t_{des} = \frac{16.15 \text{ m}}{(4.52 \text{ m/min})(60 \text{ min/hr})}$$

$$\mathbf{t_{des} = 0.0596 \text{ hr}}$$

Entonces la masa de caña distribuida en la mesa es:

$$m_{CAÑA} = (TC/hr)(t_{des}) \quad (25)$$

$$m_{CAÑA} = (178 \text{ TC/hr})(0.0596 \text{ hr})$$

$$\mathbf{m_{CAÑA} = 10.609 \text{ Tc}}$$

Por lo tanto, reemplazando en (22):

$$W_C = m_{CAÑA} * g$$

$$W_C = 10.609 \times 10^3 \text{ kg} * 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$\mathbf{W_C = 104.07 \text{ kN}}$$

Entonces (20) y (21) resulta:

$$W_{C,X} = W_C * \text{sen}(18^\circ)$$

$$\mathbf{W_{C,X} = 32.16 \text{ kN}}$$

$$W_{C,Y} = W_C * \text{cos}(18^\circ)$$

$$\mathbf{W_{C,Y} = 98.98 \text{ kN}}$$

La componente $W_{C,Y}$ nos servirá para calcular la fuerza de fricción (23):

$$W_{C,Y} = W_{C,NORMAL} = 98.98 \text{ kN}$$

$$W_{C,f} = W_{C,NORMAL} * f$$

El coeficiente de fricción f será 0.6 según Hugot, 1986, pag25:

$$W_{C,f} = 98.98 \text{ kN} * 0.6$$

$$W_{C,f} = 59.39 \text{ kN}$$

Entonces (19) nos queda:

$$F_{CAÑA} = W_{C,X} + W_{C,f}$$

$$F_{CAÑA} = 91.55 \text{ kN}$$

c. Tensión producida por el peso de cadena de arrastre: F_{CADENA}

Con los datos de la Tabla 7 buscamos en el catálogo Link Belt para tener más detalle del tipo de cadena de arrastre (Anexo 4). El catálogo Link Belt tiene mucha participación en el diseño y selección de componentes o equipos para la empresa.

Teniendo los datos de la cadena de arrastre como la masa en lb/pie de las tablas de Link Belt y de la Tabla 7, podemos analizar de la siguiente manera la tensión por el peso de la propia cadena de arrastre.

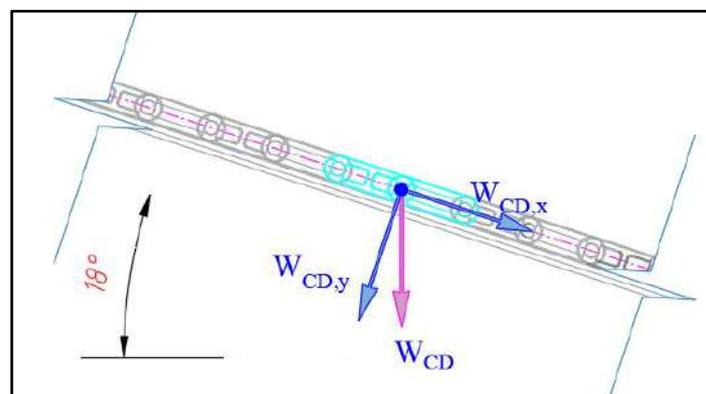


Figura 17. Esquema de fuerzas ejercida por la cadena de arrastre.

Fuente: Elaboración propia

Donde:

$$F_{CADENA} = W_{CD,X} + W_{CD,f}, \text{ en kN} \quad (26)$$

$$W_{CD,X} = W_{CD} * \text{sen}(18^\circ), \text{ peso de cadena en direccion del eje auxiliar x, en kN.} \quad (27)$$

$$W_{CD,Y} = W_{CD} * \text{cos}(18^\circ), \text{ peso de cadena en direccion del eje auxiliar y, en kN.} \quad (28)$$

$$W_{CD} = m_{CADENA} * 9.81 \text{ m/s}^2, \text{ peso de caña, en kN.} \quad (29)$$

$$m_{CADENA} = 11.4 \text{ lb/ft} = 16.97 \text{ kg/m. (Anexo 4)}$$

$$W_{CD,f} = W_{CD,NORMAL} * f, = W_{CD,Y} * f, \text{ fuerza de friccion de la caña, en kN.} \quad (30)$$

f = coeficiente de friccion del acero en acero.

Por lo tanto, determinando (29):

$$W_{CD} = m_{CADENA} * g$$

$$W_{CD} = (16.97 \text{ kg/m}) * (\text{Cant.hileras})(\text{Long/hilera}) * 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$W_{CD} = (16.97 \frac{\text{kg}}{\text{m}}) * (12) \left(120 \text{ ft} * \frac{12 \text{ pulg}}{\text{ft}} * \frac{0.0254 \text{ m}}{\text{pulg}} \right) * 9.81 \text{ m/s}^2 * \frac{1}{1000}$$

$$W_{CD} = 73.05 \text{ kN}$$

Por descomposición de fuerzas para (17) y (28):

$$W_{CD,X} = W_{CD} * \text{sen}(18^\circ)$$

$$W_{CD,X} = 22.57 \text{ kN}$$

$$W_{CD,Y} = W_{CD} * \text{cos}(18^\circ)$$

$$W_{CD,Y} = 69.47 \text{ kN}$$

La componente $W_{CD,Y}$ nos servirá para calcular la fuerza de fricción (30):

$$W_{CD,Y} = W_{CD,NORMAL} = 69.47 \text{ kN}$$

$$W_{CD,f} = W_{CD,NORMAL} * f$$

El coeficiente de fricción f será 0.74 según Anexo 5:

$$W_{CD,f} = 69.47 \text{ kN} * 0.74$$

$$W_{CD,f} = 51.41 \text{ kN}$$

Entonces en (26):

$$F_{CADENA} = W_{CD,x} + W_{CD,f}$$

$$F_{CADENA} = 73.98 \text{ kN}$$

d. Tensión producida por el peso de los peines de arrastre: F_{PEINES}

Análogo al cálculo de la cadena de arrastre, no ayudaremos del esquema a continuación para la descomposición de fuerzas.

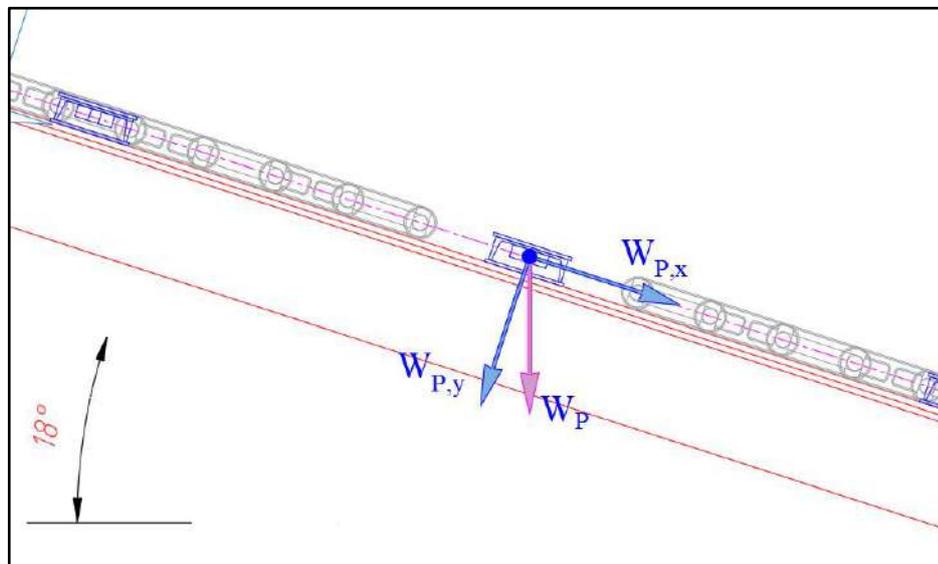


Figura 18. Esquema de fuerzas ejercida por los peines de arrastre.

Fuente: Elaboración propia

Donde:

$$F_{PEINE} = W_{P,X} + W_{P,f}, \text{ en kN} \quad (31)$$

$$W_{P,X} = W_P * \text{sen}(18^\circ), \text{ peso de peine en direccion del eje auxiliar x, en kN.} \quad (32)$$

$$W_{P,Y} = W_P * \text{cos}(18^\circ), \text{ peso de cadena en direccion del eje auxiliar y, en kN.} \quad (33)$$

$$W_{PEINE} = m_{PEINE} * 9.81 \text{ m/s}^2, \text{ peso de caña, en kN.} \quad (34)$$

$$m_{PEINE} = 28.69 \text{ kg. (Anexo 6)}$$

$$W_{P,f} = W_{P,NORMAL} * f, = W_{P,Y} * f, \text{ fuerza de friccion de la caña, en kN.} \quad (35)$$

$f = \text{coeficiente de friccion del acero en acero.}$

Por lo tanto, determinando (34):

$$W_P = m_{CADENA} * g$$

$$W_P = (28.67 \text{ kg}) * (\text{Cant. hileras}) (\text{Peines/hilera}) * 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$W_P = (28.67 \text{ kg}) * (12)(32) * 9.81 \text{ m/s}^2 * \frac{1}{1000}$$

$$\mathbf{W_P = 53.99 \text{ kN}}$$

Por descomposición de fuerzas para (32) y (33):

$$W_{P,X} = W_{CD} * \text{sen}(18^\circ)$$

$$\mathbf{W_{P,X} = 16.68 \text{ kN}}$$

$$W_{P,Y} = W_P * \text{cos}(18^\circ)$$

$$\mathbf{W_{P,Y} = 51.35 \text{ kN}}$$

La componente $W_{CD,Y}$ nos servirá para calcular la fuerza de fricción (35):

$$W_{P,Y} = W_{P,NORMAL} = 51.35 \text{ kN}$$

$$W_{P,f} = W_{P,NORMAL} * f$$

El coeficiente de fricción f será 0.74 según Anexo 5:

$$W_{P,f} = 51.35 \text{ kN} * 0.74$$

$$W_{P,f} = \mathbf{38.00 \text{ kN}}$$

Entonces:

$$F_{PEINE} = W_{CD,X} + W_{CD,f}$$

$$F_{PEINE} = \mathbf{54.68 \text{ kN}}$$

e. Potencia requerida actual y factor de servicio

La potencia necesaria para conductores de arrastre según Rein, 2012, se puede estimar con el producto de la tensión en la cadena de arrastre, la velocidad lineal y un factor de servicio que debe estar entre 1.5 y 2, entonces:

$$P = fs * F * v \quad (36)$$

Donde:

P = potencia requerida, en kW.

fs = factor de servicio, 1.5 a 2.

F = Tensión en la cadena de arrastre, kN.

v = velocidad lineal de la cadena, en m/s.

De la Tabla 7 sabemos que la potencia real debería aproximarse inferiormente a 40 HP, para esto el factor de servicio asumido sería 1.5 aproximadamente ya que además de este factor, la potencia es afectada por las eficiencias del reductor, la transmisión por cadenas y del motor eléctrico y estos hacen elevar el valor del reductor y sobrepasaría los 40 HP del motor existente. Reemplazando solo el factor de servicio 1.5 nos queda:

$$P = 1.5 * (F_{CAÑA} + F_{CADENA} + F_{PEINE}) * \left(4.52 \frac{m}{min} * \frac{min}{60 seg}\right)$$

$$P = 1.5 * (91.55 + 73.98 + 54.68)kN * \left(4.52 \frac{m}{min} * \frac{min}{60 seg}\right)$$

$$P = 24.88 kW$$

$$P = 33.37 HP$$

3.5.2. Modificaciones de Mesa de Caña N°1

Análogo a los cálculos anteriores, realizamos el cálculo completo de la mesa con las modificaciones mencionadas anteriormente de acuerdo propuesta de solución seleccionada (Propuesta 3). Los nuevos cálculos de muestran en el Anexo 7 realizado con el software Microsoft Excel y cuyos resultados son los siguientes:

- Potencia requerida total: 41 kW (55.02 HP)
- Potencia requerida por eje: 20.5 kW (27.51 HP)
- Tensión total en la cadena de arrastre: 363.08 kN
- Tensión en cada hilera de cadena de arrastre (12 hileras): 30.26 kN
- Radio de estrella nueva (Paso 8pulg): 0.36 m
- Momento torsor por eje: 65.48 kN.m

a) Diseño y selección de elementos de potencia

• Diseño de eje de mando

Como se expuso en la Tabla 4 en el punto 3.2.2 del presente informe, son dos los ejes de mando, idénticos y concéntricos los que arrastraran la caña hacia la parte superior de la mesa N°1. Los ejes serán sólidos y con transmisiones y apoyos independientes como muestra la figura a continuación.

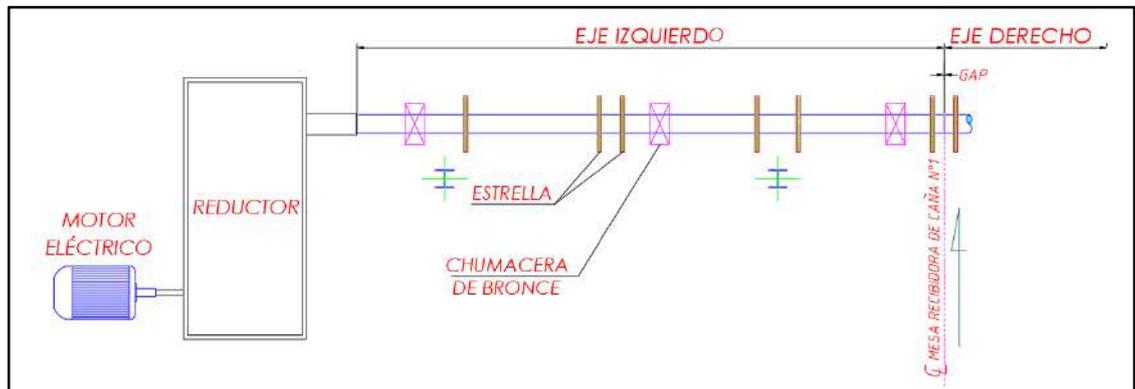


Figura 19. Lado izquierdo de Mesa de caña N°1 y eje de mando.

Fuente: Elaboración propia

El siguiente procedimiento se refiere al eje de mando izquierdo y lógicamente los resultados se replicarán para el eje derecho. El eje será un elemento que está expuesto a esfuerzos combinados de torsión y flexión, por tanto, el tipo de acero comercial escogido es el acero AISI/SAE 1045, ya que posee una buena resistencia y bajo costo con respecto a los aceros de baja aleación. Sus principales características se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 8. Características mecánicas del Acero SAE/AISI 1045 Laminado en caliente.

ACERO	Resistencia a la fluencia S_y MPa	Resistencia a la Tensión S_{ut} MPa	Límite de Elasticidad GPa
SAE/AISI 1045	310	570	200

Fuente: G. Budynas & Keith Nisbett, 2012.

○ **Análisis y diseño estático de eje**

Para este análisis debemos calcular todas reacciones en los apoyos y puntos donde se aplican fuerzas, con esto realizar los diagramas de esfuerzos cortantes y momento flector. Las fuerzas que intervienen se desarrollan en dos planos YZ y XZ ya que la fuerza de tensión de la cadena de arrastre se encuentra inclinada 50° con respecto a la horizontal. Para la ubicación de las cargas intervinientes se consideró:

- Mantener la ubicación actual de las estrellas.
- Tener tres chumaceras por eje para aumentar estabilidad y resistencia a la flexión del eje.

A continuación, se detalla la disposición de fuerza y la descripción de estas.

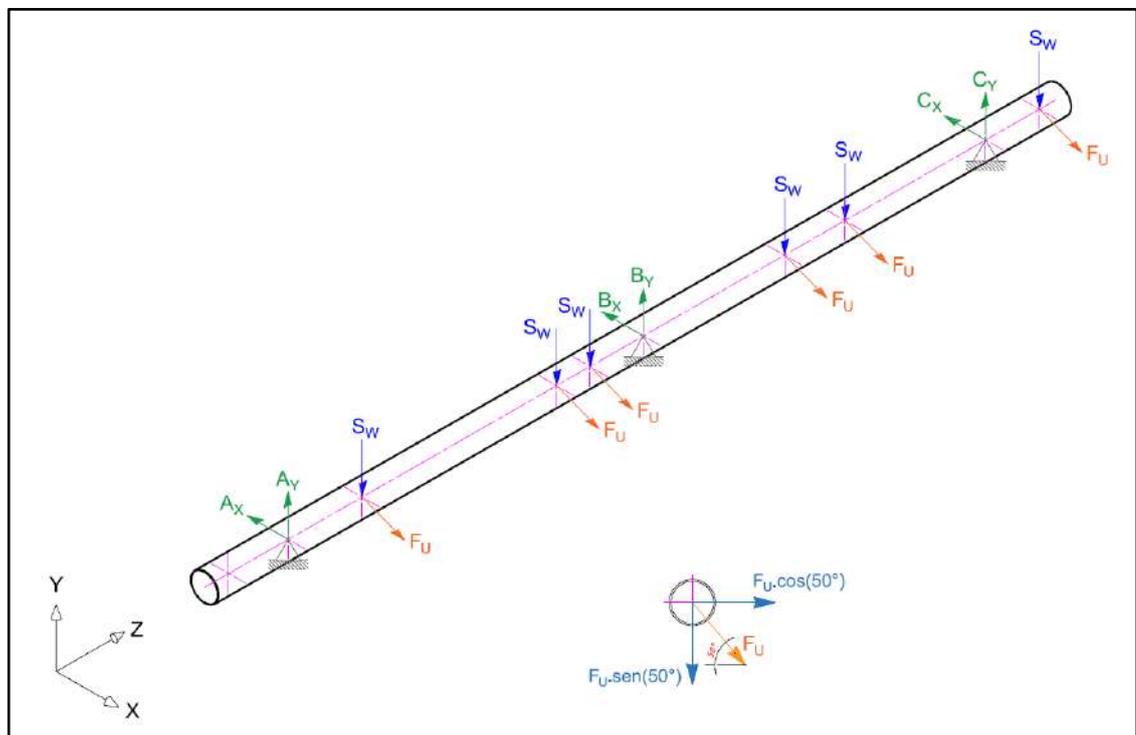


Figura 20. Isométrico de diagrama de cuerpo libre de eje de mando.

Fuente: Elaboración propia

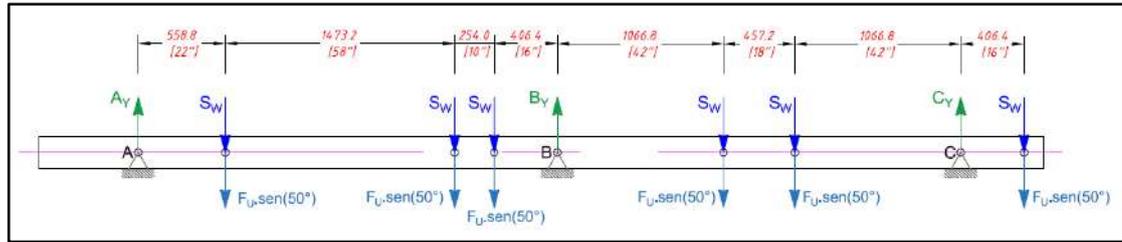


Figura 21. Diagrama de cuerpo libre de eje de mando, Plano YZ.

Fuente: Elaboración propia

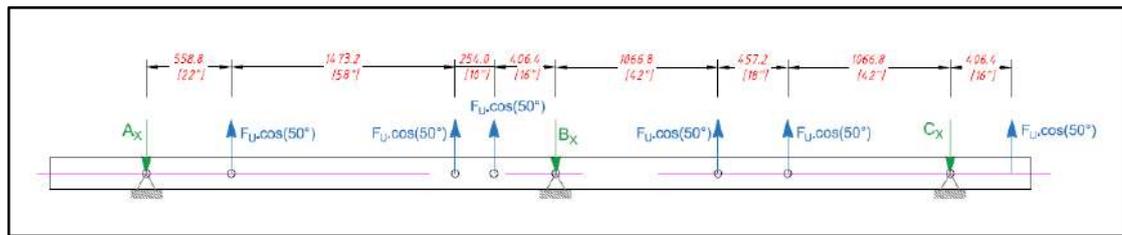


Figura 22. Diagrama de cuerpo libre de eje de mando, Plano XZ

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Leyenda de fuerzas de diagramas de Figuras 19,20 y 21.

Marca	Descripción	Valor kN
Sw	Peso estimado de estrella.	2.45
F _U	Tensión en cada hilera de cadena de arrastre a 50° con respecto a la horizontal.	30.26
F _U .sen(50°)	Componente de la tensión de cadena en dirección Y.	23.18
F _U .cos(50°)	Componente de la tensión de cadena en dirección X.	19.45
A _x	Reacción del apoyo A en dirección al eje X.	**
A _y	Reacción del apoyo A en dirección al eje Y.	**
B _x	Reacción del apoyo B en dirección al eje X.	**
B _y	Reacción del apoyo B en dirección al eje Y.	**
C _x	Reacción del apoyo C en dirección al eje X.	**
C _y	Reacción del apoyo C en dirección al eje Y.	**

Nota:

La carga puntual en el plano YZ será la suma de las cargas Sw y F_U.sen(50°) resultando: 25.63 kN

La carga puntual en el plano XZ será solo la carga F_U.cos(50°): 19.45 kN

*(**) Valores aun no determinados*

Fuente: Elaboración propia.

Nos encontramos con caso de eje hiperestático o estáticamente indeterminado, lo que nos indica que las ecuaciones de sumatorias de fuerzas y momentos no serán suficientes para hallar el valor de todas las variables. Para resolver este sistema emplearemos el método de los tres momentos.

$$M_A \cdot L_1 + 2M_B(L_1 + L_2) + M_C \cdot L_2 = \frac{-6 \cdot A_1 \cdot a_1}{L_1} - \frac{6 \cdot A_2 \cdot b_2}{L_2} \quad (37)$$

Donde:

M_A = Momento flector en el apoyo A, en kN.m

M_B = Momento flector en el apoyo B, en kN.m

M_C = Momento flector en el apoyo C, en kN.m

L_1 = Distancia entre el apoyo A y B, en m

L_2 = Distancia entre el apoyo B y C, en m

A_1 = Area del momento flector isostático en el tramo A – B, en kN.m³

a_1 = Distancia del centroide del diagrama de momento flector al apoyo A, en m

A_2 = Area del momento flector isostático en el tramo B – C, en kN.m³

a_2 = Distancia del centroide del diagrama de momento flector al apoyo C, en m

El momento M_A tendrá un valor de cero (0) ya se encuentra al inicio del eje.

El momento M_C se puede estimar multiplicando la carga el voladizo de 25.63 kN.m y la distancia hasta este apoyo, resultando 10.416 kN.m. El momento M_B es la incógnita que se hallará.

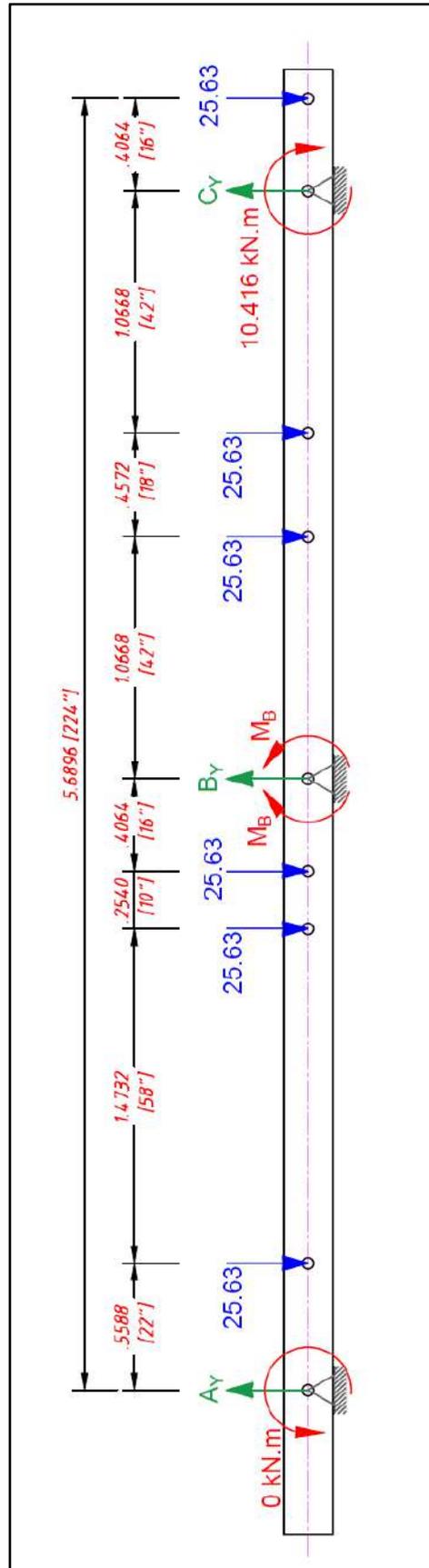


Figura 23. Diagrama de cuerpo libre con cargas de eje de mando en el plano XY
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, comenzaremos analizando el eje en el plano YZ, se separará en tramos AB y BC para obtener los diagramas de momento flectores los cuales son necesarios para la aplicación de la fórmula de los tres momentos. El estudio se desarrollará con las ecuaciones de equilibrio ya que no se trata de un sistema complejo y se designará con la inicial "R" a las reacciones de los apoyos en este subanálisis. El resultando lo muestran los diagramas siguientes.

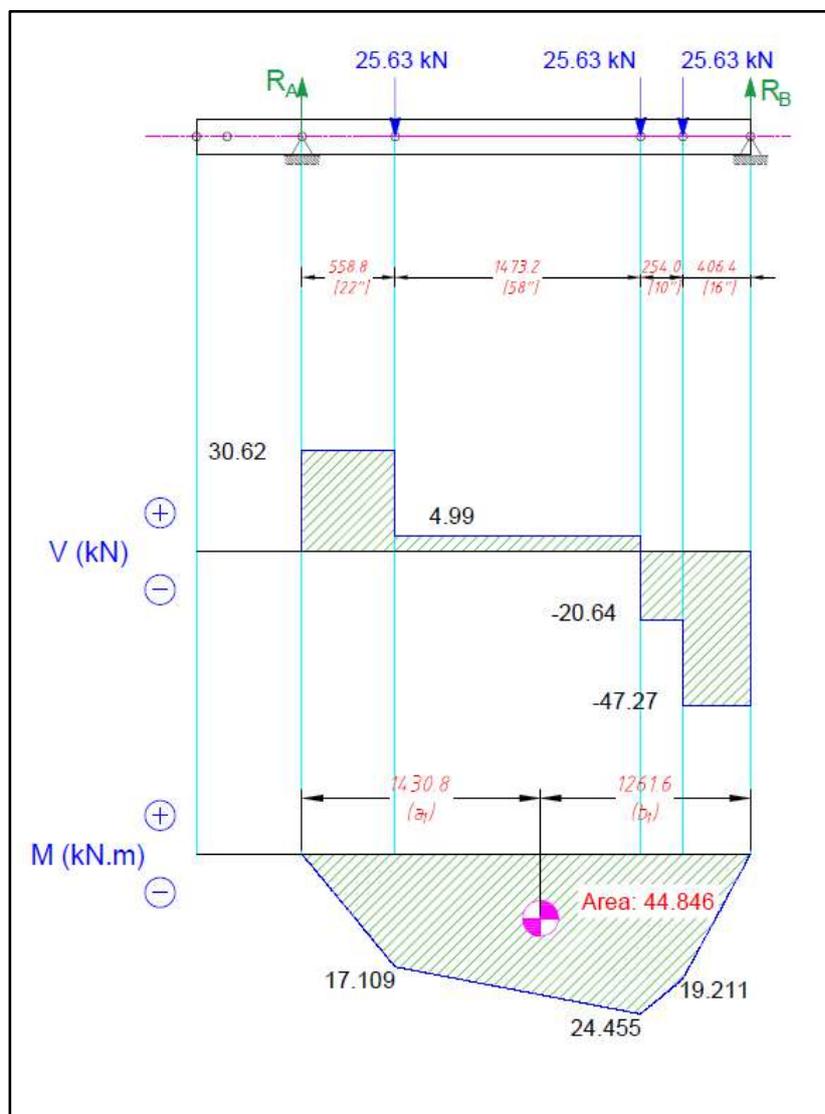


Figura 24. Diagramas de esfuerzo cortante V y Momento flector M de tramo AB en el plano YZ.

Fuente: Elaboración propia.

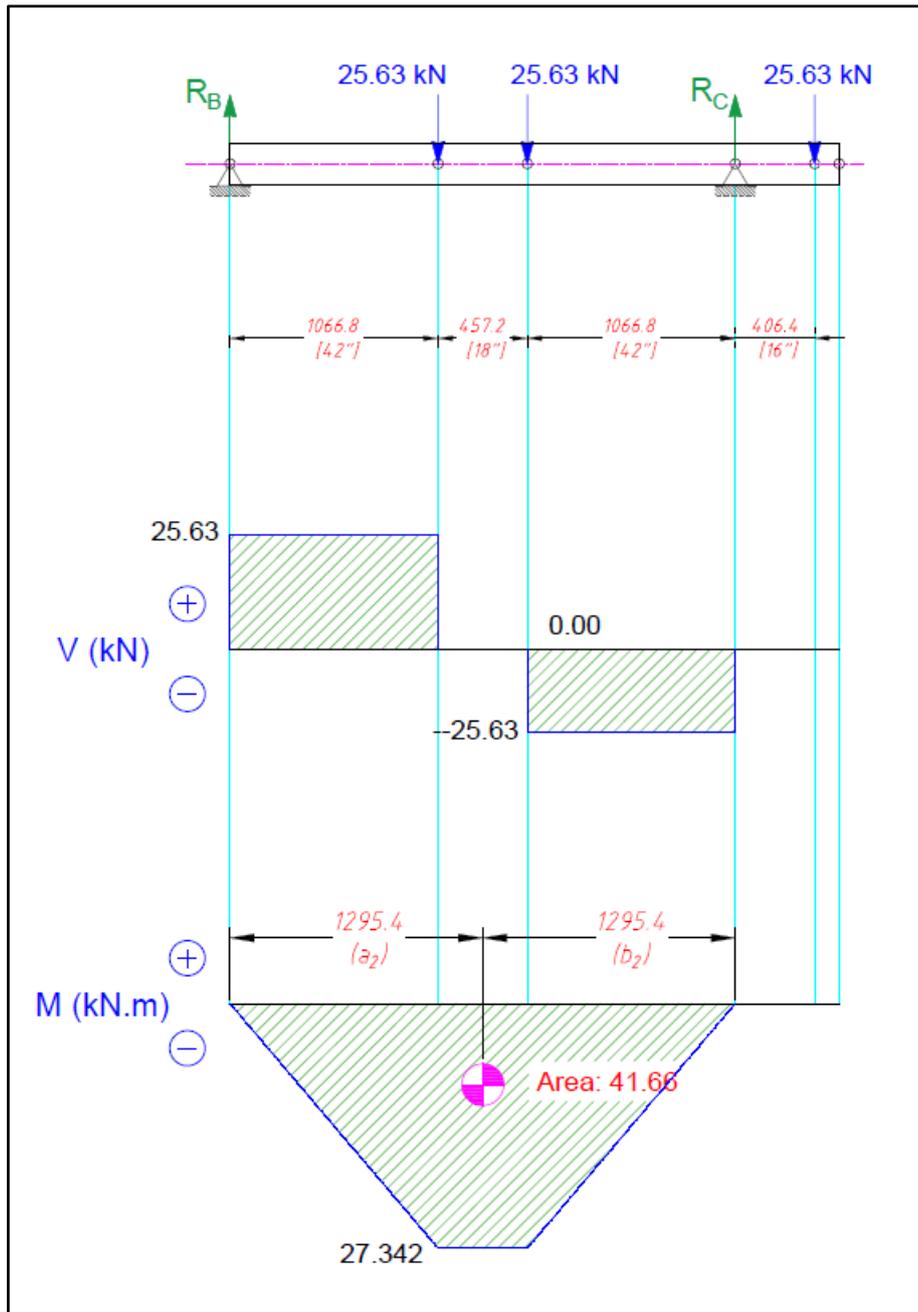


Figura 25. Diagramas de esfuerzo cortante V y momento flector M de tramo BC en el plano YZ.

Fuente: Elaboración propia.

Reemplazando los datos de los diagramas obtenidos en la fórmula de los tres momentos.

$$M_A \cdot L_1 + 2M_B(L_1 + L_2) + M_C \cdot L_2 = \frac{-6 \cdot A_1 \cdot a_1}{L_1} - \frac{6 \cdot A_2 \cdot b_2}{L_2}$$

$$0 \times 2.69 + 2M_B(2.69 + 2.59) + 10.42 \times 2.59 = \frac{-6 \times 44.85 \times 1.43}{2.69} - \frac{6 \times 41.66 \times 1.29}{2.59}$$

$$M_B = 27.9 \text{ kN.m}$$

Luego de hallar el valor de M_B los tramos del eje quedan como la siguiente figura, donde:

$A_Y =$ Reacción del apoyo A, en kN

$B_Y = V'_B + V''_B$, reacción del apoyo B, en kN.m

$C_Y = V'_C + V''_C$, reacción del apoyo C, en kN.m

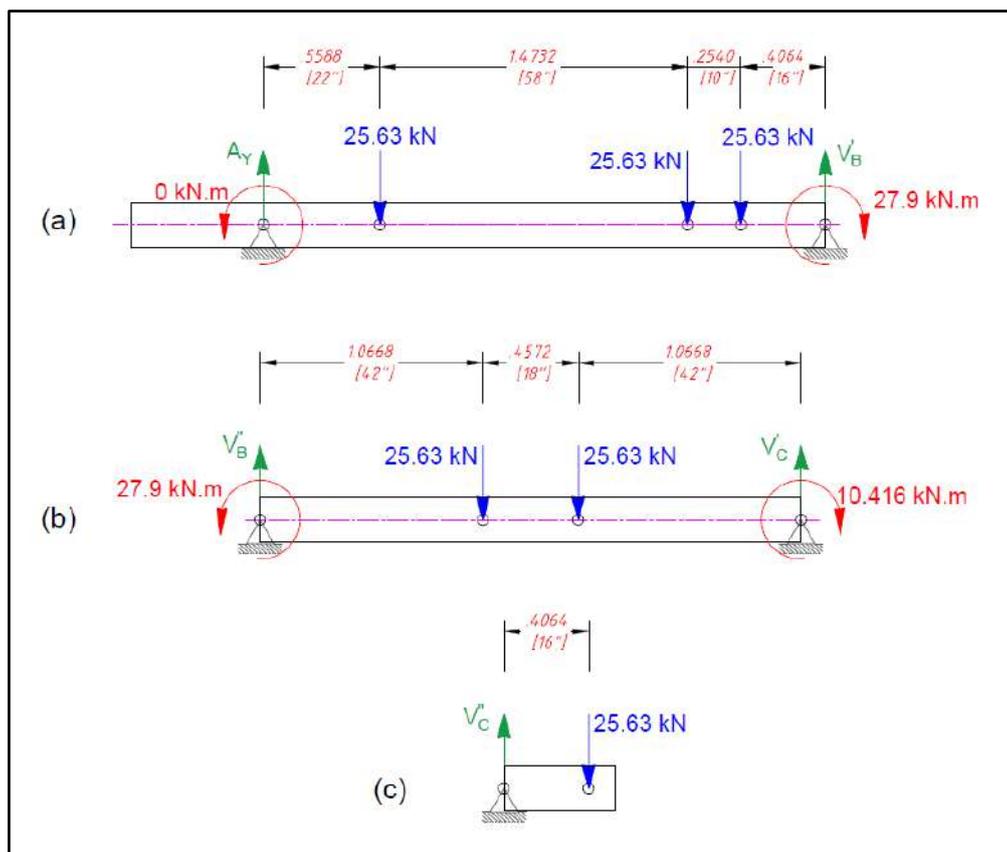


Figura 26. Tramos de eje en el plano YZ después de aplicar el método de los tres momentos.

Fuente: Elaboración propia.

Analizando el tramo de la Figura 26 (a) tenemos que:

$$\sum F_Y + \uparrow = 0:$$

$$A_Y + V'_B - 25.63 - 25.63 - 25.63 = 0$$

$$A_Y + V'_B = 76.89 \text{ kN}$$

$$\sum M_A + \curvearrowright = 0:$$

$$-25.63(0.558 + 2.032 + 2.286) - 27.9 + V'_B(2.6924) = 0$$

$$V'_B(2.6924) = 152.89$$

$$\mathbf{V'_B = 56.79 \text{ kN}}$$

Entonces:

$$\mathbf{A_Y = 20.10 \text{ kN}}$$

Analizando el tramo de la Figura 26 (b) tenemos que:

$$\sum F_Y + \uparrow = 0:$$

$$V''_B + V'_C - 25.63 - 25.63 = 0$$

$$V''_B + V'_C = 51.26 \text{ kN}$$

$$\sum M_B + \curvearrowright = 0:$$

$$27.9 - 25.63(1.0668 + 1.524) - 10.416 + V'_C(2.5908) = 0$$

$$V'_C(2.5908) = 48.92$$

$$V'_C = 18.88 \text{ kN}$$

Entonces:

$$V''_B = 32.38 \text{ kN}$$

Analizando el tramo de la Figura 26 (c) tenemos que:

$$\sum F_Y + \uparrow = 0:$$

$$V''_C - 25.63 = 0$$

$$V''_C = 25.63 \text{ kN}$$

De lo que las reacciones nos resultarían:

$$A_Y = 20.10 \text{ kN}$$

$$B_Y = V'_B + V''_B = 56.79 \text{ kN} + 32.38 \text{ kN} = 89.17 \text{ kN}$$

$$C_Y = V'_C + V''_C = 18.88 \text{ kN} + 25.63 \text{ kN} = 44.51 \text{ kN}$$

Con las respectivas reacciones y esfuerzos cortantes en el eje podemos graficar los diagramas de esfuerzos cortantes y momentos flectores por el método de áreas para el plano YZ.

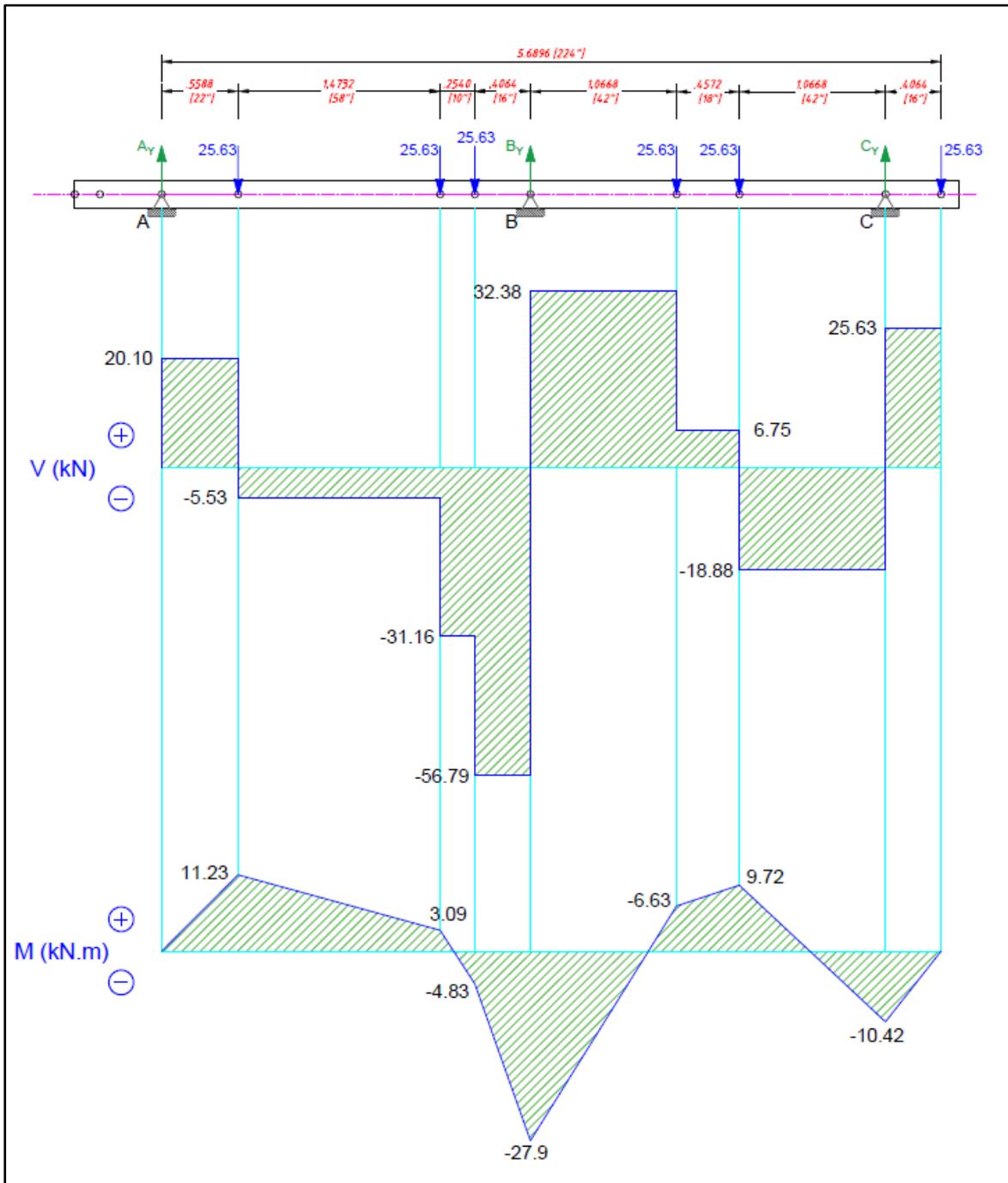


Figura 27. Diagrama de esfuerzo cortante V y momento flector M en el plano YZ.

Fuente: Elaboración propia.

Analógicamente a lo que se realizó anteriormente se analizará el eje en el plano XZ, siendo el resultado del mismo la siguiente figura.

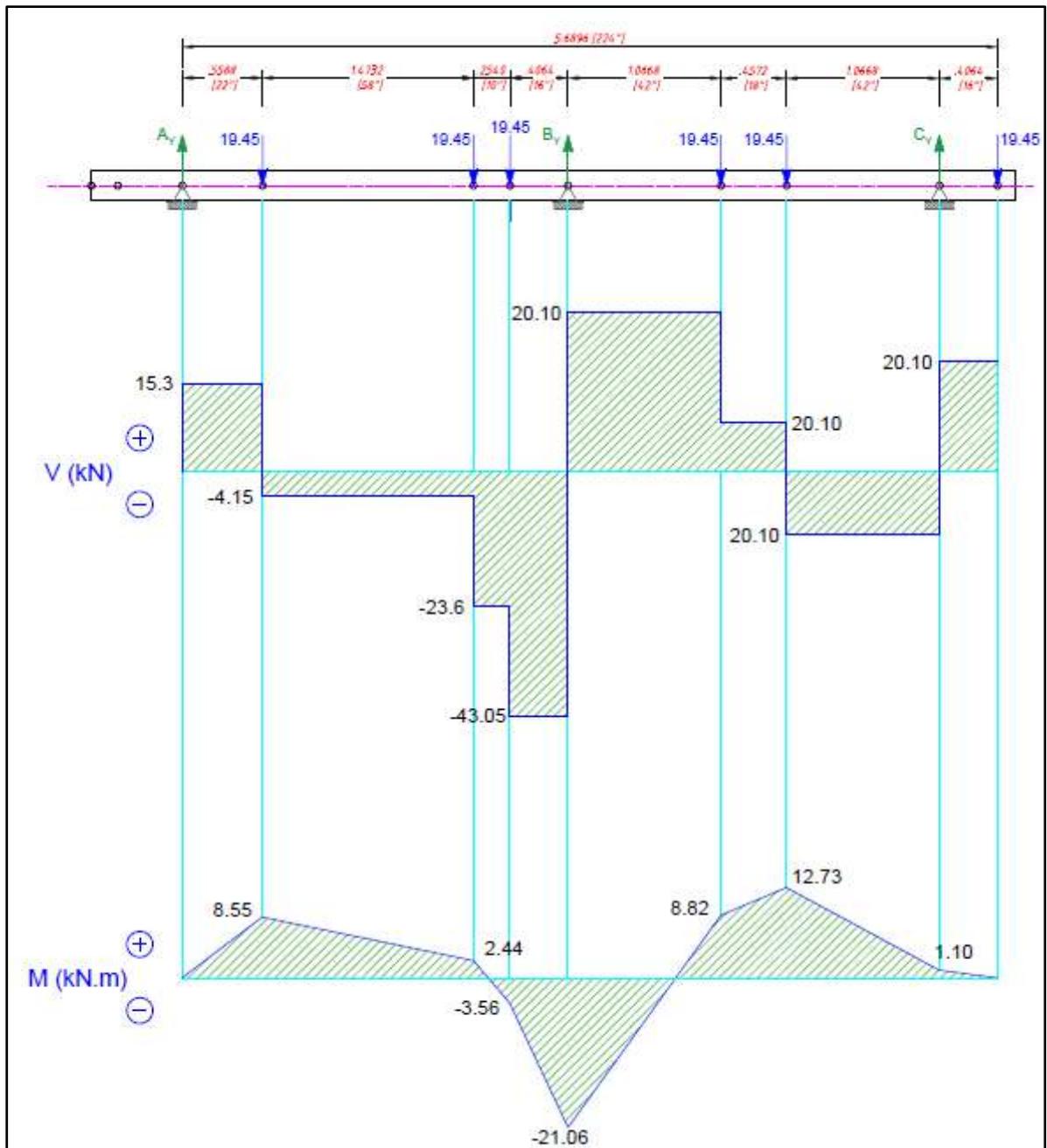


Figura 28. Diagrama de esfuerzo cortante V y momento flector M en el plano XZ.

Fuente: Elaboración propia.

Con los momentos flexionantes en los planos YZ y XZ se puede determinar momentos flectores resultantes con la siguiente formula.

$$M = \sqrt{(M_{YZ})^2 + (M_{XZ})^2} \quad (38)$$

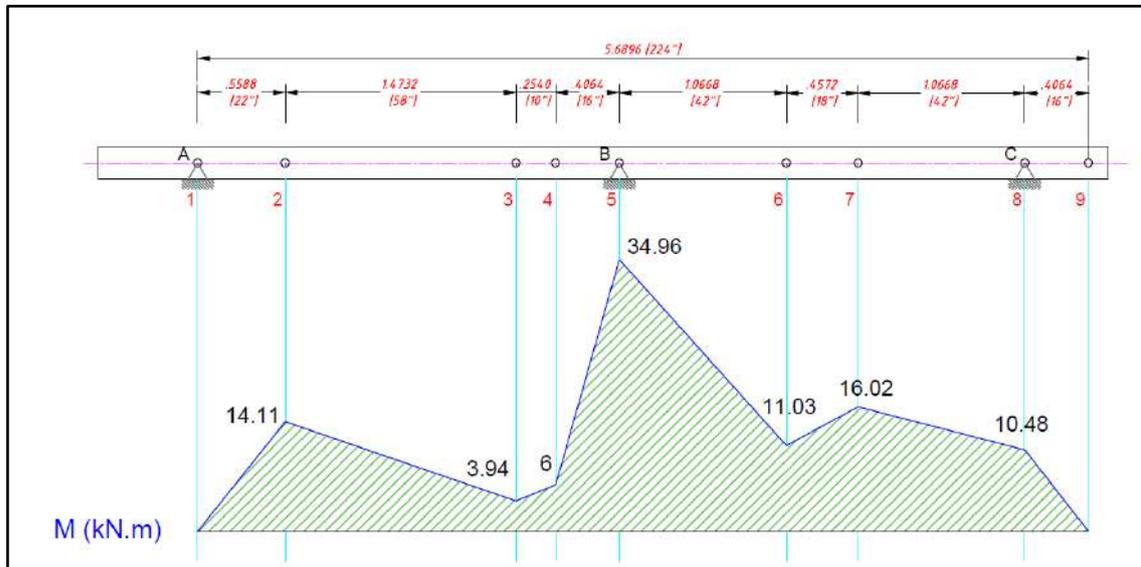


Figura 29. Diagrama de momentos flectores resultantes de eje de mando.

Fuente: Elaboración propia.

Para la aplicación de la ecuación del código ASME para un eje macizo fue necesario el cálculo de momento flector y momento torsor.

$$d^3 = \frac{16}{\pi S_s} \sqrt{(K_b M_b)^2 + (K_t M_t)^2} \quad (39)$$

Donde:

$M_t = 65.48$, Momento de torsion, en kN.m

$M_b = 34.96$, Momento de flexión, en kN.m

$K_b = 2$, Factor combinado de choque para momento flector (Anexo 13).

$K_t = 1.5$, Factor combinado de choque para momento torsor (Anexo 13).

$S_s = 6000 \text{ psi} = 41368.56 \text{ kPa}$, esfuerzo permisible para ac. comercial.

d = Diametro de eje, en m.

Reemplazando en (39):

$$d^3 = \frac{16}{\pi S_s} \sqrt{(K_b M_b)^2 + (K_t M_t)^2}$$

$$d^3 = \frac{16}{\pi(41368.56 \text{ kPa})} \sqrt{(2 \times 34.96)^2 + (1.5 \times 65.48)^2}$$

$$d = 0.24575m = 245.75mm \approx 9.5 \text{ pulg}$$

○ **Estimación de diámetro de eje por fallas por fatiga**

Es necesario hacer un análisis de falla por fatiga ya que nuestro eje está expuesto a cargas variables y combinaciones de momentos torsionales y flexionantes. Utilizaremos la bibliografía de Shigley y el criterio de Goodman. Ya que el eje es escalonado analizaremos el punto 5 como punto más crítico hallando los diámetros en la chumacera y escalón continuo. El par torsor antes calculado estará presente en todos los puntos del eje y los momentos flexionantes cambiarán de acuerdo al punto de análisis.

Tabla 10. Momentos flectores resultantes de eje.

PUNTO	VALOR	UNIDAD
1	0	kN.m
2	14.11	kN.m
3	3.94	kN.m
4	6	kN.m
5	34.96	kN.m
6	11.03	kN.m
7	16.02	kN.m
8	10.48	kN.m
9	0	kN.m

Fuente: Elaboración propia.

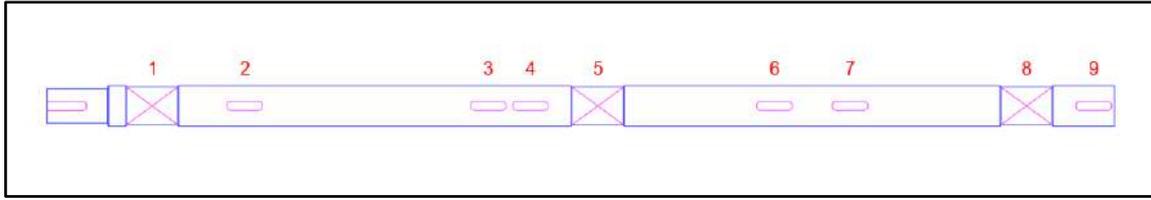


Figura 30. Perspectiva y puntos de análisis de eje de mando.

Fuente: Elaboración propia.

Entonces para el punto de análisis:

$$T_m = 65.48 \text{ kN.m}$$

$$T_a = 0 \text{ kN.m}$$

$$M_m = 0 \text{ kN.m}$$

$$M_a = 34.96 \text{ kN.m}$$

Donde:

T_m = Momento torsor medio en el punto de analisis.

T_a = Momento torsor alternante en el punto de analisis.

M_m = Momento flexionante medio en el punto de analisis.

M_a = Momento flexionante alternante en el punto de analisis.

Se determinó la resistencia corregida a la fatiga del material:

$$S'_e = \begin{cases} 0.5S_{ut} & S_{ut} \leq 200 \text{ kpsi (1400 MPa)} \\ 100 \text{ kpsi} & S_{ut} > 200 \text{ kpsi} \\ 700 \text{ MPa} & S_{ut} > 1400 \text{ MPa} \end{cases} \quad (40)$$

Donde:

S'_e = Resistencia a la fatiga del material, en MPa

S_{ut} = 570 MPa, resistencia ultima a la tension del material.

Reemplazando en la primera condición de la ecuación (40):

$$S'_e = 0.5(570 \text{ MPa})$$

$$\mathbf{S'_e = 285 \text{ MPa}}$$

Ahora para hallar el límite de resistencia a la fatiga utilizaremos la siguiente ecuación.

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e \quad (41)$$

Donde:

$S_e =$ Límite de resistencia a la fatiga, en MPa

$k_a = 0.839$, Factor de superficie (Anexo 14).

$k_b = 0.636$, Factor de tamaño con diámetro de 245.75 mm (Anexo 14).

$k_c = 1$, Factor de carga (Anexo 14).

$k_d = 1$, Factor de temperatura (Anexo 14).

$k_e = 0.814$, Factor de confiabilidad al 99% (Anexo 14).

$k_f = 1$, Factor de efectos varios.

Reemplazando en la ecuación (41) de límite de resistencia a la fatiga:

$$S_e = (0.839)(0.636)(1)(1)(0.814)(1)(285 \text{ MPa})$$

$$\mathbf{S_e = 123.88 \text{ MPa}}$$

Para la estimación del diámetro de un eje, Goodman no propone la siguiente ecuación:

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{ut}} \left[4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3} \quad (42)$$

Pero con los valores de $T_a = 0$ kN.m y $M_m = 0$ kN.m, la ecuación (42) se simplificaría hasta:

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} \left[4(K_f M_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{S_{ut}} \left[3(K_{fs} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3} \quad (43)$$

Donde:

$d =$ *Diametro aproximado, en m.*

$n = 1.5$, *Factor de seguridad usual para el diseño de ejes.*

$K_f =$ *Factor de concetracion de esfuerzo por fatiga en flexión.*

$K_{fs} =$ *Factor de concetracion de esfuerzo por fatiga en torsión.*

Para los factores de concentración de esfuerzos se proponen las siguientes ecuaciones.

$$K_f = 1 + q(K_t - 1) \quad (44)$$

$$K_{fs} = 1 + q_{cortante}(K_{ts} - 1) \quad (45)$$

Donde:

$q =$ *Sensibilidad a la muesca (Anexo 15).*

$q_{cortante} =$ *Sensibilidad a la muesca (Anexo 16).*

$K_t =$ *Factor de concetracion de esfuerzo por flexión (Anexo 17).*

$K_{ts} =$ *Factor de concetracion de esfuerzo por torsion (Anexo 18).*

Tabla 11. Factor de concentración de esfuerzos Kt

	Flexion	Torsion	Axial
Filete de hombro: agudo (r/d=0.02)	2.7	2.2	3.0
Filete de hombro: bien redondeado (r/d=0.1)	1.7	1.5	1.9
Cuñero fresado (r/d=0.02)	2.2	3.0	-
Cuñero de patín o trapezoidal	1.7	-	-
Ranura para anillo de retención	5.0	3.0	3.0

Fuente: G. Budynas & Keith Nisbett, 2012.

Para efectos de cálculo primero debemos asumir que $q=1$, lo que quiere decir que el material tiene total sensibilidad a la muesca y los factores de concentración de esfuerzos resultarían según tabla:

$$K_t = K_f = 1.7 \quad (46)$$

$$K_{ts} = K_{fs} = 1.5 \quad (47)$$

Reemplazando en la ecuación (26):

$$d_1 = \left(\frac{16(1.5)}{\pi} \left\{ \frac{1}{123.88 \times 10^3} [4(1.7 \times 34.96)^2]^{1/2} + \frac{1}{570 \times 10^3} [3(1.5 \times 65.48)^2]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

$$d_1 = 0.2658 \text{ m} = 212.60 \text{ mm}$$

$$d_1 \approx 8.5 \text{ pulg} = 215.9 \text{ mm}$$

La relación entre diámetros de un escalón $D2/d1$ según catálogos nos recomiendan un valor de entre 1.2 y 1.5, del cual escogeremos 1.2 para ser conservadores y determinar el diámetro aproximado del siguiente escalón del eje.

$$d_2 = 1.2(d_1) \quad (48)$$

$$d_2 = 1.2(215.9 \text{ mm})$$

$$d_2 = 259.08 \text{ mm}$$

$$d_2 \approx 10 \text{ pulg} = 254 \text{ mm}$$

Con el valor de d_1 calculado anteriormente se corregirá el valor del límite de resistencia a la fatiga, ya que el factor de tamaño (k_b) es afectado directamente por el diámetro.

$$k_b = 1.51d^{-0.157}.(\text{Anexo 14})$$

$$k_b = 1.51(215.9)^{-0.157}$$

$$k_b = 0.649$$

Entonces en (41):

$$S_e = (0.839)(0.649)(1)(1)(0.814)(1)(285 \text{ MPa})$$

$$S_e = 126.43 \text{ MPa}$$

A partir de este punto se recalculará los factores de concentración de esfuerzos por fatiga (K_f y K_{fs}) que nos ayudaran al cálculo de esfuerzos de flexión y torsión medios y alternantes, necesarios para el cálculo del factor de seguridad según Goodman.

El radio de filete según el proveedor de las chumaceras es de 6 mm (1/4"), dato que nos ayuda para hallar la relación entre el radio y el diámetro d_1 :

$$\frac{r}{d_1} = 0.03 \quad (49)$$

Con los valores de diámetro de eje aproximados se puede determinar los valores para sensibilidad de muesca y factores de concentración de esfuerzos con ayuda de tablas y gráficos anexados al presente informe, así los factores de

concentraciones de esfuerzos por fatiga se recalcularían reemplazando en las ecuaciones (44) y (45).

$$K_f = 1 + 0.84(1.4 - 1)$$

$$\mathbf{K_f = 1.336}$$

$$K_{fs} = 1 + 1(1.2 - 1)$$

$$\mathbf{K_{fs} = 1.2}$$

En elementos medios como alternantes se presenta esfuerzos de flexión, torsión o axiales, aunque estos últimos usualmente son despreciables como en este caso. Para ejes solidos de sección transversal redonda, los esfuerzos medios y alternantes son:

$$\sigma_a = K_f \frac{32M_a}{\pi d^3} \quad (50)$$

$$\sigma_m = K_f \frac{32M_m}{\pi d^3} \quad (51)$$

$$\tau_a = K_{fs} \frac{16T_a}{\pi d^3} \quad (52)$$

$$\tau_m = K_{fs} \frac{16T_m}{\pi d^3} \quad (53)$$

Donde:

$d = 0.2159 \text{ m} = 8.5 \text{ pulg}$, *Diametro estimado del eje en el punto 5 del eje.*

$\sigma_a =$ *Esfuerzo alternante debido a la flexion, en MPa.*

$\sigma_m =$ *Esfuerzo medio debido a la flexion, en MPa.*

$\tau_a =$ *Esfuerzo alternante debido a la torsión, en MPa.*

$\tau_m =$ Esfuerzo medio debido a la torsión, en MPa.

$K_f = 1.336$, Factor de concentración de esfuerzo por fatiga en flexión.

$K_{fs} = 1.2$, Factor de concentración de esfuerzo por fatiga en torsión.

$T_m = 65.48 \text{ kN.m}$, Momento torsor medio en el punto de análisis.

$T_a = 0 \text{ kN.m}$, Momento torsor alternante en el punto de análisis.

$M_m = 0 \text{ kN.m}$, Momento flexionante medio en el punto de análisis.

$M_a = 34.96 \text{ kN.m}$, Momento flexionante alternante en el punto de análisis.

Reemplazando los valores en las ecuaciones anteriores:

$$\sigma_a = 1.336 \frac{32(34.96 \text{ kN.m})}{\pi(0.2159 \text{ m})^3}$$

$$\sigma_a = 47.27 \text{ MPa}$$

$$\sigma_m = 1.336 \frac{32(0 \text{ kN.m})}{\pi(0.2159 \text{ m})^3}$$

$$\sigma_m = 0$$

$$\tau_a = 1.2 \frac{16(0 \text{ kN.m})}{\pi(0.2159 \text{ m})^3}$$

$$\tau_a = 0$$

$$\tau_m = 1.2 \frac{16(65.48 \text{ kN.m})}{\pi(0.2159 \text{ m})^3}$$

$$\tau_m = 39.76 \text{ MPa}$$

Para ejes giratorios, redondos y solidos los esfuerzos equivalentes que combinan los esfuerzos medios y alternantes están dadas por:

$$\sigma'_a = (\sigma_a^2 + 3\tau_a^2)^{1/2} \quad (54)$$

$$\sigma'_m = (\sigma_m^2 + 3\tau_m^2)^{1/2} \quad (55)$$

Donde:

σ'_a = Esfuerzo alternante equivalente, en MPa.

σ'_m = Esfuerzo medio equivalente, en MPa.

Reemplazando en las ecuaciones (54) y (55):

$$\sigma'_a = ((47.27 \text{ MPa})^2 + 3(0)^2)^{1/2}$$

$$\sigma'_a = 47.27 \text{ MPa}$$

$$\sigma'_a = ((0)^2 + 3(39.76)^2)^{1/2}$$

$$\sigma'_a = 68.87 \text{ MPa}$$

El factor de seguridad de falla por fatiga se calcula de acuerdo al criterio de Goodman con la siguiente relación:

$$\frac{1}{n_{fatiga}} = \frac{\sigma'_a}{S_e} + \frac{\sigma'_m}{S_{ut}} \quad (56)$$

Reemplazando los valores calculados:

$$\frac{1}{n_{fatiga}} = \frac{47.27 \text{ MPa}}{127.64 \text{ MPa}} + \frac{68.87 \text{ MPa}}{570 \text{ MPa}}$$

$$n_{fatiga} = 2.02$$

De manera complementaria se puede hallar el factor de seguridad por esfuerzo máximo según Von Mises de la siguiente manera.

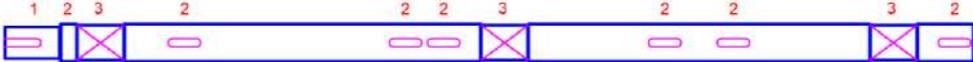
$$n_{V.M.} = \frac{S_y}{\sigma'_{max}} = \frac{S_y}{[(\sigma_m + \sigma_a)^2 + 3(\tau_m + \tau_a)^2]^{1/2}} \quad (57)$$

$$n_{V.M.} = \frac{310}{[(0 + 47.27 \text{ MPa})^2 + 3(39.76 \text{ MPa} + 0)^2]^{1/2}}$$

$$n_{V.M.} = 3.7$$

De lo que podemos concluir que los diámetros deberían de estar entre 8.5 pulg. y 10 pulg. por tener valores de factor de seguridad favorables y mayores a 2 que es un vapor recomendado para ejes según la bibliografía. En base al análisis anterior se realizó un estudio para cada uno de los puntos del eje con ayuda de una plantilla en Microsoft Excel, el resumen y descripción de cada diámetro estimado y estandarizado se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 12. Diámetros estimados en eje de mando.



PUNTO	Factor de seguridad Goodman	Factor de seguridad Von Mises	Diámetro pulg (mm)
1	2.78	5.18	9.5 (241.3)
2	3.23	6.04	10 (254)
3	2.35	4.41	9 (228.6)

Fuente: Elaboración propia

- **Cálculo de chavetas de eje de mando**

Existentes libros o prontuarios de cálculos de taller que brindan las dimensiones de sección de chaveta para ejes de acuerdo al diámetro del eje, teniendo en cuenta la forma UNE 17.102 h1 o en su similar DIN 6885 (Anexo 19) como referencia.

El material que utilizaremos para la fabricación de las chavetas será el acero AISI 1020 y cuyas propiedades mecánicas más importantes se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 13. Características mecánicas del acero AISI 1020 recocido.

ACERO	Resistencia a la fluencia S_y MPa	Resistencia a la Tensión S_{ut} MPa	Límite de Elasticidad GPa
AISI 1020	235	410	205

Fuente: Catalogo Böhler.

Las dimensiones de la chaveta para un eje de 10 pulg (254 mm) es de 56mm de ancho y 32mm de alto como muestra la siguiente figura donde también se proyecta la fuerza cortante que afecta a la chaveta.

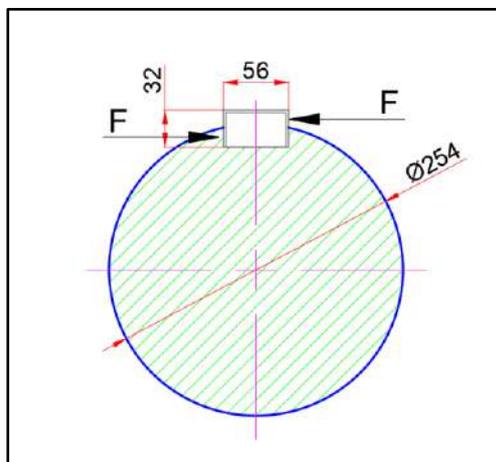


Figura 31. Dimensiones de chaveta para sección de eje de 254mm

Fuente: Elaboración propia.

Como las dimensiones como el alto y ancho nos proporcionan los manuales, se calculará solo la longitud de la chavera, para ello debemos hallar la fuerza cortante y la resistencia al cortante según Shigley. Para la sección del eje que transmite potencia movimiento a las estrellas tendríamos:

$$F_c = \frac{T_{sist.}}{r} \quad (58)$$

Donde:

F_c = Fuerza cortante, en kN.

T_{sist} = 65.48 kNm. Momento torsor del sistema.

r = radio de eje, en m.

Reemplazando:

$$F_c = \frac{65.48 \text{ kN} \cdot \text{m}}{(0.254\text{m})/2}$$

$$F_c = 515.6 \text{ kN}$$

La resistencia al cortante es:

$$S_{sy} = 0.577S_y \quad (59)$$

Donde:

S_y = Resistencia a la fluencia del material, en MPa.

$$S_{sy} = 0.577(235 \text{ MPa})$$

$$S_{sy} = 135.6 \text{ MPa}$$

- Longitud por falla por esfuerzo cortante:

$$l = \frac{F_c \cdot n}{b \cdot S_{sy}} \quad (60)$$

Donde:

l = longitud de chaveta a la fluencia, en m.

$n = 2$, factor de seguridad.

$b = 58 \text{ mm}$, ancho de chaveta.

Reemplazando en (43):

$$l = \frac{(515.6 \text{ kN})(2)}{(58 \text{ mm})(135.6 \text{ MPa})}$$

$$l = 0.13580 \text{ m} = 135.8 \text{ mm}$$

- Longitud por falla por aplastamiento:

$$l = \frac{F_c \cdot n}{(h_1) \cdot S_{sy}} \quad (61)$$

Donde:

$h_1 = 20 \text{ mm}$, profundidad de chaveta el en eje.

$n = 2$, factor de seguridad.

Reemplazando en (61):

$$l = \frac{(515.6 \text{ kN})(2)}{(20 \text{ mm})(135.6 \text{ MPa})}$$

$$l = 0.21740 \text{ m} = 219.4 \text{ mm}$$

De acuerdo a los dos análisis podemos aproximar la longitud de la chaveta entre eje y estrella:

$$l_{eje/estrella} \approx 220 \text{ mm}$$

Del mismo modo se calculó la longitud de la chaveta para el tramo de la transmisión que se determinó un diámetro de 9.5pulg (241.3 mm) resultando:

$$l_{eje/reductor} \approx 240 \text{ mm}$$

- **Selección de reductor**

Para la selección del reductor de velocidad tendremos en cuenta el procedimiento de selección del manual Paramax de reductores, marca con la que algunos equipos del área de trapiche trabajan actualmente.

Los datos de entrada que tenemos son:

Velocidad línea: 4.52 m/s

Diámetro de paso de estrella: 0.72m

Revoluciones de eje: 2.5 - 3 rpm

Torque del sistema: 65.48 kN.m

Potencia requerida para un eje: 20.5 kW

Del manual Paramax tenemos que:

$$P_E = P_M \times SF \quad (62)$$

Donde:

P_E = Potencia de transmisión equivalente, en kW.

P_M = Potencia de transmisión del sistema, en kW.

$SF = \text{Factor de servicio}$ (Anexo 20).

Reemplazando:

$$P_E = (20.5 \text{ kW})(2)$$

$$\mathbf{P_E = 41 \text{ kW}}$$

Para la selección del reductor es necesario estimar el ratio o relación de transmisión entre la velocidad de entrada y salida del reductor. Para que el rpm de salida sea 2.5 o superior según los especialistas, el rpm que entrega el motor eléctrico debe ser el mínimo posible, es por eso que consideramos motores de 6 polos y de potencia superior a 20.5 kW. Los rpm de estos son de 1180 y superiores.

Si el rpm de entrada es 1180:

$$\text{ratio} = \frac{RPM_{\text{entrada}}}{RPM_{\text{salida}}} = \frac{1180 \text{ rpm}}{2.5 \text{ rpm}} \quad (63)$$

$$\text{ratio} = 472$$

Con estas estimaciones podemos proyectar una ratio de 400 (423 real según proveedor) del catálogo de Paramax (Anexo 21), con esto la velocidad de salida será un poco mayor a 2.5 rpm, exactamente 2.8 rpm que no afectaría considerablemente al sistema.

Con los datos de ratio y potencia equivalente (P_E) se busca en la tabla de selección (Anexo 22) considerando:

$$P \geq P_E \quad (64)$$

$$P \geq 41 \text{ kW}$$

Seleccionamos el reductor 9115:

$$P = 46 \text{ kW} \geq 41 \text{ kW}$$

Según el manual Paramax debemos hacer un análisis de potencia termina con la siguiente relación:

$$P_T \times T_a \geq P_M \quad (65)$$

Donde:

$P_T =$ Potencia termica (Anexo 23), en kW.

$T_a =$ factor de correccion de temperatura para 30°C (Anexo 23).

$$210 \times 0.85 \geq 20.5$$

$$170.85 \text{ kW} \geq 20.5 \text{ kW} \quad OK.$$

De acuerdo a la nomenclatura para la selección y de las características calculadas el reductor sería el **PHD9115 P4-LR-400** para el lado izquierdo de la mesa de caña N°1y el reductor **PHD9115 P4-RL-400** para el derecho. Recordemos que se usaran dos reductores por ser dos ejes de mando.

Tabla 14. Características de reductor Paramax PHD9115 P4-LR-400

Característica	Descripción Cantidad	Unidad
Montaje	Horizontal	
Tamaño	1910x710x1000	mm
Torque nominal	207	kN.m
Potencia	46	kW
Posición de ejes	Paralelos	
Numero de etapas de engranajes	4	
Arreglo de ejes	LR y RL	
Ratio	400	
Diámetro de eje de entrada	60	mm
Diámetro de eje de salida	240	mm
Peso	4570	kg

Fuente: Sumitomo drive Technologies, 2020.

- **Selección de motor Eléctrico**

Para el mercado latinoamericano WEG, catálogo del cual seleccionaremos el motor, nos ofrece la línea W22 de sus motores. Optaremos por la versión IE3 (Premium Efficiency) una de sus mejores versiones en cuanto a eficiencia.

De acuerdo a la norma IEC 60034-5, el grado de protección será para nuestro caso IPW55, lo que significa que:

- Primer dígito 5: equipo protegido contra polvo, el involucro provee protección contra contacto con parte energizadas.
- Segundo dígito 5: equipo protegido contra chorros de agua proyectados desde cualquier dirección.
- Letra W: motor apto para operar bajo intemperies.

Primero debemos determinar la potencia eléctrica de la siguiente manera:

$$P_e = \frac{P_{sist.}}{(n_{reductor})(n_{motor})} \quad (66)$$

Donde:

$P_e =$ Potencia eléctrica, en kW.

$P_{sist} = 20.5$ kW , potencia del sistema.

$n_{reductor} = 94\%$ a 95% , eficiencia de reductor Paramax.

$n_{motor} = 94.7\%$, eficiencia de motor eléctrico.

Entonces:

$$P_e = \frac{20.5 \text{ kW}}{0.94 \times 0.947}$$

$$P_e = 23.03 \text{ kW}$$

Para seleccionar el motor eléctrico la norma IE 60034-1, operación de motores en régimen continuo, nos indica que debemos considerar un factor de servicio de aproximadamente 1.15.

$$P_{necesaria} = 1.15 \times P_e \quad (67)$$

$$P_{necesaria} = 1.15 \times (23.03 \text{ kW})$$

$$P_{necesaria} = 26.48 \text{ kW}$$

De las tablas WEG debemos seleccionar un motor de bajas revoluciones y con una potencia no menor a 26.48 kW (Anexo 24).

$$P_{motor} \geq P_{necesaria} \quad (68)$$

$$P_{motor} = 30 \text{ kW} \geq P_{necesaria}$$

A continuación, se presenta las características principales del motor seleccionado.

Tabla 15. Características de motor seleccionado W22-IE3 - 60Hz.

Característica	Descripción Cantidad	Unidad
Potencia	30 (40)	kW (HP)
Carcasa	200 L	
Par nominal	243.2	N.m
Tensión nominal	380	V
Corriente Nominal	61.4	A
Numero de polos	VI	Polos
Frecuencia	60	Hz
Momento de inercia	0.4905	Kg.m ²
Peso	251	Kg
Nivel de ruido	62	dB
RPM	1180	Rpm
Rendimiento	94.7	%
Factor de potencia	0.79	
Grado de protección	IPW55	
Diámetro de eje	55	mm

Fuentes: Catálogo WEG, 2019.

- **Selección de acoples**

La selección de acoplamientos se tomará en cuenta ubicación para determinar sus características y fenómenos a los que estarán sometidos.

○ **Acoplamiento moto-reductor**

Para este caso se utilizará un acople flexible Falk T10, ya que en esta posición tenemos alta velocidad y a los Hp del motor que son moderados.



Figura 32. Acoplamiento flexible de rejilla Falk.

Fuente: Catálogo FALK, 2020.

Para la selección utilizaremos el procedimiento del manual Falk que es siguiente.

$$T_{sist} = \frac{HP \times 63000}{RPM} \quad (69)$$

Donde:

T_{sist} = Torque del sistema, lb – in.

HP = 40 hp, Potencia del motor electrico.

RPM = 1180 rpm, velocidad del motor.

$$T_{sist} = \frac{40 \times 63000}{890}$$

$$T_{sist} = 2135.6 \text{ lb} - \text{in.}$$

Torque requerido:

$$T_{req} = FS \times T_{sist} \quad (70)$$

Donde:

$FS = 2.5$, *facto de servicio* (Anexo 25).

$$T_{req} = (2.5)(2135.6 \text{ lb} - \text{in})$$

$$T_{req} = 5339 \text{ lb} - \text{in.}$$

De tabla el acople inmediatamente superior a elegir sería el 1060T, pero este con cumpliría para los tamaños de diámetro requeridos. Por tanto, seleccionamos un tamaño superior a este, el cual sería el 1070T (Anexo 26).

Tabla 16. Características de Acople Falk T10-1070T.

Tamaño	Torque requerido (lb-in)	Velocidad RPM	ØAgujero izquierda (mm)	ØAgujero derecha (mm)	Peso (lb)	Gap (in)
1070 T	8 800	4350	55	60	23	0.125

Fuente: Catalogo FALK, 2020.

○ **Acoplamiento reductor-eje de mando.**

Para este caso se utilizará un acople rígido Falk tipo G20 estándar (Anexo 27), ya que en esta posición tenemos baja velocidad y par torsor alto, además de que nos brinda un pequeño juego axial.



Figura 33. Acople rígido Falk G20

Fuente: Catálogo FALK, 2020.

Para la selección también se utilizará el procedimiento del catálogo Falk.

$$T_{req} = T_{sist} \times FS$$

Donde:

$$T_{sist} = 21.75 \text{ kN} - \text{m}.$$

$FS = 2.5$, factor de servicio (Anexo 25).

$$T_{req} = (21.75 \text{ kN} - \text{m})(2.5)$$

$$T_{req} = 54.375 \text{ kN} - \text{m}$$

$$T_{req} = 481259.284 \text{ lb} - \text{in}$$

De la tabla del Anexo 27 seleccionamos el acople 1070G tipo G20.

Tabla 17. Características del acople Falk tipo G20 1070G

Tamaño	Torque requerido (lb-in)	Velocidad RPM	ØAgujero izquierda (mm)	ØAgujero derecha (in)	Peso (lb)	Gap (in)
1070G	1197000	2150	240	9.5	1 070	0.375

Fuente: Catalogo FALK, 2020.

b) Elementos de arrastre y apoyo recomendados

Los componentes para el arrastre y apoyo serán renovados y tomados de las tablas del proveedor General Chains.

- **Estrella para cadena de arrastre**

Son elementos dentados en entre caso construidos de chapas metálicas que se encargan de transmitir el movimiento tirando de cadenas de arrastre. Para nuestro caso la estrella será bipartida para agilizar el montaje y desmontaje de la misma. Se seleccionó un engranaje de 11 dientes y paso de 8pulg según tabla (Anexo 8).



Figura 34. Sprocket bipartido General Chains.

Fuente: General Chains, 2020. Recuperado de: <http://www.generalchains.com/>

- **Cadenas de arrastre**

Gracias a la geometría de sus eslabones permiten el desplazamiento o arrastre de materiales, en este caso tallos de caña de azúcar cosechada. Se seleccionó la cadena WH 132 G8 (Anexo 9) apropiadas para el tipo de estrella (Sprocket o engranaje) seccionado.



Figura 35. Eslabones de cadenas de arrastre para mesa alimentadora.

Fuente: General Chains, 2020. <http://www.generalchains.com/>

- **Peine de arrastre**

Son elementos que sujetan la caña y ayudan a su desplazamiento con los perfiles perpendiculares que se aprecian en la figura siguiente. Se encuentran enlazando un par de hileras de cadenas de arrastre y sus dimensiones de adaptaran a nuestras condiciones (Ver Anexo I).

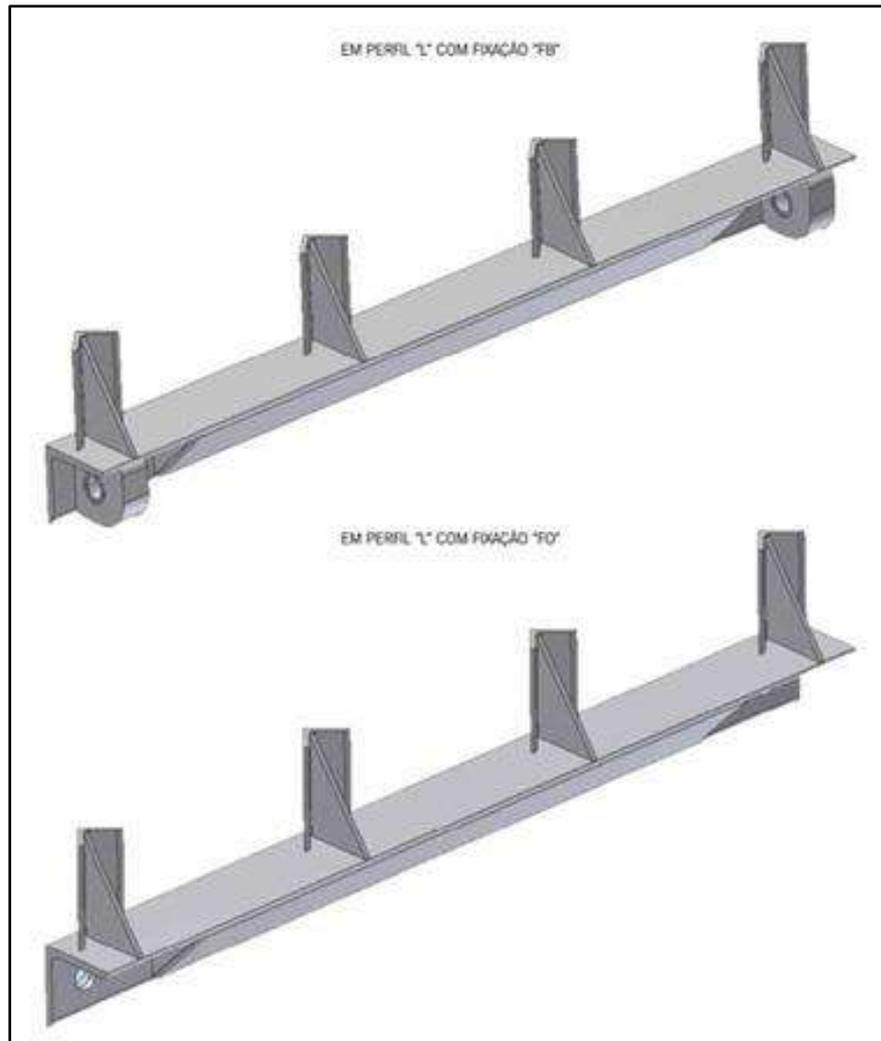


Figura 36. Peines de arrastre para mesa alimentadora.
 Fuente: General Chains, 2020. <http://www.generalchains.com/>

- **Chumacera de pie**

Elemento necesario de apoyo para el eje. Su principal ventaja es la facilidad para su mantenimiento y ayuda a montaje y desmontaje del eje. Se tendrá en cuenta para su selección principalmente el diámetro del eje (Anexo 12).



Figura 37. Chumacera bipartida MEC

Fuente: General Chains, 2020. <http://www.generalchains.com/>

c) **Diseño y análisis de estructuras**

Los componentes de la estructura serán perfiles estructurales, comerciales y de preferencia del stock de la empresa. También se trabajará con estructuras existentes tales son las placas base y los pedestales de estos. Se agregarán columnas a ambos lados para soportar el motor y reductor del eje de mando. También se adicionarán pedestales para la estructura soporte del conductor de tierra y la tolva de recepción de arena.

Se utilizará el software Advance Steel 2019 para el modelado preliminar y básico de las estructuras. Luego el análisis estructural se realizará analíticamente en el perfil considerado más crítico con los métodos LRFD y ASD, para luego validarlos con el software Robot Structural Analysis 2019, afinando los perfiles requeridos según la simulación. Los softwares Advance Steel y Robot Structural Analysis permiten la interoperabilidad entre ellos lo que nos permite modificar el modelo hasta obtener el más óptimo. Finalmente, el modelo obtenido con la verificación de software Robot

Structural Analysis se migrará a Advance Steel para el detallado de las conexiones y posterior obtención de planos para fabricación.

- **Modelo simplificado de estructuras**

En las siguientes figuras se muestra los perfiles a manera de líneas para mejor apreciación. Las columnas principales de la Mesa de caña N°1 nacen de pedestales existentes, se adicionarán dos pedestales a cada lado para construir una plataforma donde se soportarían los equipos de potencia como motor y reductor.

Para las estructuras para la tolva y conductor de arena se construirán nuevas bases de concreto armado.

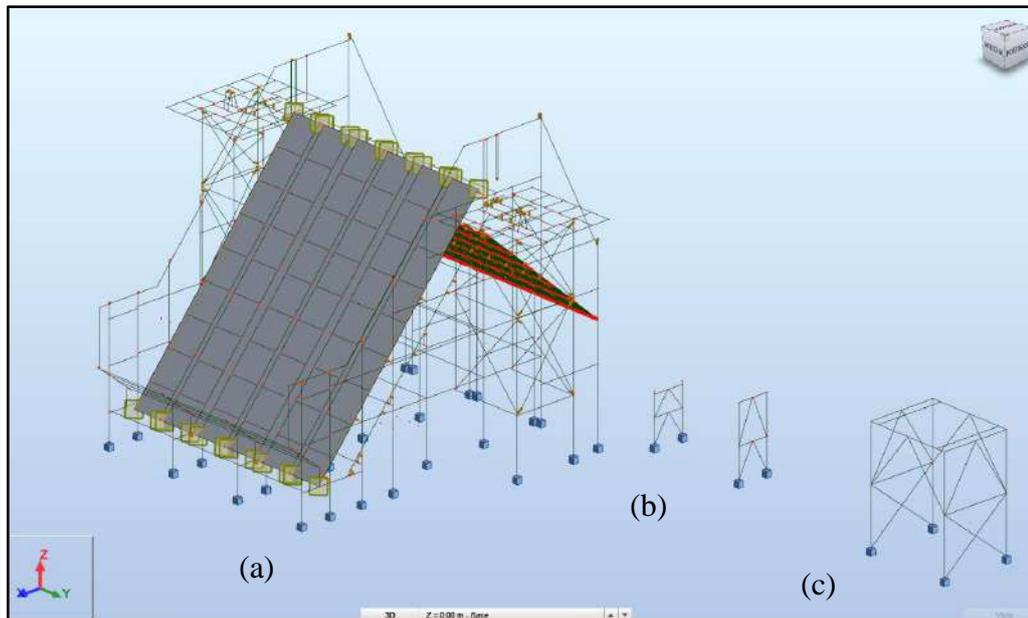


Figura 38. Modelo simplificado 3D de estructuras. (a) Mesa de caña. (b) Soportes de conductor de tierra. (c) Estructura soporte de tolva.

Fuente: Elaboración propia. (Robot Structural Analysis 2019).

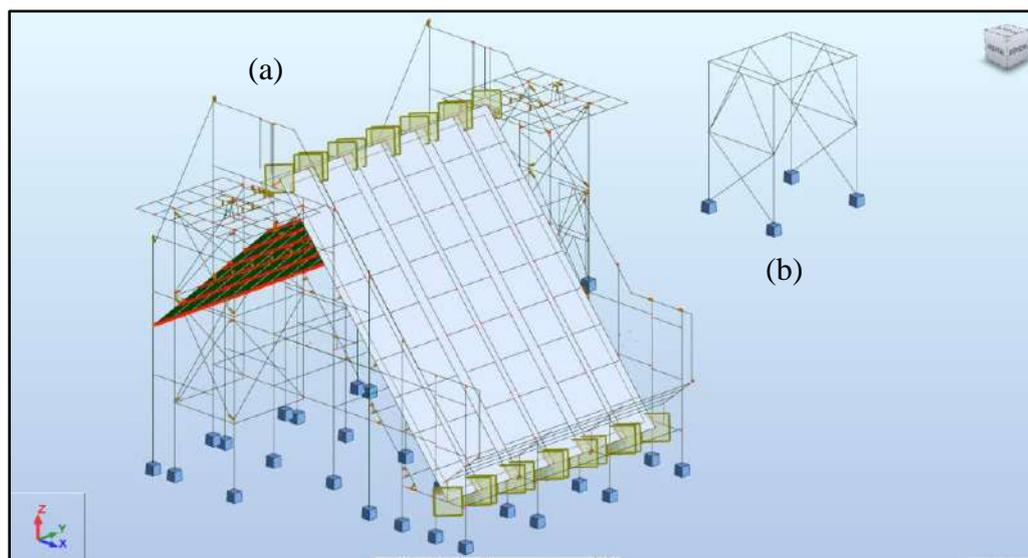


Figura 39. Modelo simplificado 3D de estructuras. (a) Mesa de caña. (b) Estructura soporte de tolva.

Fuente: Elaboración propia (Robot Structural Analysis 2019).

- **Asignación de carga y combinaciones para análisis**

En la siguiente tabla se resumen las cargas que se asignaron y su valor en las estructuras. Lógicamente para la simulación se tomará en cuenta la combinación de carga, ya que esta sería la situación más desfavorable y en donde las cargas son afectadas y aumentadas por coeficientes según norma.

Tabla 18. Cargas y combinaciones asignadas.

Tipo	Descripción	Magnitud	Unidad
Muerta	Peso propio		kN
Viva	Caña	0.7	kN/m ²
Viva	Cadena de arrastre	0.3	kN/m
Muerta	Motor	2.46	kN
Muerta	Reductor	45	kN
Muerta	Chumaceras y eje/u	8.1	kN
Muerta	Conductor de areana/apoyo	50	kN
Muerta	Tolva de recepción llena	256	kN
Combinación	De acuerdo a norma peruana: E.090 Estructuras Metálicas	1.2(Muerta)+1.6(Viva)	

Fuente: Elaboración propia.

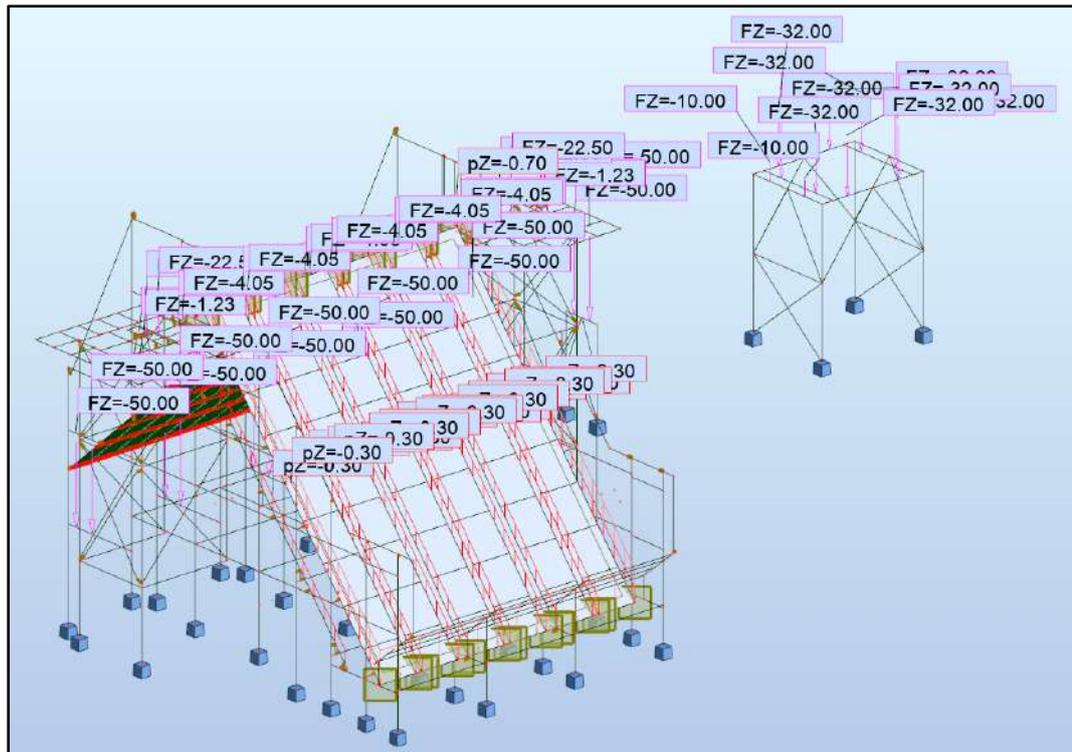


Figura 40. Cargas asignadas a estructura.

Fuente: Elaboración propia (Robot Structural Analysis 2019).

- **Análisis de perfiles críticos según LRFD y ASD**

A continuación, se analizarán dos casos considerados críticos por las cargas a las que están sometidos y la posición en la que están.

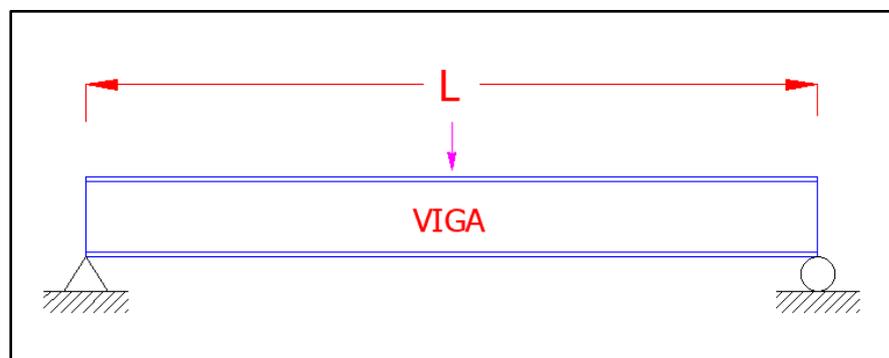


Figura 41. Representación de viga para casos de análisis LRFD y ASD.

Fuente: Elaboración propia.

En primer lugar, se analizará la viga que soporta la chumacera más crítica según las reacciones anteriormente calculadas en el análisis de transmisión de potencia, se consideró un perfil W8x35 lb/ft con las siguientes características (Anexo 28):

- Longitud: 1 m (3.38 ft)
- Peso por pie de longitud: 0.035 klb/ft
- Módulo de sección Z: 34.7 pulg³ (Anexo 28).
- Esfuerzo mínimo de fluencia ASTM A36 (F_y): 36 klb/pulg²
- Módulo de elasticidad ASTM A36 (E): 200 GPa (29 000 klb/pulg²).

Analizando con el método LRFD ($\phi = 0.9$) tenemos que la carga factorizada para la ecuación (3):

$$U_{LRFD} = 1.2D + 1.6L$$

$$U_{LRFD} = 1.2(0.56 \text{ klb/ft} + (2)0.035 \text{ klb/ft}) + 1.6(6.11 \text{ klb/ft})$$

$$U_{LRFD} = 10.53 \text{ klb/ft}$$

El momento generado por la carga factorizada está determinada por la siguiente ecuación (Mc. Cormac & Csernak, 2012):

$$M_U = \frac{U_{LRFD} \cdot (L)^2}{8} \quad (71)$$

$$M_U = \frac{(10.53 \text{ klb/ft}) \cdot (3.28 \text{ ft})^2}{8}$$

$$M_U = 14.16 \text{ klb} - \text{ft}$$

El momento nominal de la sección está dada por la ecuación (17):

$$M_n = \frac{F_y Z}{12}$$

$$M_n = \frac{(36 \text{ klb/pulg}^2)(34.7 \text{ pulg}^3)}{12}$$

$$M_n = 104.1 \text{ klb} - ft$$

Se debe de cumplir que:

$$\phi \cdot M_n > M_U$$

$$(0.9)(104.1 \text{ klb} - ft) > 10.53 \text{ klb} - ft$$

$$93.69 \text{ klb} - ft > 10.53 \text{ klb} - ft \quad (\text{OK para LRFD})$$

Analizando con el método ASD ($\Omega = 1.67$) tenemos que la carga factorizada reemplazando en la ecuación (3):

$$U_{LRFD} = 1.2D + 1.6L$$

$$U_{ASD} = 0.56 \text{ klb/ft} + (2)0.035 \text{ klb/ft} + 6.11 \text{ klb/ft}$$

$$U_{ASD} = 6.73 \text{ klb/ft}$$

El momento generado por la carga factorizada está determinada por la siguiente ecuación (Anexo 30):

$$M_U = \frac{U_{ASD} \cdot (L)^2}{8}$$

$$M_U = \frac{(6.73 \text{ klb/ft}) \cdot (3.28 \text{ ft})^2}{8}$$

$$M_U = 9.06 \text{ klb} - ft$$

El momento nominal de la sección se determinó anteriormente por el método LRFD:

$$M_n = 104.1 \text{ klb} - \text{ft}$$

Se debe de cumplir que:

$$\frac{M_n}{\Omega} > M_U$$

$$\frac{104.1 \text{ klb} - \text{ft}}{1.67} > 9.06 \text{ klb} - \text{ft}$$

$$62.34 \text{ klb} - \text{ft} > 9.06 \text{ klb} - \text{ft} \quad (\text{OK para ASD})$$

Podemos también hallar la deformación aproximada de acuerdo a la tabla del Anexo 30 para el perfil:

$$\delta = \frac{P \cdot L^3}{48 E \cdot I} \quad (72)$$

Donde:

P = carga aplicada, en klb.

L = longitud de viga sin apoyo, en pulg.

E = Modulo de elasticidad, 29 000 klb/pulg².

I = segundo momento de inercia,(Anexo 28).

Remplazando:

$$\delta = \frac{\left[(6.11 + 0.56 + 0.035) \frac{\text{lb}}{\text{ft}} \right] (3.28 \text{ft}) \cdot [12 \cdot (3.28) \text{pulg}]^3}{48 (29\,000 \text{ klb/pulg}^2) \cdot (127 \text{ pulg}^4)}$$

$$\delta = 0.007 \text{ pulg}$$

$$\delta = 0.193 \text{ mm} \quad (\text{Acceptable})$$

En segundo lugar, se analizará la viga que soporta la torva de almacenamiento de arena, se consideró un perfil W12x26 lb/ft con las siguientes características (Anexo 29):

- Longitud: 4.2 m (13.78 ft)
- Peso por pie de longitud: 0.026 klb/ft
- Módulo de sección Z: 40.2 pulg³ (Anexo 29).
- Esfuerzo mínimo de fluencia ASTM A36 (F_y): 36 klb/pulg²
- Módulo de elasticidad ASTM A36 (E): 200 GPa (29 000 klb/pulg²).

Analizando con el método LRFD ($\phi = 0.9$) tenemos que la carga factorizada para la ecuación (3):

$$U_{LRFD} = 1.2D + 1.6L$$

$$U_{LRFD} = 1.2(0.11 \text{ klb/ft} + (0.026 \text{ klb/ft})) + 1.6(1.04 \text{ klb/ft})$$

$$U_{LRFD} = 1.79 \text{ klb/ft}$$

El momento generado por la carga factorizada está determinada por la siguiente ecuación (Mc. Cormac & Csernak, 2012):

$$M_U = \frac{U_{LRFD} \cdot (L)^2}{8}$$

$$M_U = \frac{(1.79 \text{ klb/ft}) \cdot (13.78 \text{ ft})^2}{8}$$

$$M_U = 42.56 \text{ klb} - \text{ft}$$

El momento nominal de la sección está dada por la ecuación (17):

$$M_n = \frac{F_y Z}{12}$$

$$M_n = \frac{(36 \text{ klb/pulg}^2)(34.7 \text{ pulg}^3)}{12}$$

$$\mathbf{M_n = 120.6 \text{ klb} - \text{ft}}$$

Se debe de cumplir que:

$$\phi \cdot M_n > M_U$$

$$(0.9)(120.6 \text{ klb} - \text{ft}) > 42.56 \text{ klb} - \text{ft}$$

$$\mathbf{108.54 \text{ klb} - \text{ft} > 42.56 \text{ klb} - \text{ft} \quad (\text{OK para LRFD})}$$

Analizando con el método ASD ($\Omega = 1.67$) tenemos que la carga factorizada reemplazando en la ecuación (3):

$$U_{LRFD} = 1.2D + 1.6L$$

$$U_{ASD} = 0.11 \text{ klb/ft} + 0.026 \text{ klb/ft} + 1.02 \text{ klb/ft}$$

$$U_{ASD} = 1.16 \text{ klb/ft}$$

El momento generado por la carga factorizada está determinada por la siguiente ecuación (Anexo 30):

$$M_U = \frac{U_{ASD} \cdot (L)^2}{8}$$

$$M_U = \frac{(1.16 \text{ klb/ft}) \cdot (13.78 \text{ ft})^2}{8}$$

$$\mathbf{M_U = 27.43 \text{ klb} - \text{ft}}$$

El momento nominal de la sección se determinó anteriormente por el método LRFD:

$$M_n = 120.6 \text{ klb} - \text{ft}$$

Se debe de cumplir que:

$$\frac{M_n}{\Omega} > M_U$$

$$\frac{120.6 \text{ klb} - \text{ft}}{1.67} > 27.43 \text{ klb} - \text{ft}$$

$$72.22 \text{ klb} - \text{ft} > 27.43 \text{ klb} - \text{ft} \quad (\text{OK para ASD})$$

Podemos también hallar la deformación aproximada de acuerdo a la tabla del Anexo 30 para el perfil:

$$\delta = \frac{P \cdot L^3}{48 E \cdot I}$$

Reemplazando:

$$\delta = \frac{\left[(1.02 + 0.11 + 0.026) \frac{\text{lb}}{\text{ft}} \right] (13.78 \text{ ft}) \cdot [12 \cdot (13.78 \text{ pulg})]^3}{48 (29\,000 \text{ klb/pulg}^2) \cdot (204 \text{ pulg}^4)}$$

$$\delta = 0.254 \text{ pulg}$$

$$\delta = 6.44 \text{ mm} \quad (\text{No Aceptable})$$

La deformación es demasiado, por tanto, debemos considerar un apoyo intermedio en la viga, con ello se estaría reduciendo a la mitad la longitud o luz sin apoyo, por tanto, recalculando la deformación:

$$\delta = \frac{\left[(1.02 + 0.11 + 0.026) \frac{lb}{ft} \right] (13.78 ft) \cdot \left[12 \cdot \left(\frac{13.78}{2} \right) pulg \right]^3}{48 (29\,000 \text{ klb/pulg}^2) \cdot (204 \text{ pulg}^4)}$$

$$\delta = 0.032 \text{ pulg}$$

$$\delta = 0.805 \text{ mm} \quad \text{(Aceptable)}$$

Finalmente podemos decir que con una división simple entre el momento generados por las cargas y el momento nominal podemos hallar la sollicitación del perfil aproximada para cada caso, siendo esta para el primer caso 15.12% con el método LRFD y 14.54% para ASD, y para segundo caso 39.21% con el método LRFD y 37.98% para ASD. Las deformaciones pueden reducirse colocando perfiles como arriostres o cartelas rigidizadoras en el perfil requerido.

- **Análisis en Robot Structural Analysis 2019**

La norma de diseño para la evaluación estructural configurada en el software es AISC 360-10, especificaciones para la construcción de estructuras de acero. El software posee muchas normas internacionales para estructuras de acero, así como de concreto.

Robot Structural Analysis 2019 analiza la estructura mediante el método de elementos finitos, a continuación, se muestran algunos de los resultados de la simulación.

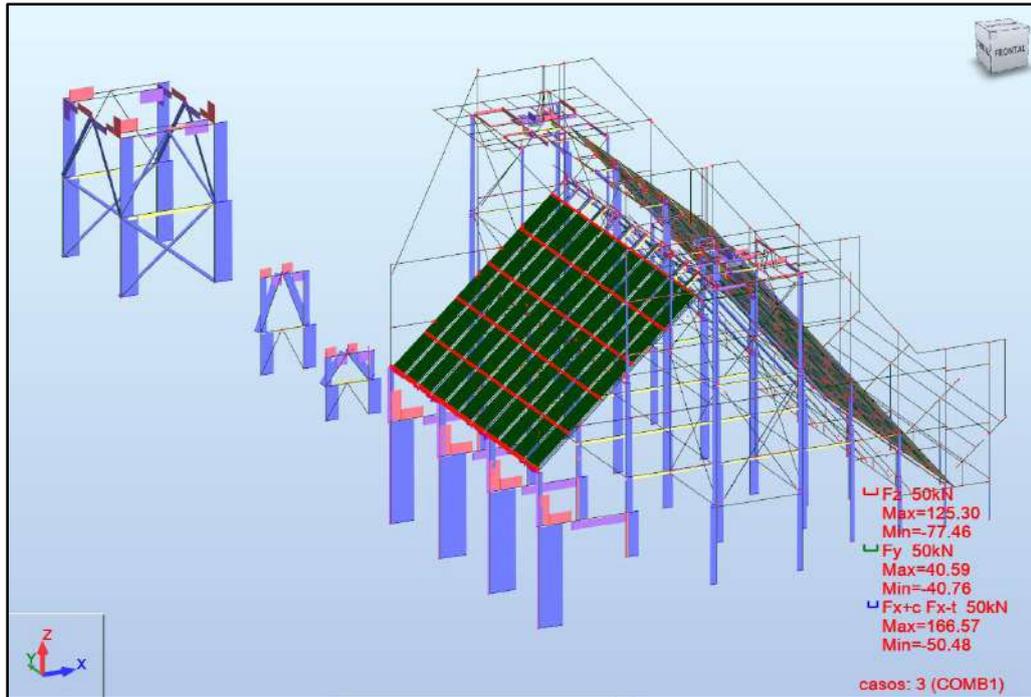


Figura 42. Diagramas esfuerzos F_x , F_y y F_z .

Fuente: Elaboración propia (Robot Structural Analysis 2019).

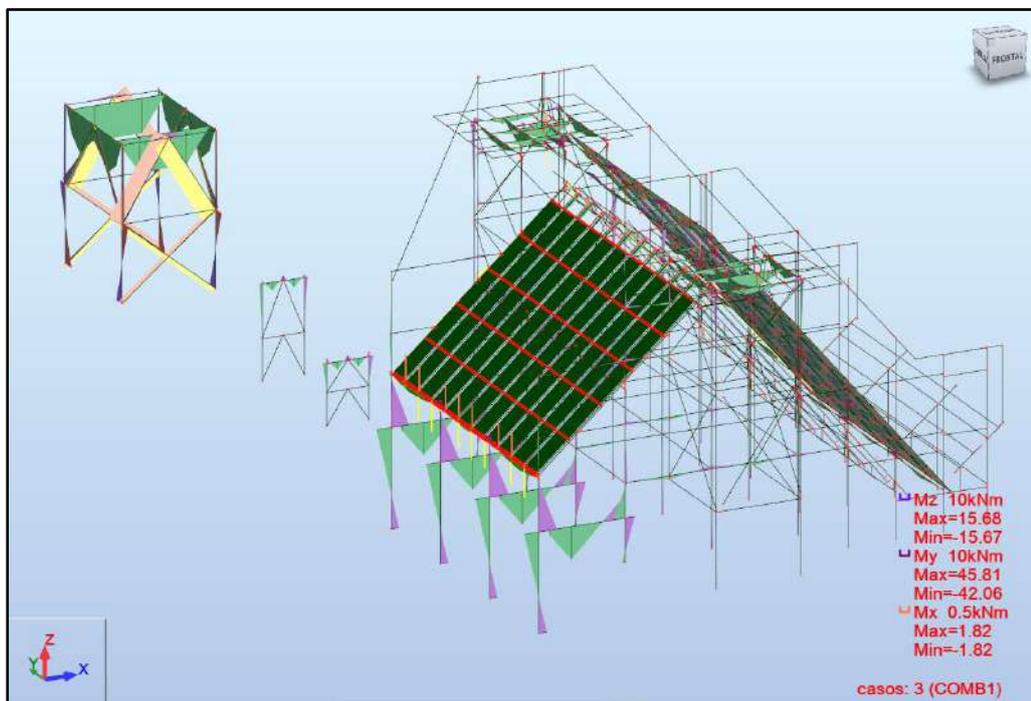


Figura 43. Diagramas de momentos M_x , M_y y M_z .

Fuente: Elaboración propia (Robot Structural Analysis 2019).

3.5.3. Conductor de Banda

Es el equipo que se encargara del transporte de la materia extraña recolectada de la caña y lo depositara en la tolva de almacenamiento. Las dimensiones generales las obtuvimos del modelado anterior de estructuras y también se tendrán en cuenta los datos de la siguiente tabla.

Tabla 19. Datos de conductor de Banda

Característica	Cantidad	Unidad
Capacidad de trabajo*	20	Ton/hr
Velocidad de faja	60	m/min
Distancia Horizontal	14	m
Distancia Inclinada	17.7	m
Angulo de elevación	18°	
Densidad de material a transportar (arena, piedras pequeñas Ø < 1/2")	1550	Kg/m ³

Nota:

(): 7% de molienda 178 Tc/hr (Área de Lab. Materia prima) multiplicado por factor 1.5*

Fuente: Elaboración propia

3.5.4. Tolva de almacenamiento

La tolva de almacenamiento de arena o material extraño será replicada del área calderas, tolva de buen desempeño que se utiliza para almacenar ceniza del bagazo quemado, para su posterior transporte hacia campo mediante camiones. Su funcionamiento es simple, la tolva se encuentra soportada sobre columnas dejando una luz debajo de esta de aproximadamente 3.5 m, espacio suficiente para que un camión de carga se estacione. Mediante pistones hidráulicos se abre las compuertas inferiores de la tolva, descargando así el material en el camión para que este lo transporte a campo.

3.5.5. Elaboración de planos del proyecto

En la siguiente tabla se especifica los códigos y nombres de los planos preliminares, generales y de detalle, para el desarrollo del proyecto.

Tabla 20. Lista de planos para el desarrollo de proyecto.

PROYECTO:		SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO
USUARIO:		DEPARTAMENTO DE TRAPICHE
ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	SJ-T-LS-001	Plano de ubicación
2	SJ-T-LS-002	Vistas Isométricos
3	SJ-T-LS-003	Vista de planta
4	SJ-T-LS-004	Vista de elevación
5	SJ-T-LS-005	Ubicación de pedestales nuevos
6	SJ-T-LS-006	Detalle de Pedestales nuevos
7	SJ-T-LS-007	Columnas y vigas principales
8	SJ-T-LS-008	Soportes de Placa Principal
9	SJ-T-LS-009	Placa Principal
10	SJ-T-LS-010	Guías de retorno de Cadena de arrastre
11	SJ-T-LS-011	Placas laterales
12	SJ-T-LS-012	Placas de acceso desmontable
13	SJ-T-LS-013	Rampa delantera
14	SJ-T-LS-014	Soportes de Parrillas
15	SJ-T-LS-015	Parrilla
16	SJ-T-LS-016	Curva de Retorno
17	SJ-T-LS-017	Chute para arena
18	SJ-T-LS-018	Plataforma de Sistema de Potencia
19	SJ-T-LS-019	Escaleras de acceso
20	SJ-T-LS-020	Base de chumaceras Interiores
21	SJ-T-LS-021	Base de chumaceras Exteriores
22	SJ-T-LS-022	Base de Reductor Paramax
23	SJ-T-LS-023	Base de Motor Eléctrico WEG
24	SJ-T-LS-024	Guarda de eje de mando
25	SJ-T-LS-025	Cartelas
26	SJ-T-LS-026	Soporte N°1
27	SJ-T-LS-027	Soporte N°2
28	SJ-T-LS-028	Estructura soporte de Tolva
29	SJ-T-LS-029	Escalera de Acceso vertical
30	SJ-T-LS-030	Montaje Sistema de potencia
31	SJ-T-LS-031	Eje de mando
32	SJ-T-LS-032	Chavetas
33	SJ-T-LS-033	Transportador de arena
34	SJ-T-LS-034	Tolva de Almacenamiento

Fuente: Elaboración propia.

3.5.6. Resumen de presupuesto del proyecto

En la tabla a continuación se detalla el costo estimado total del proyecto Sistema de limpieza que se propone desarrollar en el área de trapiche.

Tabla 21. Presupuesto de proyecto

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO USD\$	TOTAL PARCIAL USD\$
1	Costos de Ingeniería				\$ 6,336.00
1.1	Ingeniero Proyectista	h-h	864	\$ 6.00	\$ 5,184.00
1.2	Elaboración de planos	h-h	144	\$ 3.00	\$ 432.00
1.3	Asesoría de Ingeniero AISJ	h-h	48	\$ 15.00	\$ 720.00
2	Costos de adquisición y fabricación				\$ 309,647.00
2.1	Motor eléctrico WEG 30 kW	und	2	\$ 15,900.00	\$ 31,800.00
2.2	Reductor Paramax PHD9115P4-RL-400	und	1	\$ 51,021.00	\$ 51,021.00
2.3	Reductor Paramax PHD9115P4-LR-400	und	1	\$ 51,021.00	\$ 51,021.00
2.4	Acople de rejilla T10 1070T	und	2	\$ 456.00	\$ 912.00
2.5	Acople flexible G20 1070T	und	2	\$ 8,419.00	\$ 16,838.00
2.6	Eje de mando forjado SAE 1045 Diam.254	und	2		
2.7	Engranaje Z=11, Paso 8"	und	12	\$ 183,055.00	\$ 183,055.00
2.8	Chumacera MEC III	und	6		
2.9	Cadena WH-132-G8, PASO=8"	m	396		
3	Costos de obras civiles				\$ 7,299.03
3.1	Pedestales nuevos de Mesa de caña N°1	und	1	\$ 2,822.87	\$ 2,822.87
3.2	Pedestales para soporte de Conductor de tierra	und	1	\$ 504.75	\$ 504.75
3.3	Pedestales para soporte de Tolva de recepción	und	1	\$ 3,971.41	\$ 3,971.41
4	Costos de estructuras metálicas y montaje				\$ 584,307.12

4.1	Habilitado y montaje completo	kg	121419.8	\$	4.00	\$ 485,679.20
4.2	Consumibles	%	10	\$	48,567.92	\$ 48,567.92
5	Fabricación de equipos nuevos					\$ 55,000.00
5.1	Conductor de tierra	und	1	\$	30,000.00	\$ 30,000.00
5.2	Tolva de recepción	und	1	\$	25,000.00	\$ 25,000.00
Costo directo						\$ 1,022,529.15
Imprevistos y Gastos Generales						\$ 51,126.46
Utilidad (10%)						\$ 102,252.92
Costo Total de Proyecto						\$ 1,175,908.52

Fuente: Elaboración propia

3.5.7. Evaluación de viabilidad financiera de proyecto

El tema estudio está basado en la reducción del consumo de agua, por tanto, tiene una justificación importante en el área medio ambiental y social. Por otro lado, en este punto del trabajo de investigación se pretende demostrar la viabilidad económica del proyecto.

Ya que se piensa eliminar la utilización de agua para lavar de caña en el área de trapiche era necesario tomar registro de cuánta agua se utiliza para lavar caña. En el detallan los datos diarios y totales del mes de noviembre del año 2020. Para el estudio económico tomaremos el valor promedio de 372.20 m³ /h de consumo de agua, además de ahorros en mantenimiento de equipos críticos y ahorros en pérdidas de sacarosa. Si multiplicamos los datos anteriores tendremos un flujo positivo de \$ 164,020.21, ver Tabla 22.

Tabla 22. Ingresos por ahorro con la Implementación de Sistema de limpieza en Seco

PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO		
1.- EVALUACION ECONOMICA	Tipo de cambio	3.39
INVERSION		\$ 1,175,908.52
2. AHORROS EN PRODUCCIÓN DE AZÚCAR		
Molienda Anual Según presupuesto 2020	TC/año	1,048,131
Recobrado	%	80.00%
<u>Determinación de pérdidas por el Sistema Actual</u>		
- Pérdida de azúcar por lavado de caña	Ta/Tc	0.0030
<u>Determinación de pérdidas con el Sistema Propuesto</u>		
- Pérdida de azúcar por lavado de caña	Ta/Tc	-
- Disminución de pérdidas	Ta/Tc	0.0030
- Bolsas de Azúcar	Bolsas	50,310
- Utilidad por bolsa	Soles	66
- Venta	Dólares	980,247.32
> Ahorros por disminuir pérdidas por lavado de caña	\$/año	980,247
3. AHORROS EN CONSUMO DE AGUA		
- Lavado de caña -Trapiche	m3/h	372.2
- Consumo de agua por día	m3/día	8,188
- Lavando solo caña larga 70%	m3/día	5,732
- Consumo de agua año	m3/año	1,553,339
- Costo Unitario agua industrial - Actual	S/m3	0.2297
- Ahorro agua industrial Anual con Inversión	\$/año	105,251
4. AHORROS EN MANTENIMIENTO		
- Costo de recuperación de martillos (M.O. e insumos)	Soles	5,098
> <u>Período de duración - Actual</u>	días	7
- Cambios de machetes al año - Actual	ratio año	38.7
- Costo de mantenimiento anual- Actual	Soles/año	197,359
> <u>Período de duración - Con sistema de limpieza en seco</u>	días	10
- Cambios de machetes al año - Con inversión	ratio año	27.1
- Costo de mantenimiento anual - Con inversión	Soles/año	138,151
> Ahorro en mantenimiento Anual con Inversión	\$/año	17,465
INGRESOS POR AHORRO	\$/año	\$ 1,102,964

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 23 se muestra el cálculo del VAN, TIR y la cantidad de años necesarios para recuperar la inversión, siendo 14% la tasa de descuento admitido por la empresa y 10 años el periodo de evaluación.

Tabla 23. Indicadores de inversión

Wacc (Tasa de descuento)	14%
VAN (10 años)	\$ 3,369,422
TIR	74%
Payback (Periodo de retorno de inversión)	1.35 años

Fuente: Elaboración propia.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

En la siguiente tabla se detallan los equipos y elementos nuevos calculados para la implementación de limpieza en seco propuesta.

Tabla 24. Equipos nuevos para la implementación de sistema de limpieza en seco

Ítem	Descripción	Valor	Unidad
1	Mesa Recibidora de caña N°1 modificada		
1.1	Ancho interno	11.17	m
1.2	Largo efectivo	13.6	m
1.3	Inclinación	50	°
1.4	Velocidad	4.52	m/min
1.5	Capacidad	178	Tc/hr
2	Sprocket Bipartido		
2.1	Numero de dientes	11	
2.2	Paso	8	pulg
2.3	Diámetro exterior	750	mm
2.4	Diámetro primitivo	696.75	mm
2.5	Diámetro agujero para eje	254	mm
2.6	Material	SAE 1045	
3	Cadena de arrastre		
3.1	Paso	8	pulg
3.2	Altura	2 3/4	pulg
3.3	Espesor de chapa	1/2	pulg
3.4	Ancho	5	pulg
3.5	Peso por longitud	28.5	kg/m
3.6	Resistencia	60.000	kgf
4	Peine de arrastre		
4.1	Perfil principal	L	
4.2	Distancia entre hileras enlazadas	58	pulg
4.3	Paso	48	pulg
5	Chumacera de pie MEC3		
5.1	Diámetro de eje	9	pulg
5.2	Largo de la base	640	mm
5.3	Ancho de la base	310	mm
5.4	Altura	390	mm
5.5	Material de Bocina	Bronce	

6	Reductor Paramax PHD9115 P4-LR-400 y PHD9115 P4-RL-400		
6.1	Montaje	Horizontal	
6.2	Largo	1910	mm
6.3	Ancho	710	mm
6.4	Alto	1000	mm
6.5	Potencia	46	kW
6.6	Posición de ejes	Paralelos	
6.7	Numero de etapas	4	
6.8	Ratio	400	
6.9	Diámetro de eje de entrada	60	mm
6.10	Diámetro de eje de salida	240	mm
6.11	Peso	4570	kg
7	Motor eléctrico W22-IE3		
7.1	Potencia	40	HP
7.2	Par Nominal	243.2	N.m
7.3	Tensión nominal	380	V
7.4	Corriente Nominal	61.4	A
7.5	Numero de polos	VI	Polos
7.6	Frecuencia	60	Hz
7.7	Peso	251	Kg
7.8	RPM	1180	rpm
7.9	Diámetro de eje	55	mm
8	Acople Falk T10-1070T (Motor - Reductor)		
8.1	Tamaño	1070T	m
8.2	Torque requerido	8 800	lb-pulg
8.3	Velocidad	4350	rpm
8.4	Diámetro de Agujero izquierda	55	mm
8.5	Diámetro de Agujero derecha	60	mm
8.6	Peso	23	lb
8.7	Gap	0.125	pulg
9	Acople Falk tipo G20 1070G (Reductor – Eje de mando)		
9.1	Tamaño	1070G	m
9.2	Torque requerido	1197000	lb-pulg
9.3	Velocidad	2150	rpm
9.4	Diámetro de Agujero izquierda	240	mm
9.5	Diámetro de Agujero derecha	9.5	in
9.6	Peso	1 070	lb
9.7	Gap	0.375	pulg

10	Conductor de banda		
10.1	Capacidad de trabajo	20	Ton/hr
10.2	Velocidad de faja	60	m/min
10.3	Distancia Horizontal	14	m
10.4	Distancia inclinada	17.7	m
10.5	Angulo de inclinación	18	°
10.6	Densidad de material a transportar	1550	kg/m ³
11	Tolva de almacenamiento		
11.1	Alto	3.048	m
11.2	Ancho	3.048	m
11.3	Largo	3.048	m
11.4	Capacidad	16	m ³
11.5	Numero de compuertas	2	
11.6	Sistema de apertura	Hidráulico	
11.7	Masa en vacío	2.9	Ton

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Metrado de pesos de estructuras para modificación de Mesa de caña N°1

Ítem	Descripción	Calidad	Longitud (mm)	Peso (kg)
1	C 4" x 5.4 lb/ft	A36	47847	384.5
2	C6"x8.2 lb/ft	A36	387333	4726.6
3	C8"x11.5 lb/ft	A36	294756	5044.4
4	Platina 1/2"x1 1/2"	A36	2658098	10096.5
5	Platina 1/2"x3"	A36	159794	1213.9
6	Platina 1/4"x2"	A36	13493	34.2
7	Platina 1/4"x4"	A36	102156	517.4
8	Platina 3/8"x3"	A36	35076	199.8
9	Tubo Cuadrado 6"x6"x1/4"	A36	144796	4098.4
10	L 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4"	A36	17921	109.3
11	L 3" x 3" x 1/2"	A36	189152	2646
12	Platina 1" x 3/8"	A36	26000	51
13	Tubo 1 1/4" Std	A36	392580	1314.8
14	Tubo 1/2" Std	A36	7736	9.8
15	Tubo 2" Std	A36	11711	63.9
16	Tubo 3" Std	A36	2789	31.5
17	W 4 x 13 lb/ft	A36	13804	267
18	W6 x 20 lb/ft	A36	89760	2671.6
19	W6 x 25 lb/ft	A36	13296	494.7

20	W 8 x 35 lb/ft	A36	796942	41509.3
21	W 12 x 36 lb/ft	A36	27348	1058.1
22	Placa 1/16" (espesor)	A36		358.1
23	Placa 1/4" (espesor)	A36		8942.4
24	Placa 3/8" (espesor)	A36		14930.4
25	Placa 1/2" (espesor)	A36		18992.5
26	Placa 5/8" (espesor)	A36		590.9
27	Placa 3/4" (espesor)	A36		740.4
28	Placa 1" (espesor)	A36		97.7
29	Tornillos, tuercas, arandelas			68.8
TOTAL				121263.9

Fuente: Elaboración propia – Advance Steel

4.2. DISCUSION

En esta investigación al proponer la implementación del sistema de limpieza en seco en la empresa Agroindustrias san jacinto S.A.A. se pudo encontrar que no se consumirían grandes cantidades de agua. Estas cantidades se traducen en menor cantidad de efluentes de fábrica y por tanto impacto positivo al medio ambiente. Nuestra hipótesis de investigación por tanto se acepta ya que se eliminaría definitivamente la utilización de agua para el lavado de caña en el área de trapiche.

- a. Con el objetivo de evaluar el proceso actual del sistema de lavado de caña se describió desde la recepción de la misma hasta el lavado. El proceso da inicio con la descarga de la caña la mesa de caña N°1 luego llega a la mesa n°2 y finalmente al elevador de caña, mesa inclinada 30°. En el elevador de caña se encuentran tuberías y boquillas para la distribución homogénea del agua a lo ancho del elevador. Esto se asemeja a lo descrito por Rein (2012) describiendo de manera general que inclinación de las mesas de lavado de caña tiene ángulos entre 30° y 45° con duchas de agua en la parte superior. En tal sentido se puede decir que tenemos características semejantes a los ingenios con limpieza tradicional de la caña.

- b. Para cuantificar el gasto de agua del área de trapiche en la empresa Agroindustrias San Jacinto se procedió a la solicitud de datos al área de instrumentación, específicamente del mes de noviembre del 2020 reflejando así que el promedio de 372.20 m³/hr y contrastando este consumo con la molienda se halló que se utiliza 3 m³ de agua por tonelada de caña larga. Esto representa una gran cantidad de agua y por tanto efluentes de. Así mismo Rein (2012) generaliza el consumo de agua para el lavado de caña con un rango entre 0.6 y 10 m³/Tc. Si bien nuestro gasto esta entre

- el rango mencionado por Rein, este depende completamente de la capacidad de molienda, calidad y tipo de caña del ingenio.
- c. Para cumplir el propósito de la implementación del sistema de limpieza en seco se procedió al modelado virtual de la mesa inclinada 50° tomando como referencia la actual. Se modeló los peines de arrastre para mejor agarre de la caña, parrillas, así como los demás componentes calculados y seleccionados. Los resultados obtenidos del análisis estructural fueron satisfactorios ya que el perfil más crítico se encuentra trabajando a 44% de su capacidad y un peso total de 121.4 ton. A diferencia de lo que explica Márquez (2015), nuestra modificación no cuenta con un nivelador ni pateador de caña, ya que con el análisis técnico-económico se descartó estos equipos. De ahí que cada ingenio es independiente de innovar y mejorar sus sistemas para la manufactura o proceso.
- d. En la evaluación económica de la implementación del sistema de limpieza propuesto se pudo encontrar un ahorro de \$ 1,102,964 considerando el gasto de agua, mantenimiento y sacarosa perdida. Valores muy alentadores, con un VAN de \$ 3,369,422 para 10 años superando la tasa de descuento de la empresa (14%). Para López y Vegada (2016) en su estudio realizado a cuatro ingenios de Guatemala comprobaron que las pérdidas por lavado de caña son muy considerables, siendo la mayor de aproximadamente \$ 1,648,161 anual. Entonces se puede decir que son considerable las pérdidas y fácilmente se podría justificar el cambio de sistema de limpieza tradicional por el sistema en seco.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Se probó que se puede reducir el consumo de agua en la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A. con la implementación del sistema de limpieza en seco y obtener beneficios ambientales y económicos, además de ser un proyecto completamente justificable para la inversión.

- a. Se evaluó el actual sistema de lavado de caña determinándose que consta de 40 boquillas que distribuyen agua en todo el ancho del elevador de caña, mesa con 30° de inclinación que transporta la caña hacia arriba por intermedio de cadenas de arrastre. Los lodos se expulsan como efluentes de fábrica.
- b. Se cuantifico el consumo de agua empleado para la limpieza de caña en el área de trapiche resultando que el gasto es de 372.2 m³/h en promedio o 3 m³ de agua por tonelada de caña larga, representado el 22,19% del consumo total de 1677 m³/hr.
- c. Se modificó mediante un modelo virtual la Mesa recibidora de caña N°1 comenzando por calcular y estimar el sistema de potencia, seleccionándose finalmente dos motores de 40 HP, dos reductores Paramax con ratio de 400, conductor de banda de 20 Ton/hr para el transporte de tierra y tolva de 16 m³ de capacidad para el almacenamiento temporal de esta materia extraña. La nueva estructura de la mesa recibidora de caña N°1 inclinada 50°, completamente fabricada con acero A36, peines que hermanan cadenas de arrastre impulsadas por los sprockets bipartidos y dos ejes de 10 pulg de diámetro.

- d. Se evaluó económicamente el proyecto planteado cuya inversión sería de \$ 1,175,908.52 donde se considera la ingeniería, costos de montaje, materiales, fabricación, consumibles y equipos nuevos para el completo desarrollo del proyecto. La evaluación económica muestra lo viable que puede ser el proyecto con valor actual neto (VAN) de \$ 3,369,422 dólares y el tiempo de retorno de la inversión de 1.35 años.

5.2. RECOMENDACIONES

- a. Cuando se pretende evaluar un sistema o proceso productivo es recomendable tener adicionalmente la opinión y participación del personal operativo del área estudiada, ya que las personas que trabaja y ha visto mucho tiempo un proceso suele tener mejor referencia y posibles propuestas de cambio para la mejora.
- b. Para la cuantificación o toma de datos en general es aconsejable la utilización de instrumentos especiales, en nuestro caso un flujómetro electrónico, para que la data registrada sea la más confiable posible y cercearnos más en nuestras estimaciones y resultados.
- c. Se sugiere la utilización de softwares especializados para cada disciplina en la ingeniería del proyecto y dividir así las tareas, por ejemplo, para el modelado de los equipos, elementos mecánicos y realización de planos se puede usar el Autodesk Inventor, para el modelado, detallado de estructuras metálicas, lista de materiales y planos el Advance Steel y para el análisis de estas el Robot Structural Analysis.
- d. Se recomienda tener todos los parámetros que maneja la compañía para la evaluación económica, tales como el número de años de la evaluación, tasa de retorno, así como descuentos anuales de las ganancias, ya que estos son específicos para cada empresa.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta Quispe, C. M. (2015). *Diseño de maquina rebanadora de camote con una capacidad de 450 kg/h*. Lima. Recuperado el 2020

American Institute of Steel Construction. (2011). *Steel Construccion Manual* (14 ed.). Recuperado el 2021

Cross, N. (2002). *Metodo de Diseño*. Mexico: Limusa Wiley. Recuperado el 2020

FALK. (2020). *Catalogo de Acoplamientos*. Recuperado el 2020

G. Budynas, R., & Keith Nisbett, J. (2012). *Diseño en ingenieria mecanica de Shigley* (9 ed.). Mexico: Mc Graw Hill.

General Chains do Brasil. (2020). (ebrothers) Recuperado el 2020, de <http://www.generalchains.com/>

Hall, A. S., Holowenco, A. R., & Laughling, H. G. (1970). *Diseño de maquinas*. (D. Lopez Arango, Trad.) Mexico: McGRAW-HILL. Recuperado el 2020

Hugot, E. (1986). *Handbook of Cane Sugar Engineering* (3 ed.). Paises Bajos: ELSERVER. Recuperado el Enero de 2020

Larburu, N. (1989). *Maquinas Prontuario: tecnicas, maquinas y herramientas*. Baracaldo, Vizcaya, España: PARANINFO. Recuperado el 2020

Link-Belt Company. (1958). *Materials handling and processing equipment*. Recuperado el 2021

- Link-Belt Company. (1962). *Link and components for materials handling and power transmission*. Recuperado el 2020
- Lopez, B., & Vega, R. (2016). *Perdidas de azucar por lavado de caña en ingenios guatemaltecos*. Articulo, Cengicaña. Recuperado el 2020
- Márquez Jiménez, J. L. (2015). *PROPUESTA PARA UN SISTEMA RECUPERADOR DE CAÑA MECANIZADA EN INGENIO MEAGDALENA S.A.* Trabajo de Graduacion, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Mc. Cormac, J., & Csernak, S. (2012). *Diseño de estructuras de acero* (5 ed.). Mexico: Alfaomega. Recuperado el 2021
- P. Chen, J. C. (1991). *Manual del azucar de caña* (3 ed.). Mexico: LIMUSA.
- Pytel, A., & Singer, F. (2008). *Resistencia de materiales* (8 ed.). Mexico: Alfaomega.
- Rein, P. (2012). *Ingenieria de la Caña de Azucar* (1 ed.). Berlin: Verlag Dr. Albert Bartens KG. Obtenido de www.ingenieriadelaazucar.com
- Sumitomo drive Technologies. (2020). PARAMAX 900 series Reducer. (*G2020E-1*). Obtenido de www.sitsa.es
- WEG, G. (2019). *Catalogo Técnico: Motor electrico trifasico W22*. Brasil. Recuperado el 2020, de www.weg.net

7. ANEXOS

Anexo 1. Manual instruccional de flujómetro TOSHIBA**TOSHIBA****ELECTROMAGNETIC FLOWMETER DETECTOR****MODEL GF630, GF632****INSTRUCTION MANUAL****for FM Approval and CSA Certification****TOSHIBA CORPORATION**© TOSHIBA Corporation 2008
All Rights Reserved.**NOTES**

Before using the equipment, please read this manual carefully and understand the contents, and then use the equipment correctly.

- NEVER attempt to operate the equipment in any ways that are not described in this instruction manual.
- After reading this manual, store it with care in a place where it can be referred to whenever needed.
- Please be sure that this manual is delivered to the personnel who will use this product.

Anexo A. Manual instruccional de flujómetro TOSHIBA (Continuación)

TOSHIBA

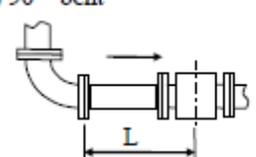
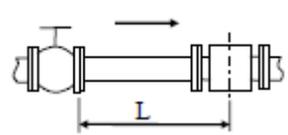
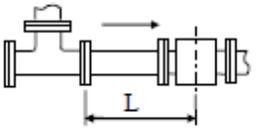
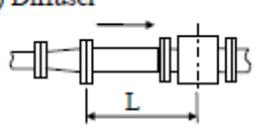
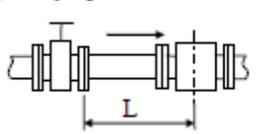


4.3 Piping Connections

(1) Required Upstream Straight Pipe Length

If various joints are used upstream of the detector outlet, the straight pipe length as shown in Table 4.3 is required.

Table 4.3 Required straight pipe length on the upstream side

L=5D	L=10D
<p>(1) 90° bent</p> 	<p>(5) Other valves (not fully opened)</p> 
<p>(2) Tee</p> 	
<p>(3) Diffuser</p> 	
<p>(4) Fully opened sluice valve</p> 	

L: Required straight pipe length—straight pipe length plus half length of the detector.
 D: Nominal bore size (diameter)

NOTES

The length of a reducer, if connected, can be counted as a part of the straight pipe length.
 No straight pipe length is needed on the downstream side. If a butterfly valve is installed downstream of the detector, do not let the valve plate protrude into the pipe of the detector



Anexo A. Manual instruccional de flujómetro TOSHIBA (Continuación)

TOSHIBA



(2) Pipe Orientation

The detector may be installed in horizontal, vertical or sloping pipe runs as shown in Figure 4.6. However, except for horizontal installation, fluid should flow from lower to upper directions. If no air bubble, Vertical down flow application are acceptable under pressured piping conditions. See Figure 4.6.

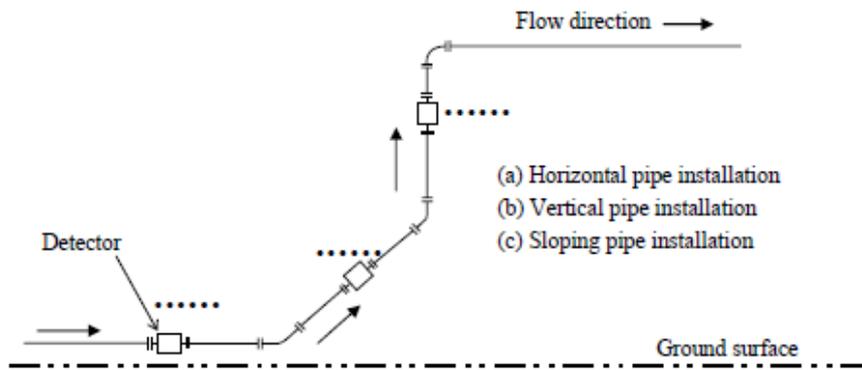


Figure 4.7 Detector Piping Orientation

The electrodes should be positioned horizontally relative to the ground surface in any piping installation. See Figure 4.7.

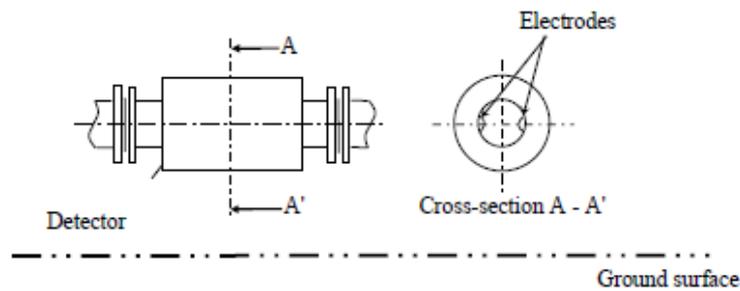
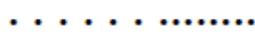
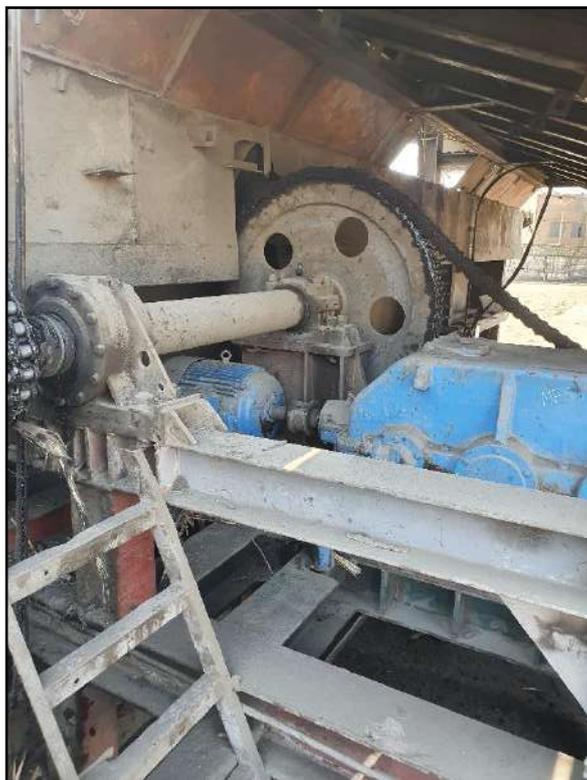


Figure 4.8 Installation position of the detector

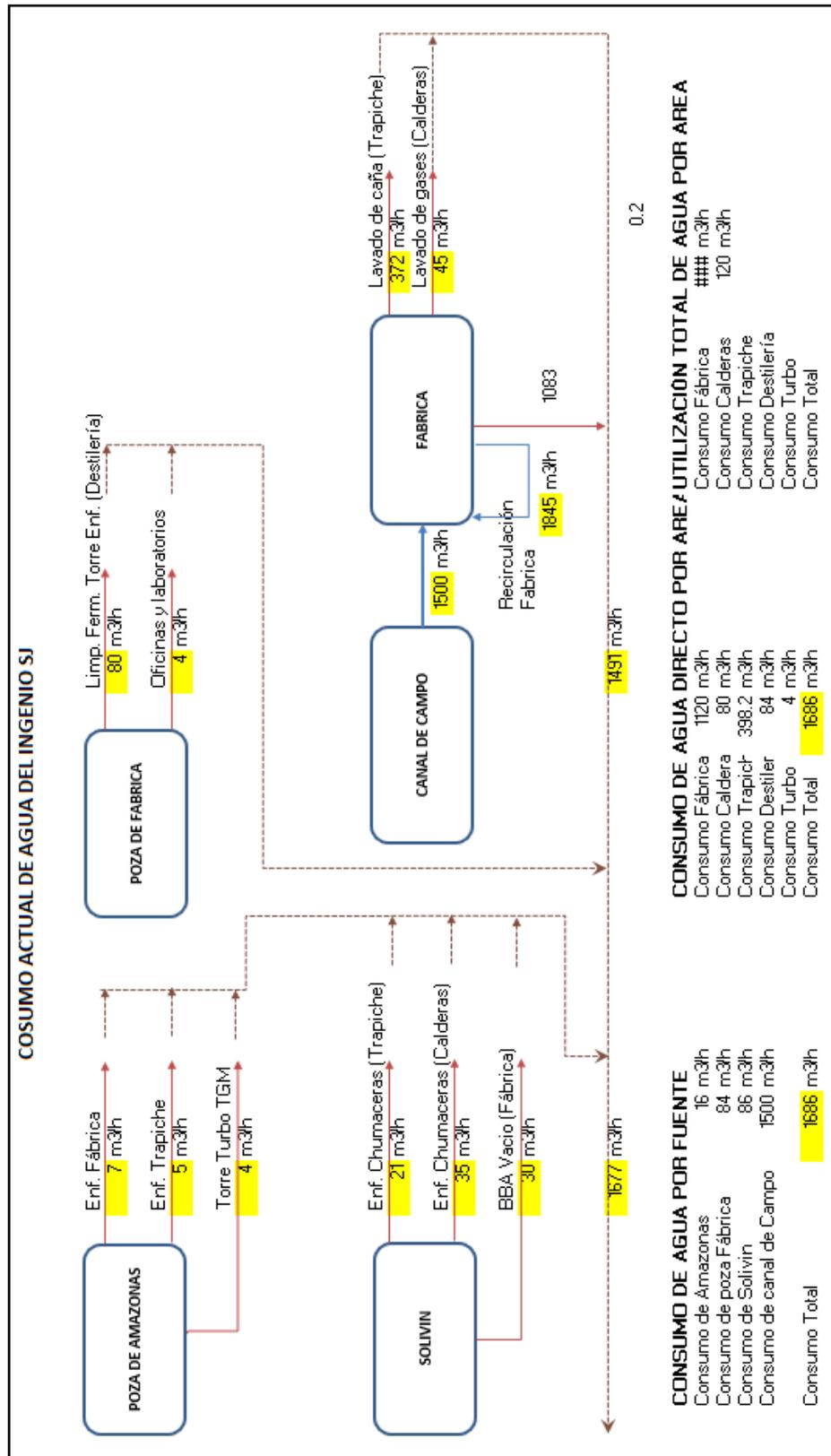


Anexo 2. Transmisión de Mesa de caña N°1



Fuente: Agroindustrias San Jacinto – Área de Trapiche

Anexo 3. Diagrama de efluentes de fábrica.



Fuente: Agroindustrias San Jacinto S.A.A.

Anexo 4. Imagen y tabla de características de cadena de arrastre de Mesa de caña N°1



Fuente: Agroindustrias San Jacinto

Rivetless chains

Chain number *	Average pitch, inches	Average ultimate strength, pounds		Links in approx. 10 feet	Weight per foot, pounds	INCHES						
		Regular	Heat-treated			A	C	E	F	G	K	T
348	3	18,000	24,000	40	2.1	1/2	1 27/32	3/4	1 1/16	1/2	5/16	1/4
X348	3	.....	24,000	40	2.2	1/2	1 47/64	3/4	1 3/32	1/2	3 3/64	13/32
458	4 1/2	30,000	48,000	30	3.1	5/8	2 3/16	1	1 3/8	5/8	11/16	5/16
X458	4 1/2	.....	48,000	30	3.2	5/8	2 3/16	1	1 3/8	5/8	11/16	13/32
468	4 1/2	50,000	70,000	30	7.5	3/4	3 3/16	1 13/32	1 3/8	1 1/4	3/4	13/32
658	6 1/2	30,000	48,000	20	2.6	5/8	2 3/16	1	1 3/8	5/8	11/16	5/16
658R	6 1/2	.....	48,000	20	2.8	5/8	2 3/16	1	1 3/8	5/8	11/16	15/32
678	6 1/2	60,000	85,000	20	6.5	5/8	3 1/4	1 7/32	2	1 3/16	1	1/2
X678	6 1/2	.....	85,000	20	6.7	5/8	3 1/4	1 7/32	2	1 3/16	1	23/64
698	6 1/2	100,000	130,000	20	11.4	1 1/8	3 3/4	1 5/16	2 11/16	1	1 1/4	7/16
998	9 1/2	100,000	130,000	13 1/2	9.0	1 1/8	3 3/4	1 5/16	2 11/16	1	1 1/4	7/16
9118	9 1/2	160,000	220,000	13 1/2	16.0	1 1/8	4 7/8	1 21/32	3 1/8	1 3/8	1 1/2	25/32

Fuente: Link-Belt Company Catalogo1050, 1962, pag. 83.

Anexo 5. Coeficiente de fricción de algunos materiales

Coeficientes de fricción		
	μ_s	μ_k
Hule sobre concreto	1.0	0.8
Acero sobre acero	0.74	0.57
Aluminio sobre acero	0.61	0.47
Vidrio sobre vidrio	0.94	0.4
Cobre sobre acero	0.53	0.36
Madera sobre madera	0.25–0.5	0.2
Madera encerada sobre nieve húmeda	0.14	0.1
Madera encerada sobre nieve seca	—	0.04
Metal sobre metal (lubricado)	0.15	0.06
Teflón sobre teflón	0.04	0.04
Hielo sobre hielo	0.1	0.03
Articulación sinovial en humanos	0.01	0.003

Nota: Todos los valores son aproximados. En algunos casos el coeficiente de fricción puede superar 1.0.

Fuente: Serway & Jewett Jr., 2008, pag. 121.

Anexo 6. Imagen y modelado 3D de peine de arrastre.



Fuente: Agroindustrias San Jacinto - Área de Trapiche.

Montaje de rastriño (LevelDetail1) iProperties

General Summary Project Status Custom Save Physical

Material Update

Density Requested Accuracy Clipboard

7.850 g/cm³ Low

General Properties

Include Cosmetic Welds Include QTY Overrides

Center of Gravity

Mass 28.665 kg (Relative) X -0.000 in (Relative)

Area 1382.385 in² (Rel) Y -0.723 in (Relative)

Volume 222.843 in³ (Rela) Z -0.000 in (Relative)

Inertial Properties

Principal Global Center of Gravity

Principal Moments

I1 10655.246 kg ir I2 10749.258 kg ir I3 115.621 kg in⁴

Rotation to Principal

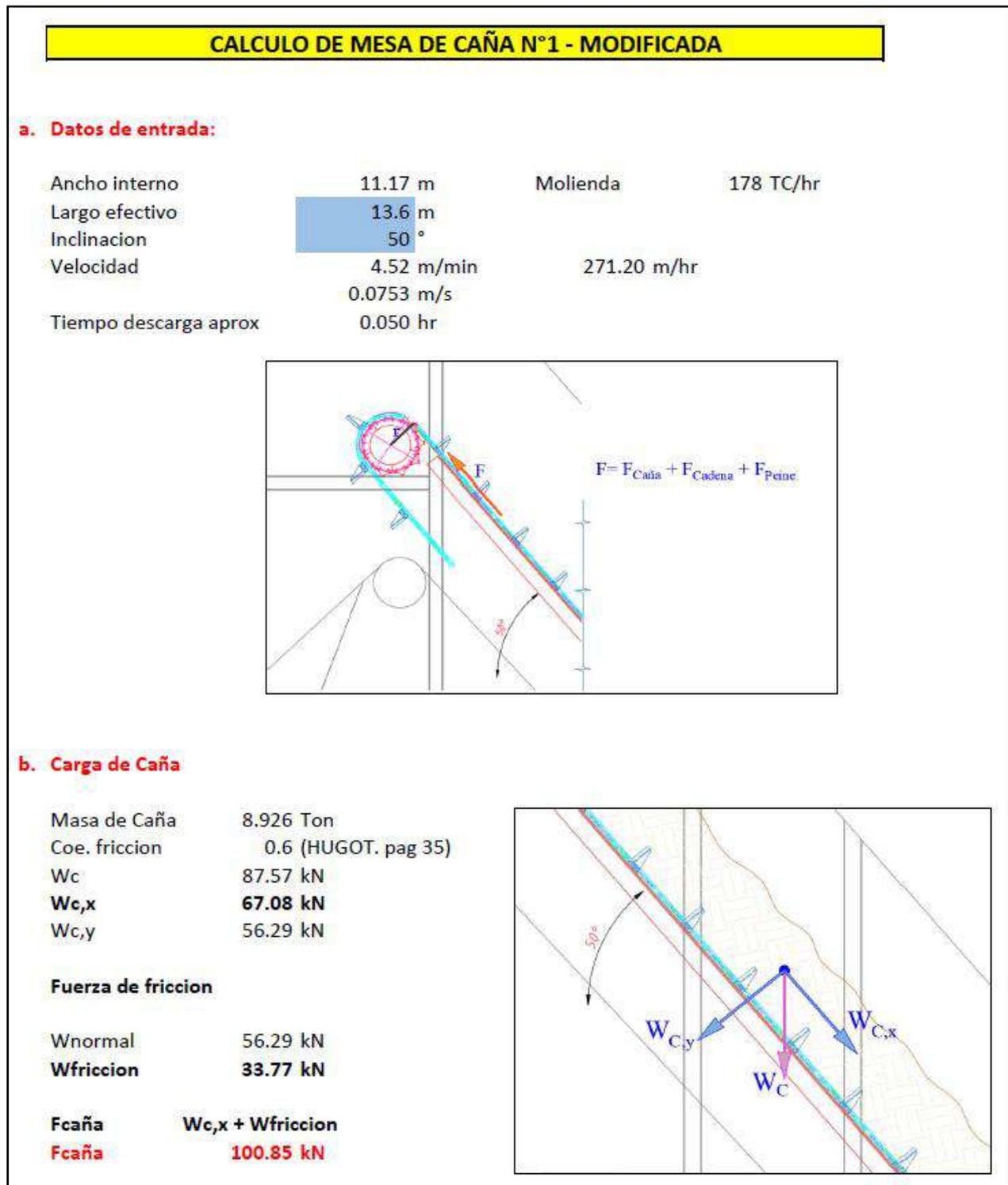
Rx 0.00 deg (Relat) Ry 0.00 deg (Relat) Rz 0.00 deg (Relat)

Cerrar Cancelar Aplicar

Mass	28.666 kg (Relative)
Area	1382.385 in ² (Rel)
Volume	222.843 in ³ (Rela)

Fuente: Elaboración propia – Autodesk Inventor 2019

Anexo 7. Cálculo de Mesa de Caña N°1 modificada.



Fuente: Elaboración propia

Anexo F. Cálculo de Mesa de Caña N°1 modificada (Continuación)

c. Carga de cadena de arrastre

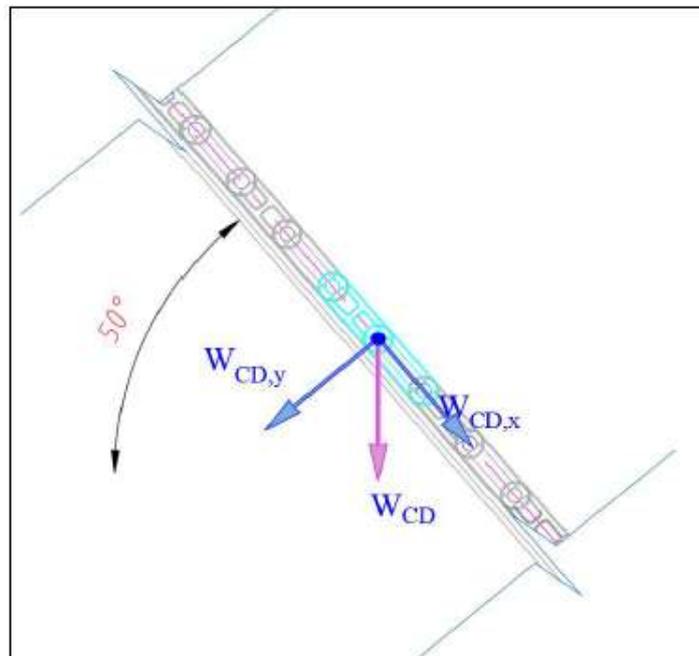
Masa	19.15 lb/pie	(Anexo G)
	28.50 Kg/m	
Cant. Hileras	12.00 und	
Coef. Friccion	0.74	

W_{cd}	102.66 kN
$W_{cd,x}$	78.64 kN
$W_{cd,y}$	65.99 kN

Fuerza de friccion

W_{normal}	65.99 kN
$W_{friccion}$	48.83 kN

$F_{caña}$	$W_{c,x} + W_{friccion}$
F_{cadena}	127.47 kN



Fuente: Elaboración propia

Anexo F. Cálculo de Mesa de Caña N°1 modificada (Continuación)

d. Peines

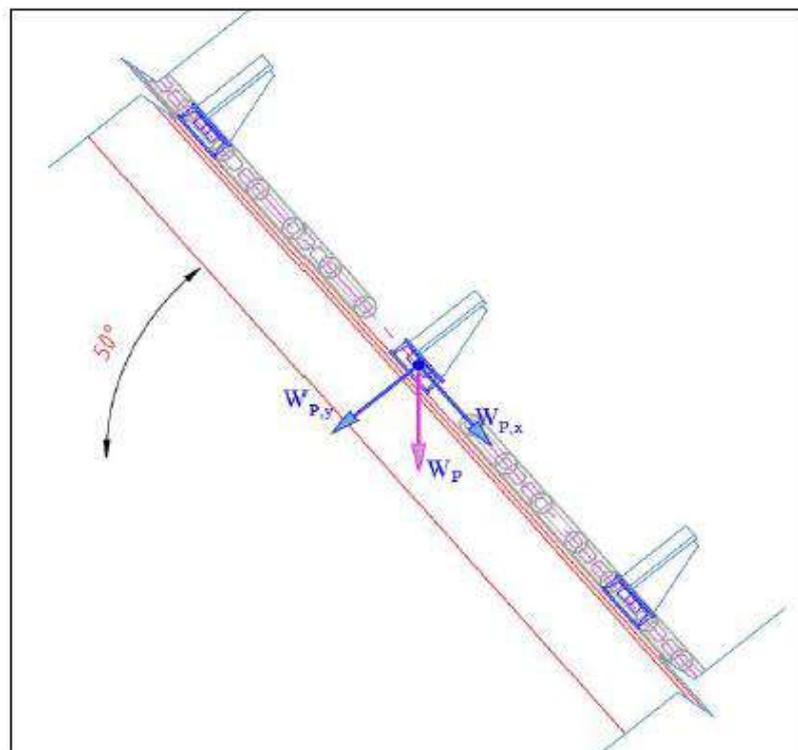
Masa	54.23 kg/peine	(Anexo H e I)
Cantidad	34 peine/hileras	
Cant.Hileras	6 hileras	
Coef. Friccion	0.74	

W_p	108.53 kN
$W_{p,x}$	83.14 kN
$W_{p,y}$	69.76 kN

Fuerza de fricción

W_{normal}	69.76 kN
$W_{friccion}$	51.62 kN

Fcaña	$W_{c,x} + W_{friccion}$
F peine	134.76 kN



Fuente: Elaboración propia

Anexo F. Cálculo de Mesa de Caña N°1 modificada (Continuación)

e. Potencia requerida total

$$P = fs.F.v$$

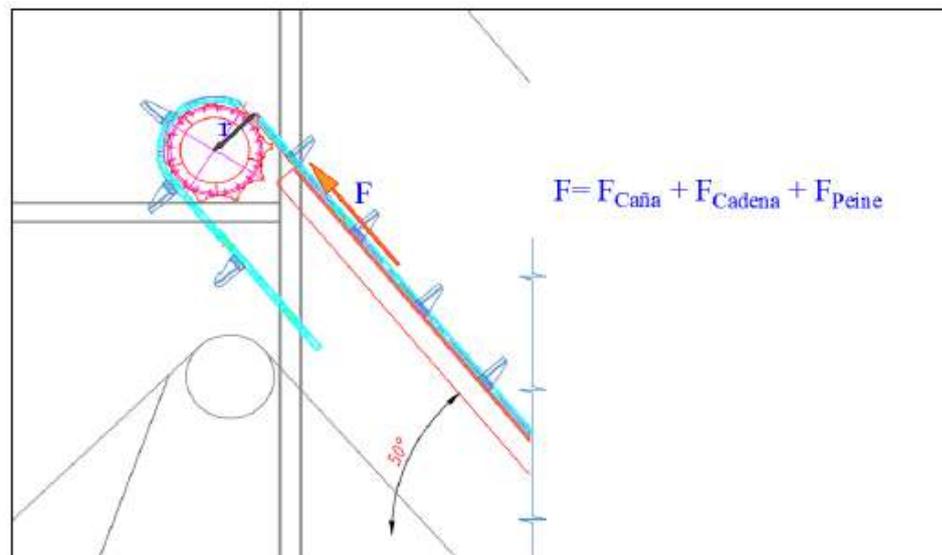
$$fs = 1.5 \text{ (Estimado)}$$

$$F = 363.08 \text{ kN}$$

$$F / \text{hilera} = 30.26 \text{ kN}$$

$$v = 0.0753 \text{ m/s}$$

P_total	41.03 kW
	55.02 HP



Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. Sprocket (Estrella) para cadenas de arrastre.



General Chains do Brasil

ENGRENAGENS
SPROCKETS
ENGRANAJES

39

ENGRENAGEM FABRICADA EM CHAPA DE AÇO LAMINADO SAE 1045 (DISCO DENTADO) E SAE 1020 (CUBO); OS DENTES PANTOGRAFADOS SÃO TRATADOS TERMICAMENTE POR CHAMA COM UMA DUREZA ACIMA DE 45 HRC.
OS DIÂMETROS PRIMITIVOS, NA TABELA ABAIXO, SÃO PARA CORRENTES DE 1MM DE PASSO. OS DIÂMETROS PRIMITIVOS PARA ENGRENAGENS DE OUTROS PASSOS SÃO OBTIDOS MULTIPLICANDO O VALOR ABAIXO PELO PASSO DESEJADO.

SPROCKET MANUFACTURED IN SAE 1045 (LAMINATED STEEL PLATE (JAGGED DISK) AND SAE 1020 (HUB); THE TEETH SURFACE ARE HEAT TREATED BY FLAME WITH A HARDNESS HIGHER THAN 45 HRC.
THE PRIMITIVE DIAMETERS, ON THE BELOW TABLE, ARE FOR THE 1MM PITCH CHAINS. THE PRIMITIVE DIAMETERS FOR THE OTHER PITCHES SPROCKETS ARE OBTAINED MULTIPLYING THE VALUE BELOW FOR THE REQUIRED PITCH.

ENGRANAJE MANUFACTURADA EN LA PLACA DE ACERO LAMINADO SAE 1045 (DISCO DENTADO) Y SAE 1020 (CUBO); LA SUPERFICIE DE LOS DIENTES PUEDE RECIBIR EL TRATAMIENTO TÉRMICO DE TEMPERA CON UNA DUREZA ARRIBA DE LOS 45 HRC.
LOS DIÁMETROS PRIMITIVOS, EN LA TABLA ABAJO, ESTÁN PARA LAS CADENAS DE 1M M DEL PASO. LOS DIÁMETROS PRIMITIVOS PARA ENGRANAJES DE OTROS PASOS SON OBTENIDOS MULTIPLICANDOSE EL VALOR ABAJO PARA EL PASO DESEADO.



Nº DENTES	DIÂMETRO PRIMITIVO
6	2,000
7	2,305
8	2,613
9	2,924
10	3,236
11	3,549
12	3,864
13	4,179
14	4,494
15	4,810
16	5,126
17	5,442
18	5,759
19	6,076
20	6,392
21	6,709
22	7,027
23	7,344
24	7,661
25	7,979
26	8,296
27	8,614
28	8,931
29	9,249
30	9,567
31	9,885
32	10,202
33	10,520
34	10,838
35	11,156
36	11,474
37	11,792
38	12,110
39	12,428
40	12,746
41	13,063
42	13,382
43	13,700
44	14,018
45	14,336
46	14,654
47	14,972
48	15,290
49	15,608
50	15,926

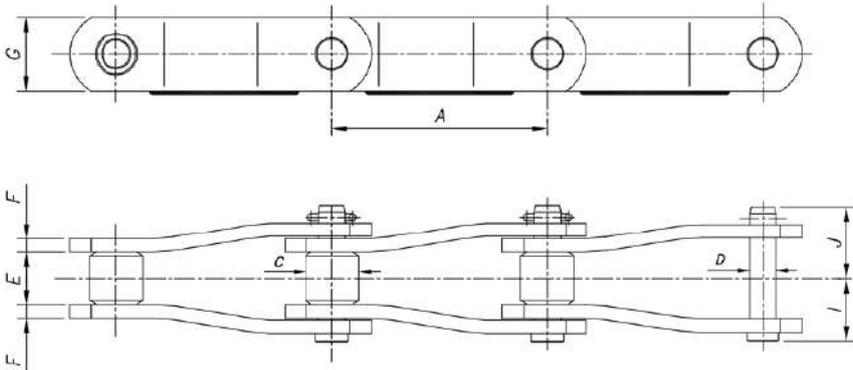
Fuente: Catalogo General Chains.

Anexo 9. Catálogo General Chains - Cadena de arrastre




MESA ALIMENTADORA

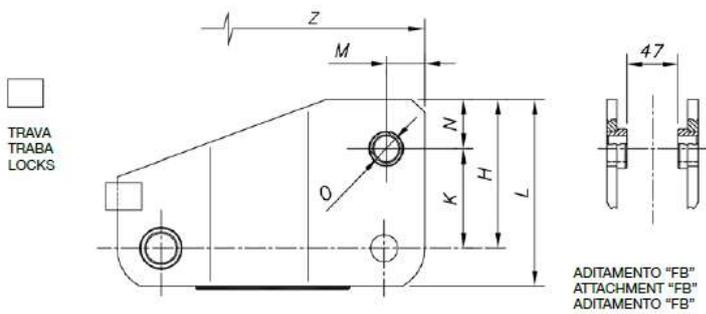
CANE FEEDER TABLE CHAINS | CADENAS PARA MESA ALIMENTADORA



N°	A	C	D	E	F	G	I	J	Kg/m	Kgf
WH-132 G6	153,70	49,00	25,40	50,60	12,70	69,85	59,50	67,50	30,50	60.000
WH-132 G6-80	153,70	49,00	30,00	50,60	12,70	80,00	59,50	67,50	30,50	80.000
WH-132 G8	203,20	49,00	25,40	50,60	12,70	69,85	59,50	67,50	28,50	60.000
WH-132 G8-80	203,20	49,00	30,00	50,60	12,70	80,00	59,50	67,50	28,50	80.000

MESA ALIMENTADORA

CANE FEEDER TABLE CHAINS | CADENAS PARA MESA ALIMENTADORA



TRAVA
TRABA
LOCKS

ADITAMENTO "FB"
ATTACHMENT "FB"
ADITAMENTO "FB"

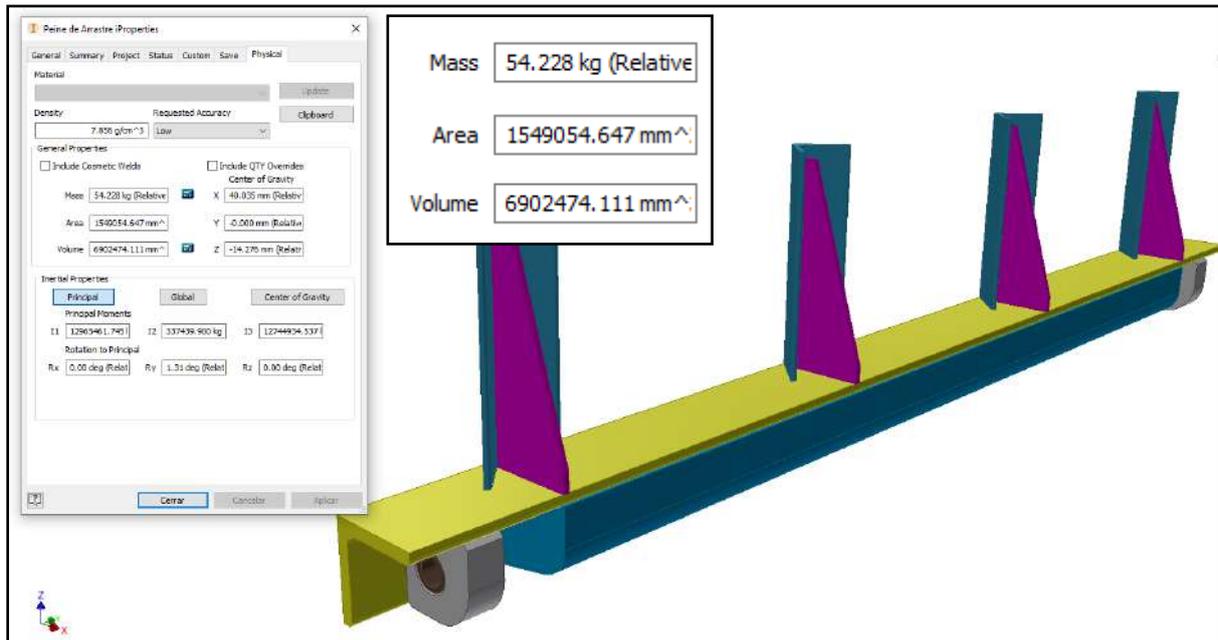
N°	H	K	L	M	N	O	Z
WH-132 G6	136,00	91,00	170,90	35,00	45,00	26,40	614,80
WH-132 G6-80	136,00	91,00	176,00	35,00	45,00	26,40	614,80
WH-132 G8	136,00	91,00	170,90	35,00	45,00	26,40	812,80
WH-132 G8-80	136,00	91,00	176,00	35,00	45,00	26,40	812,80

Fuente: Catálogo General Chains, pág. 12 y 13.

Anexo 10. Catálogo General Chains - Peine o tablilla de arrastre

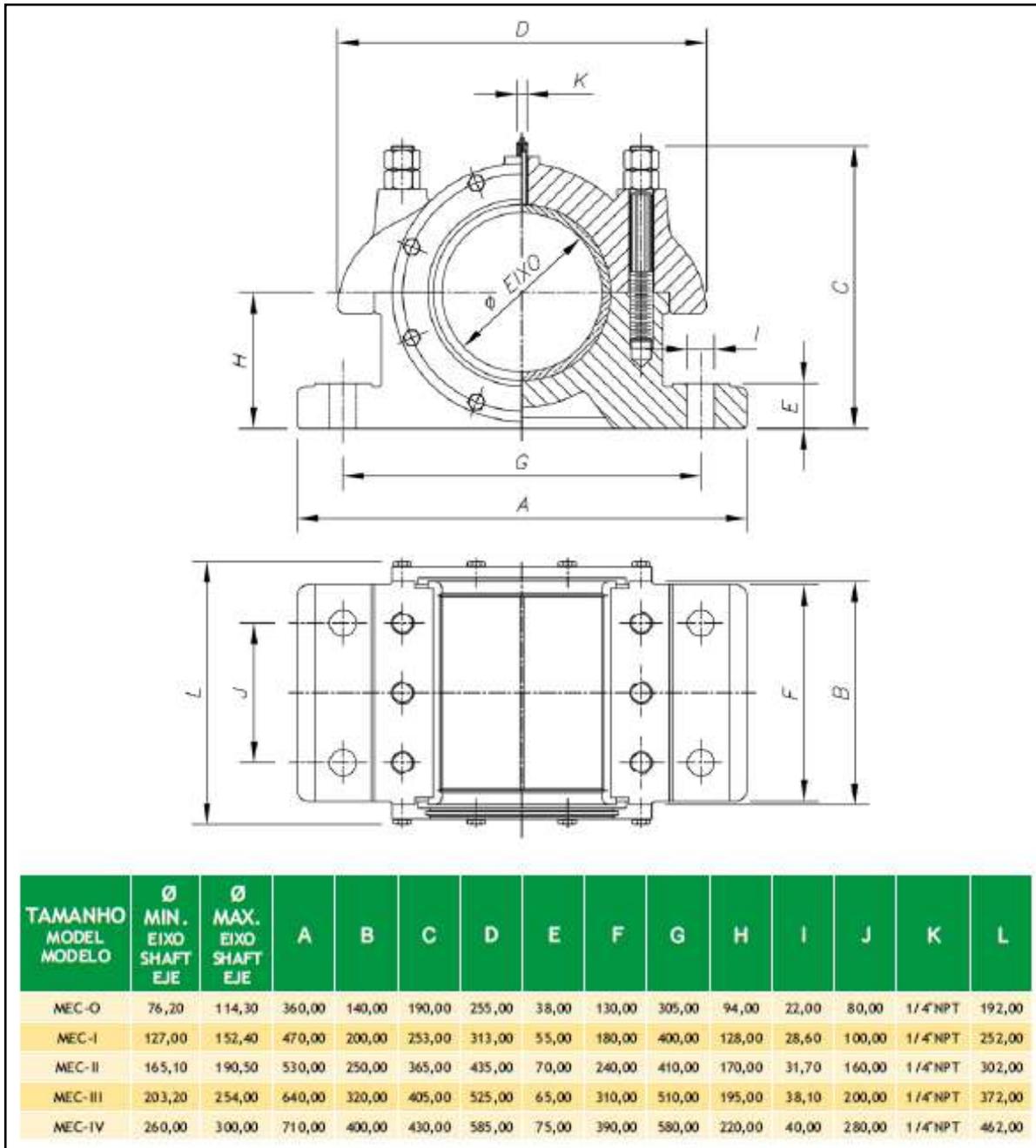


Fuente: Catalogo General Chains, pág. 28.

Anexo 11. Modelo 3D de peine de arrastre para estimación de masa.

Fuente: Elaboración propia – Autodesk Inventor 2019

Anexo 12. Catálogo General Chains – Chumaceras Bipartidas.



Fuente: Catálogo General Chains, pág. 33.

Anexo 13. Factores combinados de choque CÓDIGO ASME.

Para ejes estacionarios	K_b	K_t
Carga aplicada gradualmente	1.0	1
Carga aplicada repentinamente	1.5 a 2.0	1.5 a 2.0
Para ejes en rotación		
Carga aplicada gradualmente	1.5	1
Carga repentina (choque menor)	1.5 a 2.0	1.0 a 1.5
Carga repentina (choque fuerte)	2.0 a 3.0	1.5 a 3.0

Fuente: Hall, Holowenco, & Laughling, 1970-Adaptado.

Anexo 14. Factores para ecuación (24).

- **Factor k_a :**

$$k_a = aS_{ut}^b$$

Acabado superficial	Factor a		Exponente b
	S_{utr} kpsi	S_{utr} MPa	
Esmerilado	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o laminado en frío	2.70	4.51	-0.265
Laminado en caliente	14.4	57.7	-0.718
Como sale de la forja	39.9	272.	-0.995

Fuente: G. Budynas & Keith Nisbett, 2012

- **Factor k_b :**

$$k_b = \begin{cases} (d/0.3)^{-0.107} = 0.879d^{-0.107} & 0.11 \leq d \leq 2 \text{ pulg} \\ 0.91d^{-0.157} & 2 < d \leq 10 \text{ pulg} \\ (d/7.62)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107} & 2.79 \leq d \leq 51 \text{ mm} \\ 1.51d^{-0.157} & 51 < d \leq 254 \text{ mm} \end{cases}$$

Para carga axial no hay efecto de tamaño, por lo cual

$$k_b = 1$$

Fuente: G. Budynas & Keith Nisbett, 2012

- **Factor k_c :**

$$k_c = \begin{cases} 1 & \text{flexión} \\ 0.85 & \text{axial} \\ 0.59 & \text{torsión}^{17} \end{cases}$$

¹⁷Use esto sólo para la carga por fatiga torsional. Cuando la torsión está combinada con otros esfuerzos, como la flexión, $k_c = 1$

Fuente: G. Budynas & Keith Nisbett, 2012

- **Factor k_d :**

$$k_d = \frac{S_T}{S_{RT}}$$

Temperatura, °C	S_T/S_{RT}	Temperatura, °F	S_T/S_{RT}
20	1.000	70	1.000
50	1.010	100	1.008
100	1.020	200	1.020
150	1.025	300	1.024
200	1.020	400	1.018
250	1.000	500	0.995
300	0.975	600	0.963
350	0.943	700	0.927
400	0.900	800	0.872
450	0.843	900	0.797
500	0.768	1 000	0.698
550	0.672	1 100	0.567
600	0.549		

Fuente: G. Budynas & Keith Nisbett, 2012

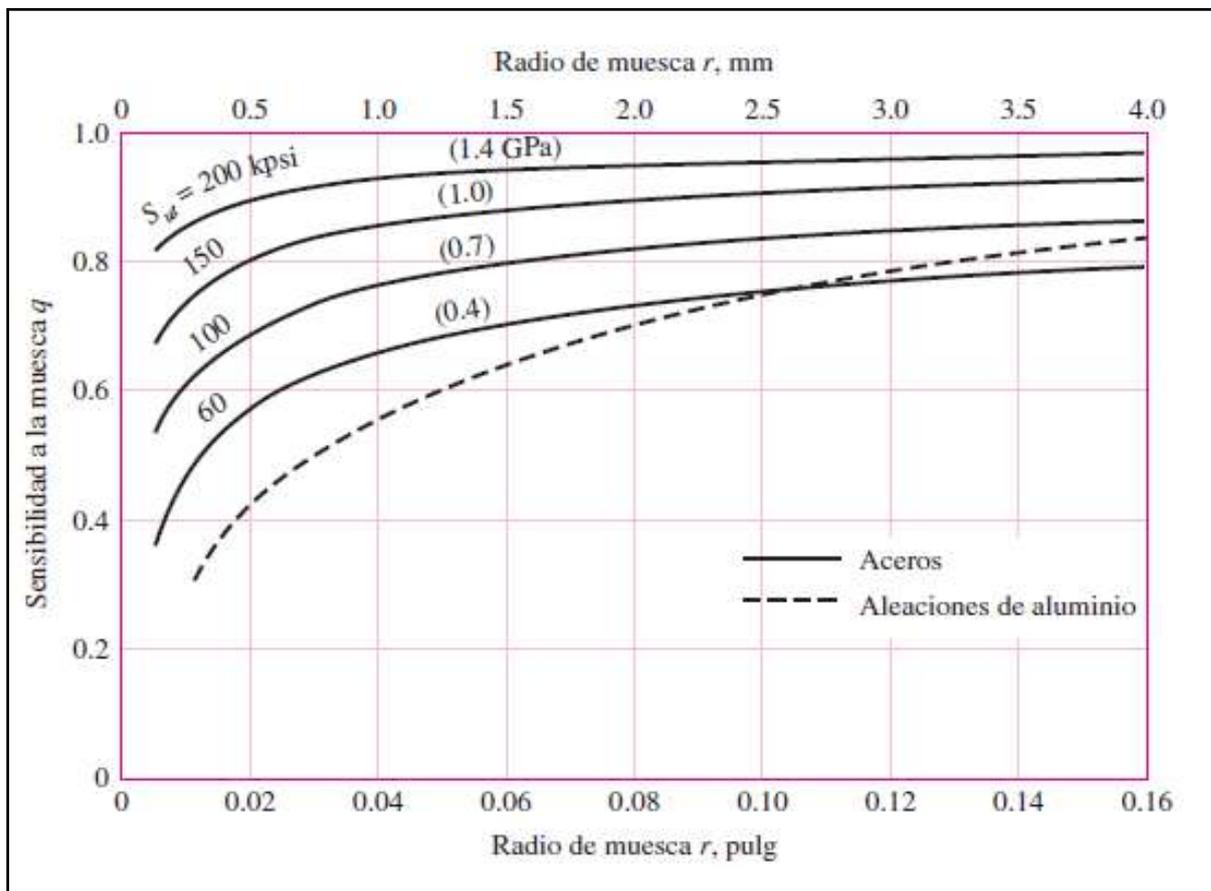
- **Factor k_e :**

$$k_e = 1 - 0.08 z_a$$

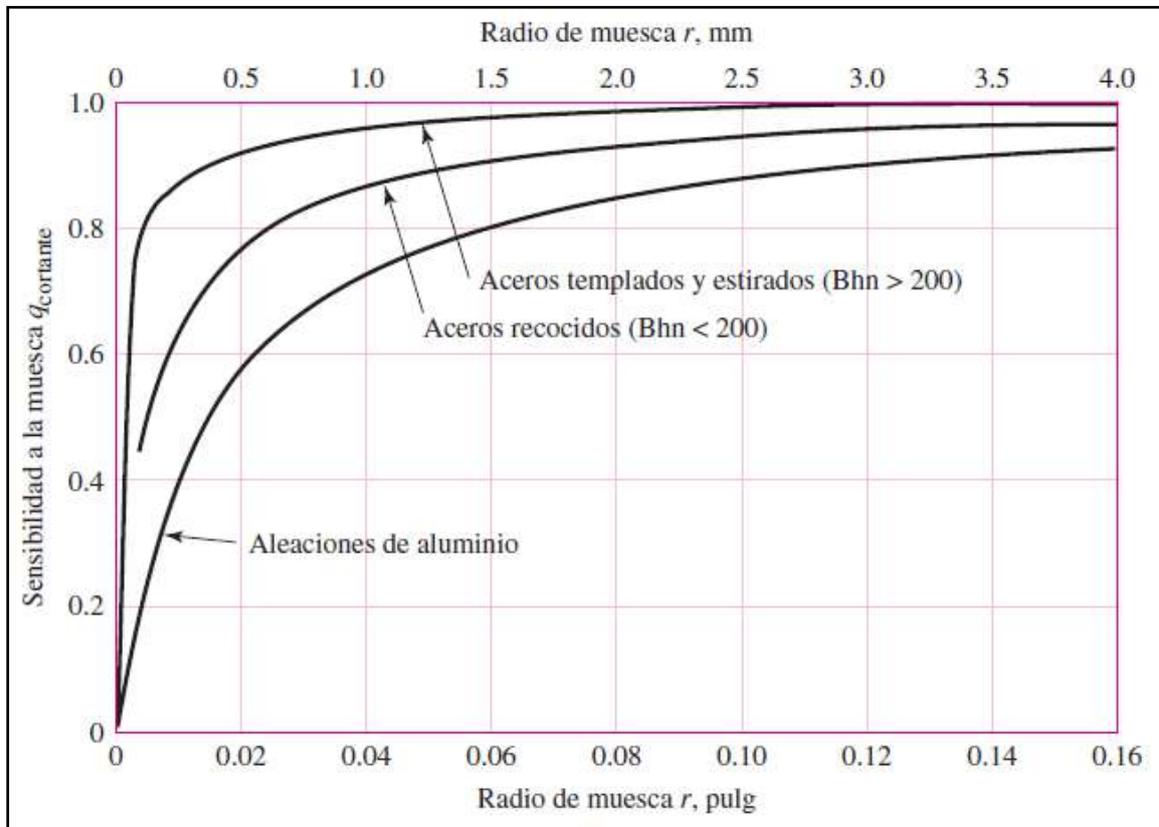
Confiabilidad, %	Variación de transformación z_a	Factor de confiabilidad k_e
50	0	1.000
90	1.288	0.897
95	1.645	0.868
99	2.326	0.814
99.9	3.091	0.753
99.99	3.719	0.702
99.999	4.265	0.659
99.9999	4.753	0.620

Fuente: G. Budynas & Keith Nisbett, 2012

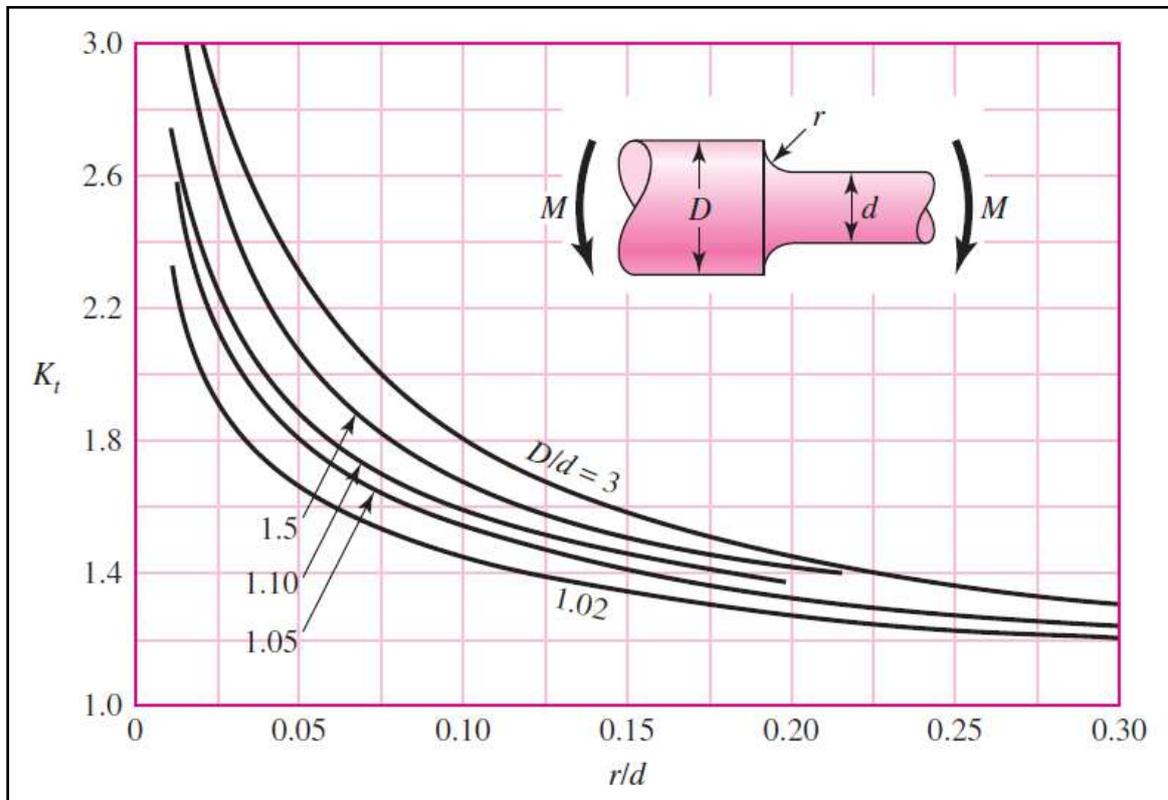
Anexo 15. Sensibilidad de muesca de aceros sometidos a flexión.



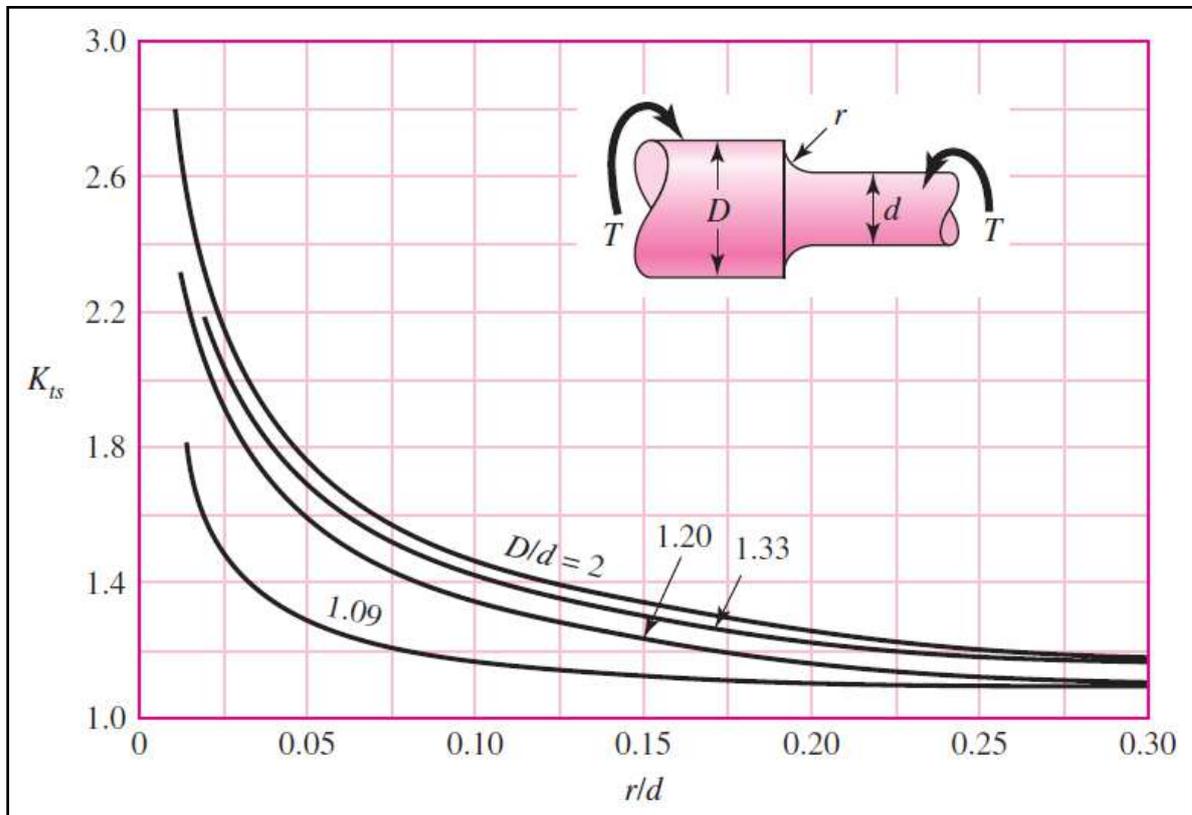
Fuente: G. Budynas & Keith Nisbett, 2012.

Anexo 16. Sensibilidad a la muesca de aceros sometidos a torsión.

Fuente: G. Budynas & Keith Nisbett, 2012.

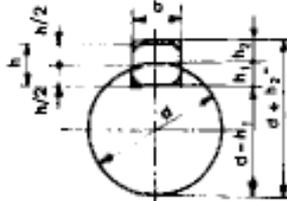
Anexo 17. Factor de concentración de esfuerzos por flexión K_t .

Fuente: G. Budynas & Keith Nisbett, 2012.

Anexo 18. Factor de concentración de esfuerzos por torsión K_{ts} .

Fuente: G. Budynas & Keith Nisbett, 2012.

Anexo 19. Dimensiones de chavetas paralelas.

Pasadores y chavetas		CHAVETAS PARALELAS SERIE NORMAL						TABLA 18 . 13					
Dimensiones en mm.								(De UNE 17.102 h1)					
		CHAVETA											
Sección <i>b x h</i>	Ancho <i>b</i>		Altura <i>h</i>		Chaflán <i>b₁</i>		Longitud <i>l</i>						
	Nominal	Toler. h9	Nominal	Toler. h9 y h11	Mínimo	Máximo	De...	...a					
4 x 4	4	0	4	0	0,16	0,25	8	45					
5 x 5	5	-0,030	5	-0,030	0,25	0,40	10	56					
6 x 6	6		6		0,25	0,40	14	70					
8 x 7	8	0	7		0,25	0,40	18	90					
10 x 8	10	-0,036	8		0,40	0,60	22	110					
12 x 8	12		8	0	0,40	0,60	28	140					
14 x 9	14	0	9	-0,090	0,40	0,60	36	160					
16 x 10	16	-0,043	10		0,40	0,60	45	180					
18 x 11	18		11		0,40	0,60	50	200					
20 x 12	20		12		0,40	0,80	56	220					
22 x 14	22	0	14	0	0,60	0,80	63	250					
25 x 14	25	-0,052	14	-0,110	0,60	0,80	70	280					
28 x 18	28		16		0,60	0,80	80	320					
32 x 18	32		18		0,60	0,80	90	360					
36 x 20	36	0	20		0,60	1,20	100	400					
40 x 22	40	-0,062	22	0	1,00	1,20							
45 x 25	45		25	0,130	1,00	1,20							
50 x 28	50		28		1,00	1,20							
56 x 32	56		32		1,00	2,00							
63 x 32	63	0	32		1,60	2,00							
70 x 36	70	-0,074	36	0	1,60	2,00							
80 x 40	80		40	-0,160	2,50	3,00							
90 x 45	90	0	45		2,50	3,00							
100 x 50	100	-0,087	50		2,50	3,00							
CHAVETERO													
Diámetro del eje <i>d</i>	Sección de la chaveta <i>b x h</i>	Ancho <i>b</i> , tolerancia						Profundidad				Chaflán <i>R₁</i>	
		Nominal	Clase de ajuste del anchavetado				Eje <i>h₁</i>		Cubo <i>h₂</i>		Min.	Máx.	
			Libre		Normal		Ajustado		Nominal	Toler.			Nominal	Toler.
Más de	Hasta	Eje h9	Cubo D10	Eje N9	Cubo Js 9	Eje y cubo pg	Nominal	Toler.	Nominal	Toler.			
10	12	4 x 4	4			-0,012	2,5	+0,1	1,8	+0,1	0,08	0,16	
12	17	5 x 5	5	+0,030	+0,078	0	±0,015		2,3		0,16	0,25	
17	22	6 x 6	6	0	+0,030	-0,030		0	2,8	0	0,16	0,25	
22	30	8 x 7	8	+0,036	+0,098	0	±0,018		3,3		0,16	0,25	
30	38	10 x 8	10	0	+0,040	-0,036	±0,018		3,3		0,25	0,40	
38	44	12 x 8	12						3,3		0,25	0,40	
44	50	14 x 9	14	+0,043	+0,120	0	±0,0215		3,8		0,25	0,40	
50	58	16 x 10	16	0	+0,050	-0,043	±0,0215		4,3		0,25	0,40	
58	65	18 x 11	18						4,4	+0,2	0,25	0,40	
65	75	20 x 12	20						4,9	0	0,40	0,60	
75	85	22 x 14	22	+0,052	+0,149	0	±0,026	-0,022	5,4		0,40	0,60	
85	95	25 x 14	25	0	+0,065	-0,052	±0,026	-0,074	5,4		0,40	0,60	
95	110	28 x 18	28						6,4		0,40	0,60	
110	130	32 x 18	32						7,4		0,40	0,60	
130	150	36 x 20	36						8,4		0,70	1,00	
150	170	40 x 22	40	+0,062	+0,180	0	±0,031	-0,025	9,4		0,70	1,00	
170	200	45 x 25	45	0	+0,080	-0,062	±0,031	-0,088	10,4		0,70	1,00	
200	230	50 x 28	50						11,4		0,70	1,00	
230	260	56 x 32	56						12,4	+0,3	0,70	1,00	
260	290	63 x 32	63	+0,074	+0,220	0	±0,037	-0,032	12,4	0	1,20	1,60	
290	330	70 x 36	70	0	+0,100	-0,074	±0,037	-0,106	14,4		1,20	1,60	
330	380	80 x 40	80						15,4		2,00	2,50	
380	440	90 x 45	90	+0,087	+0,260	0	±0,0435	-0,037	17,4		2,00	2,50	
400	500	100 x 50	100	0	+0,120	-0,087	±0,0435	-0,124	19,5		2,00	2,50	

Fuente: Larburu, 1989.

Anexo 20. Factor de servicio de reductores Paramax.

Prime Mover	Operating Hours	Type of Load		
		Uniform Load U	Moderate Shock Load M	Heavy Shock Load H
Electric Motor	3 hours/day	1.00	1.00	1.50
	10 hours/day	1.00	1.25	1.75
	24 hours/day	1.25	1.50	2.00
Internal Combustion Engine (multi cylinder)	3 hours/day	1.00	1.25	1.75
	10 hours/day	1.25	1.50	2.00
	24 hours/day	1.50	1.75	2.25

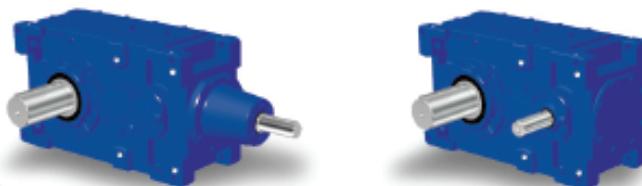
Fuente: Sumitomo drive Technologies, 2020

Anexo 21. Tamaño y ratio de reductores Paramax disponibles.

Reducer

		Ratio																					
		6.3	7.1	8	9	10	11.2	12.5	14	16	18	20	22.4	25	28	31.5	35.5	40	45	50	56	63	71
Size	9015	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•				
	9025	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•				
	9030	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•				•
	9035			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9040	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9045			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9050	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9055			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9060	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9065			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9070	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9075			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9080	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9085			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9090	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9095		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9100	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9105		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9110	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9115		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
9118														•	•	•	•	•	•	•	•	•	
9121															•	•	•	•	•	•	•	•	
9126															•	•	•	•	•	•	•	•	
9128															•	•	•	•	•	•	•	•	
9131														•	•	•	•	•	•	•	•	•	
9136														•	•	•	•	•	•	•	•	•	

		Ratio																
		80	90	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400	450	500
Size	9015																	
	9025																	
	9030	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•							
	9035	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•					
	9040	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•					
	9045	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•				
	9050	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
	9055	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9060	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9065	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9070	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9075	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9080	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9085	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9090	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9095	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9100	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9105	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9110	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	9115	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
9118	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
9121	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
9126	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
9128	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
9131	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
9136	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	



Fuente: Sumitomo drive Technologies, 2020.

Anexo 22. Tamaño de reductor Paramax según ratio y velocidad de salida.

Size of Reducer											L.Speed Shaft Speed r/min	H.Speed Shaft Speed r/min	Nominal Reduction Ratio	
9095	9100	9105	9110	9115	9118	9121	9126	9128	9131	9136				
317.35	305.90	299.46	328.33	313.90	316.08	314.53	314.53	298.95	323.52	323.52	Exact Reduction Ratio			
60	74	91	99	124	157	182	212	266	278	328	5.7	1800	315	
50	62	76	83	103	131	152	177	222	232	274	4.8	1500		
40	49	60	66	83	105	122	142	178	186	220	3.8	1200		
33	41	50	55	69	88	101	118	149	155	183	3.2	1000		
30	37	45	50	62	79	91	106	134	140	165	2.9	900		
25.2	31	38	41	52	66	76	89	112	117	138	2.4	750		
346.58	349.61	338.53	375.23	370.97	362.44	341.25	341.25	355.99				Exact Reduction Ratio		
55	65	80	87	105	137	168	195	224				5.1	1800	355
45	54	67	72	87	114	140	163	187				4.2	1500	
36	43	53	58	70	92	112	131	150				3.4	1200	
30	36	45	48	58	76	93	109	125				2.8	1000	
27.6	32	40	43	52	69	84	98	112				2.5	900	
23.0	27.4	33	36	44	57	70	82	94				2.1	750	
397.55	389.79	386.90	418.36	423.96	414.22	391.44	391.44	386.24				Exact Reduction Ratio		
48	58	70	78	92	120	146	170	207				4.5	1800	400
40	49	59	65	76	100	122	142	172				3.8	1500	
32	39	47	52	61	80	98	114	138				3.0	1200	
26.8	32	39	43	51	67	81	95	115				2.5	1000	
24.1	29.5	35	39	46	60	73	85	104				2.3	900	
20.1	24.6	29.6	32	38	50	61	71	86				1.9	750	
B-156	B-156	B-156	B-156	B-156	B-158	B-158	B-158	B-160	B-160	B-160	Horizontal Vertical Upright		Dimension Tables	
B-178	B-178	B-178	B-178	B-178										

Fuente: Sumitomo drive Technologies, 2020.

Anexo 23. Potencia térmica y factor de corrección de temperatura.

Size of Reducer											Number of Cooling Fans	H.Speed Shaft Speed r/min	Nominal Reduction Ratio	Ambient Temperature °C	Temperature Correction Factor	
9095	9100	9105	9110	9115	9118	9121	9126	9128	9131	9136					Without Fan	With Fan
142	172	187	215	237	260	316	316	353	433	433	-	1800	Quadruple Reduction Horizontal Type 315 ▼ 400	20	1.00	1.00
137	166	181	207	229	250	304	304	342	419	419	-	1500		30	0.85	0.87
130	158	173	197	217	237	289	289	327	400	400	-	1200		40	0.70	0.73
124	151	165	188	207	226	275	275	313	383	383	-	1000		50	0.55	0.60
120	147	160	182	201	219	267	267	305	372	372	-	900				
113	139	152	172	190	207	253	253	289	354	354	-	750				
148	180	196	223	246							-	1800	Quadruple Reduction Vertical Type 315 ▼ 400			
142	172	188	214	235							-	1500				
134	163	178	201	222							-	1200				
127	154	169	191	211							-	1000				
122	150	164	185	204							-	900				
115	141	154	174	192							-	750				
											-	1800	Quadruple Reduction Upright Type 315 ▼ 400			
											-	1500				
											-	1200				
											-	1000				
											-	900				
											-	750				

Notes

- Shown in the table are the ratings for models without a fan cooling unit and those with a fan. (-: none fan, 1: with a fan)
- The values are applicable to continuous operation at ambient temperatures of 20 °C or less. When the temperature is out of the range, refer to the temperature correction factor shown above.
- When the high speed shaft speed is not shown in the table, find it by interpolation method.

Fuente: Sumitomo drive Technologies, 2020.

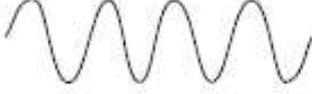
Anexo 24. Motores trifásicos WEG W22 IE3 60Hz

Potencia		Carcasa	Par nominal (kgfm)	Corriente con rotor trabado I/In	Par con rotor trabado TV/Tn	Par máximo Tb/Tn	Momento de inercia J (kgm²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)		Peso (kg)	Nivel de ruido dB(A)	380 V								
								Caliente	Frio			RPM	% de la potencia nominal			Factor de potencia			Corriente nominal In (A)	
													50	75	100	50	75	100		
KW	HP																			
VI Polos																				
0,12	0,16	63	0,103	3,6	2,2	2,3	0,0007	56	123	8,2	47	1130	46,0	52,0	64,0	0,36	0,45	0,54	0,528	
0,37	0,5	80	0,320	4,3	2	2,2	0,0025	27	59	12,5	47	1125	62,0	67,0	75,3	0,51	0,65	0,75	0,995	
0,55	0,75	90S	0,462	6,4	2,7	3,1	0,0055	35	77	19,0	49	1160	78,0	81,5	81,7	0,45	0,58	0,67	1,53	
0,75	1	L90S	0,638	5,9	2,6	3,1	0,0066	29	64	23,0	49	1145	78,5	81,5	82,5	0,48	0,59	0,68	2,03	
1,1	1,5	L100L	0,920	6,6	2,4	3	0,0176	61	134	38,0	48	1165	82,5	85,5	87,5	0,46	0,59	0,68	2,81	
1,5	2	112M	1,25	7,3	2,7	3,2	0,0257	48	106	42,0	52	1165	85,4	87,7	88,5	0,47	0,60	0,68	3,79	
2,2	3	L112M	1,84	7,4	3,1	3,6	0,0293	33	73	47,0	52	1165	86,2	88,5	89,5	0,47	0,60	0,68	5,49	
3	4	132S	2,50	7,2	2,2	2,8	0,0530	53	117	62,0	55	1170	87,5	89,0	89,5	0,52	0,64	0,72	7,07	
3,7	5	132S	3,08	7,5	2,4	3	0,0568	41	90	63,0	55	1170	87,5	89,0	89,5	0,50	0,63	0,71	8,85	
4,5	6	132M	3,75	7,4	2,3	2,9	0,0643	39	86	75,0	55	1170	87,5	89,0	89,5	0,51	0,64	0,72	10,6	
5,5	7,5	132M	4,60	6,6	2	2,8	0,0679	35	77	80,0	55	1165	88,4	89,5	89,5	0,52	0,65	0,73	12,7	
7,5	10	132M/L	6,30	6,0	2,2	2,4	0,0757	21	46	90,0	55	1160	88,0	89,5	89,5	0,58	0,70	0,77	16,6	
9,2	12,5	160M	7,66	6,3	2,5	3	0,1489	17	37	122	59	1170	90,0	90,8	91,0	0,63	0,75	0,81	19,0	
15	20	180M	12,4	8,0	2,4	3	0,2560	9	20	174	59	1175	91,5	92,0	92,2	0,68	0,79	0,85	29,1	
18,5	25	180L	15,3	8,5	2,5	3,3	0,3233	8	18	193	59	1175	92,5	93,0	93,1	0,68	0,79	0,85	35,5	
22	30	200L	18,2	6,5	2,3	2,8	0,4204	19	42	232	62	1180	93,0	93,6	93,6	0,63	0,75	0,81	44,1	
30	40	200L	24,8	6,7	2,4	2,8	0,4905	15	33	251	62	1180	93,0	93,6	94,1	0,61	0,73	0,79	61,4	
37	50	225S/M	30,4	7,4	2,4	2,7	0,8876	13	29	398	66	1185	93,5	94,1	94,2	0,70	0,80	0,85	70,2	
45	60	250S/M	37,0	7,6	2,5	2,7	1,20	12	26	463	68	1185	94,0	94,5	94,5	0,70	0,80	0,84	86,1	
55	75	250S/M	45,2	7,6	2,6	2,7	1,38	11	24	491	68	1185	94,1	94,5	94,7	0,70	0,80	0,85	104	
75	100	280S/M	61,6	6,0	2	2,3	2,91	23	51	699	69	1185	94,7	95,0	95,0	0,70	0,80	0,83	145	
90	125	280S/M	74,0	6,0	2	2,3	3,35	16	35	678	69	1185	94,8	95,0	95,3	0,70	0,80	0,83	173	
110	150	315S/M	90,0	6,6	2,2	2,4	5,99	28	62	1028	70	1190	94,9	95,6	95,8	0,69	0,79	0,83	211	
132	180	315S/M	108	7,0	2,4	2,4	6,54	22	49	1072	70	1190	95,0	95,7	95,8	0,69	0,79	0,83	252	
150	200	315S/M	123	6,5	2,1	2,2	7,05	24	53	1112	70	1190	95,2	95,8	95,9	0,70	0,80	0,83	286	
160	220	315L	130	7,4	2,7	2,9	10,5	40	88	1448	71	1195	95,4	95,8	95,8	0,64	0,76	0,81	314	
185	250	355M/L	151	6,0	2	2	9,26	36	79	1528	77	1190	95,3	96,0	96,0	0,69	0,78	0,82	357	
200	270	355M/L	164	6,5	2,2	2,2	9,98	34	75	1594	77	1190	95,3	96,0	96,0	0,68	0,78	0,82	386	
220	300	355M/L	179	6,5	1,9	2,1	10,7	30	66	1642	77	1195	95,6	96,1	96,1	0,69	0,79	0,82	424	
260	350	355M/L	212	6,8	2	2,1	13,0	30	66	1824	77	1195	95,8	96,2	96,2	0,69	0,78	0,82	500	
300	400	355M/L	245	7,0	2,4	2,3	15,1	26	57	1982	77	1195	95,7	96,2	96,4	0,66	0,77	0,80	591	

Fuente: Catalogo WEG, 2019

Anexo 25. Factor de servicio de acoples Falk.

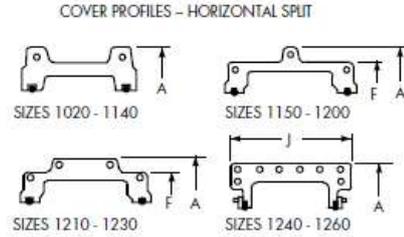
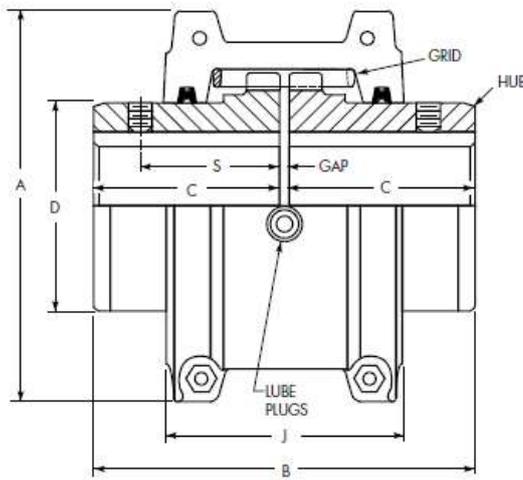
SERVICE FACTORS are a guide, based on experience, of the ratio between coupling catalog rating and system characteristics. The system characteristics are best measured with a torque meter.

Torque Demands Driven Machine	Typical applications for electric motor or turbine driven equipment	Typical Service Factor
	Constant torque such as Centrifugal Pumps, Blowers and Compressors.	1.0
	Continuous duty with some torque variations including Plastic Extruders, Forced Draft Fans.	1.5
	Light shock loads from Metal Extruders, Cooling Towers, Cane Knife, Log Haul.	2.0
	Moderate shock loading as expected from a Car Dumper, Stone Crusher, Vibrating Screen.	2.5
	Heavy shock load with some negative torques from Roughing Mills, Reciprocating Pumps, Compressors, Reversing Runout Tables.	3.0
	Applications like Reciprocating Compressors with frequent torque reversals, which do not necessarily cause reverse rotations.	Refer to Factory

Fuente: Catalogo FALK, 2020.

Anexo 26. Acoples Falk flexibles T10

Close-Coupled Type T10



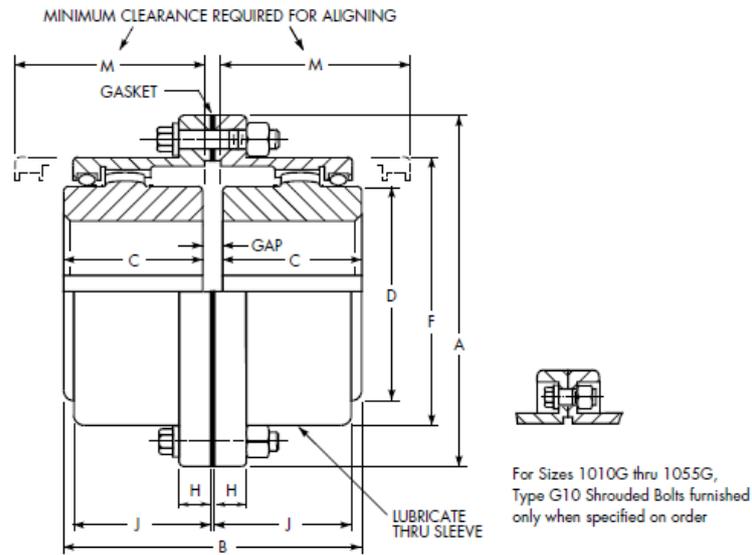
Sizes 1020 thru 1230T10 covers are cast aluminum alloy;
 Sizes 1240 thru 1260T10 are fabricated steel.

Dimensions (in)

Size \varnothing	Torque Rating (lb-in) ⁽²⁾	Allow Speed RPM ⁽³⁾	Max Bore \varnothing	Min Bore \varnothing	Cplg Wt with No Bore (lb)	Lube Wt (lb)	A	B	C	D	F	J	S	GAP
1020T	460	4500	1.125	0.500	4.2	0.06	3.82	3.88	1.88	1.56	—	2.62	1.54	0.125
1030T	1,320	4500	1.375	0.500	5.7	0.09	4.16	3.88	1.88	1.94	—	2.69	1.54	0.125
1040T	2,200	4500	1.625	0.500	7.4	0.12	4.50	4.12	2.00	2.25	—	2.75	1.58	0.125
1050T	3,850	4500	1.875	0.500	12	0.15	5.32	4.88	2.38	2.62	—	3.19	1.76	0.125
1060T	6,050	4350	2.125	0.750	16	0.19	5.82	5.12	2.50	3.00	—	3.68	2.06	0.125
1070T	8,800	4125	2.500	0.750	23	0.25	6.25	6.12	3.00	3.44	—	3.81	2.12	0.125
1080T	18,150	3600	3.000	1.062	39	0.38	7.50	7.12	3.50	4.12	—	4.55	2.54	0.125
1090T	33,000	3600	3.500	1.062	56	0.56	8.31	7.88	3.88	4.88	—	4.81	2.82	0.125
1100T	55,550	2440	4.000	1.625	93	0.94	9.88	9.69	4.75	5.59	—	6.12	—	0.188
1110T	82,500	2250	4.500	1.625	120	1.12	10.62	10.19	5.00	6.31	—	6.36	—	0.188
1120T	121,000	2025	5.000	2.375	179	1.62	12.12	12.00	5.88	7.06	—	7.54	—	0.250
1130T	176,000	1800	6.000	2.625	266	2.0	13.62	13.00	6.38	8.56	—	7.68	—	0.250
1140T	253,000	1650	7.250	2.625	392	2.5	15.12	14.75	7.25	10.00	—	7.92	—	0.250
1150T	352,000	1500	8.000	4.250	500	4.3	17.84	14.65	7.20	10.60	15.40	10.69	—	0.250
1160T	495,000	1350	9.000	4.750	681	6.2	19.76	15.85	7.80	12.00	17.20	10.95	—	0.250
1170T	660,000	1225	10.000	5.250	987	7.7	22.32	17.25	8.50	14.00	19.18	12.10	—	0.250
1180T	915,000	1100	11.000	6.000	1365	8.3	24.80	19.05	9.40	15.50	21.84	12.64	—	0.250
1190T	1,210,000	1050	12.000	6.000	1710	9.7	26.60	20.65	10.20	17.20	23.93	12.80	—	0.250
1200T	1,650,000	900	13.000	7.000	2331	12.4	29.80	22.25	11.00	19.60	26.00	14.00	—	0.250
1210T	2,200,000	820	14.000	7.000	3140	23.2	33.25	24.50	12.00	21.00	29.56	17.00	—	0.500
1220T	2,970,000	730	15.000	8.000	3935	35.4	36.25	26.10	12.80	22.50	32.37	19.30	—	0.500
1230T	3,850,000	680	16.000	8.000	4997	53.0	39.50	27.70	13.60	24.00	35.62	21.50	—	0.500
1240T	4,950,000	630	17.000	10.000	6504	74.5	42.80	29.50	14.50	25.50	—	25.50	—	0.500
1250T	6,600,000	580	18.500	10.000	8450	110.5	46.50	32.10	15.80	28.00	—	27.50	—	0.500
1260T	8,250,000	540	20.000	10.000	10322	148.1	49.64	34.50	17.00	30.00	—	30.00	—	0.500

Fuente: Catalogo FALK, 2020.

Anexo 27. Acople rígido Falk tipo G20

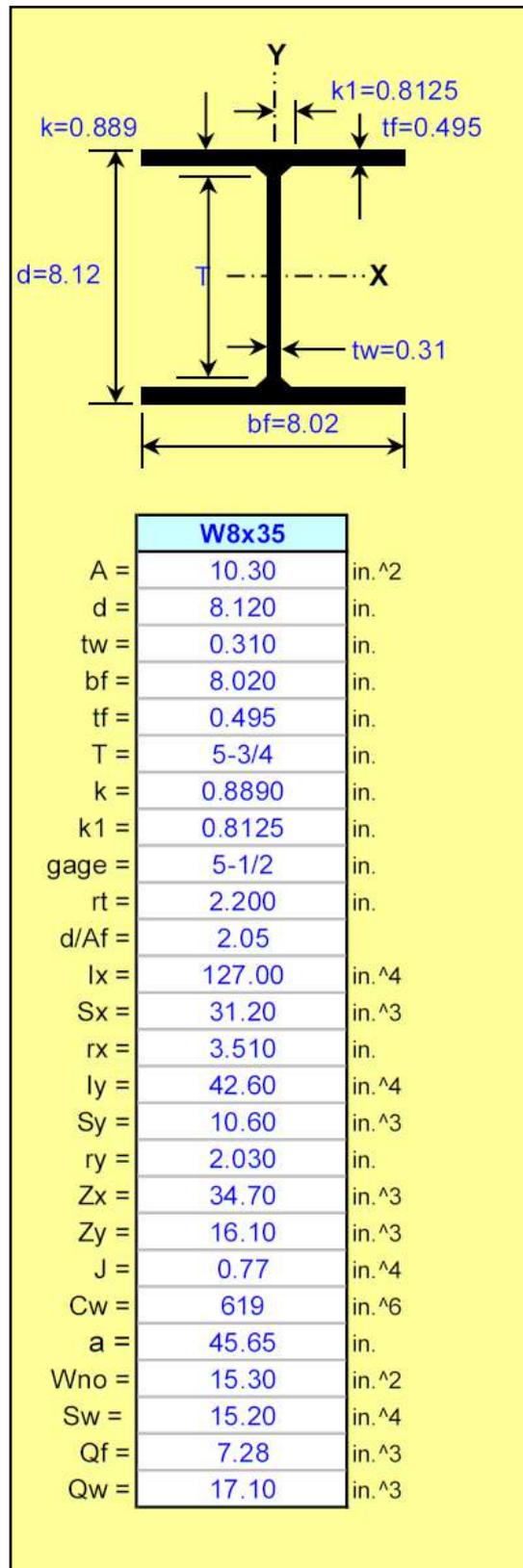


Dimensions (in)

Size ①	Torque Rating (lb-in) ④	Allow Speed RPM ③	Max Bore ⑥	Min Bore ⑦	Cplg Wt With No Bore (lb)		Lube Wt (lb)	A	B	C	D	F	H	J	M	GAP
					G10	G20										
1010G	10,080	8,000	1.875	0.50	9	10	0.09	4.56	3.50	1.69	2.70	3.30	0.55	1.53	2.00	0.125
1015G	20,790	6,500	2.375	0.75	17	20	0.16	6.00	4.00	1.94	3.40	4.14	0.75	1.88	2.40	0.125
1020G	37,800	5,600	2.875	1.00	30	35	0.25	7.00	5.00	2.44	4.14	4.98	0.75	2.34	3.00	0.125
1025G	66,150	5,000	3.625	1.25	55	65	0.50	8.38	6.25	3.03	5.14	6.10	0.86	2.82	3.60	0.188
1030G	107,100	4,400	4.125	1.50	85	95	0.80	9.44	7.37	3.59	6.00	7.10	0.86	3.30	4.20	0.188
1035G	163,800	3,900	4.875	2.00	135	150	1.20	11.00	8.63	4.19	7.00	8.32	1.12	3.84	5.10	0.250
1040G	270,900	3,600	5.750	2.50	195	215	2.00	12.50	9.75	4.75	8.25	9.66	1.12	4.38	5.70	0.250
1045G	371,700	3,200	6.750	3.00	280	300	2.30	13.62	10.93	5.31	9.25	10.79	1.12	4.84	6.50	0.312
1050G	500,900	2,900	7.375	3.50	390	420	3.90	15.31	12.37	6.03	10.00	12.04	1.50	5.54	7.20	0.312
1055G	655,200	2,650	8.250	4.00	525	550	4.90	16.75	13.56	6.62	11.00	13.16	1.50	6.22	8.00	0.312
1060G	800,100	2,450	9.125	4.50	-	675	7.00	18.00	15.13	7.41	12.00	14.41	1.00	6.66	9.00	0.312
1070G	1,197,000	2,150	10.875	5.00	-	1070	9.60	20.75	17.75	8.69	14.00	16.73	1.12	7.70	10.50	0.375

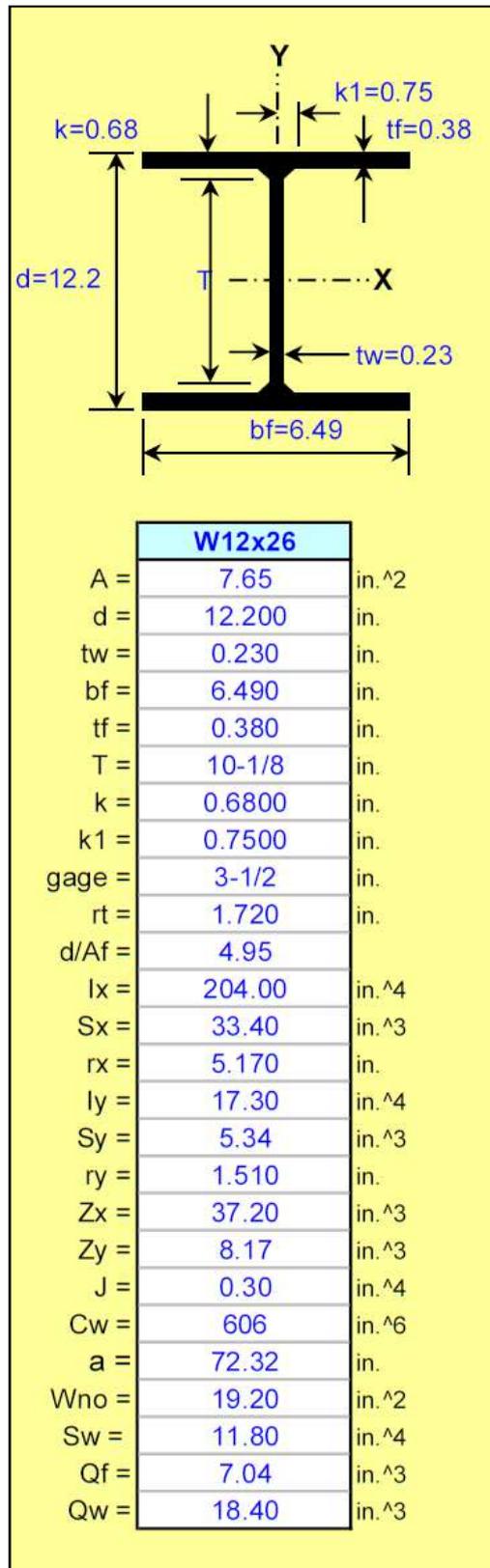
Fuente: Catalogo FALK, 2020.

Anexo 28. Propiedades geométricas de perfil W8x35 lb/ft



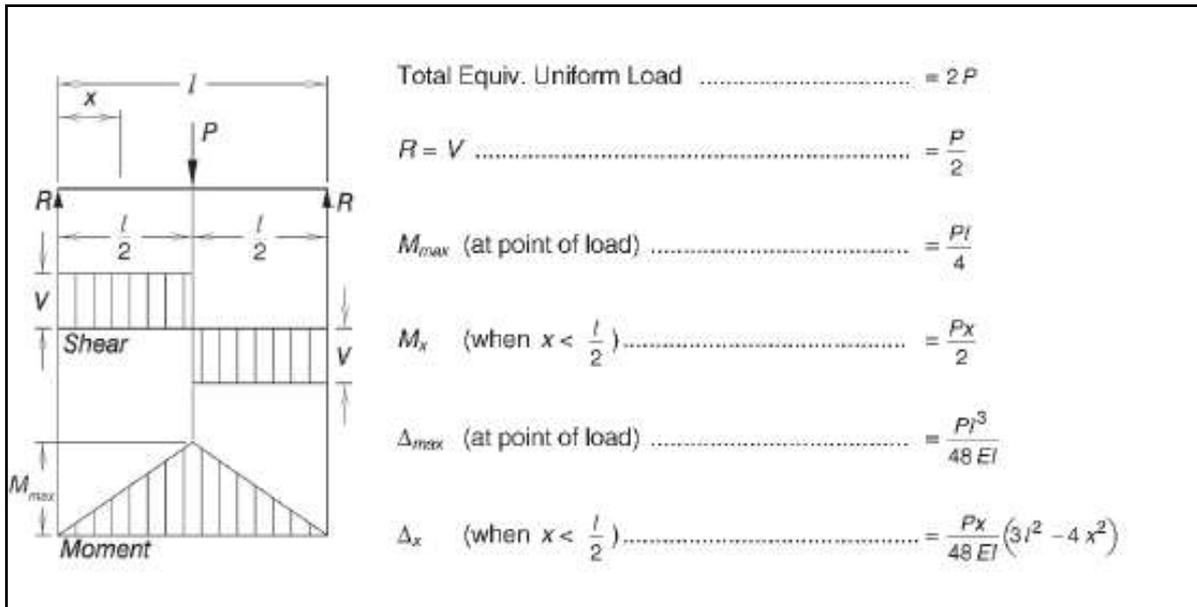
Fuente: Steel Construction Manua, AISC 2011

Anexo 29. Propiedades geométricas de perfil W12x26 lb/ft

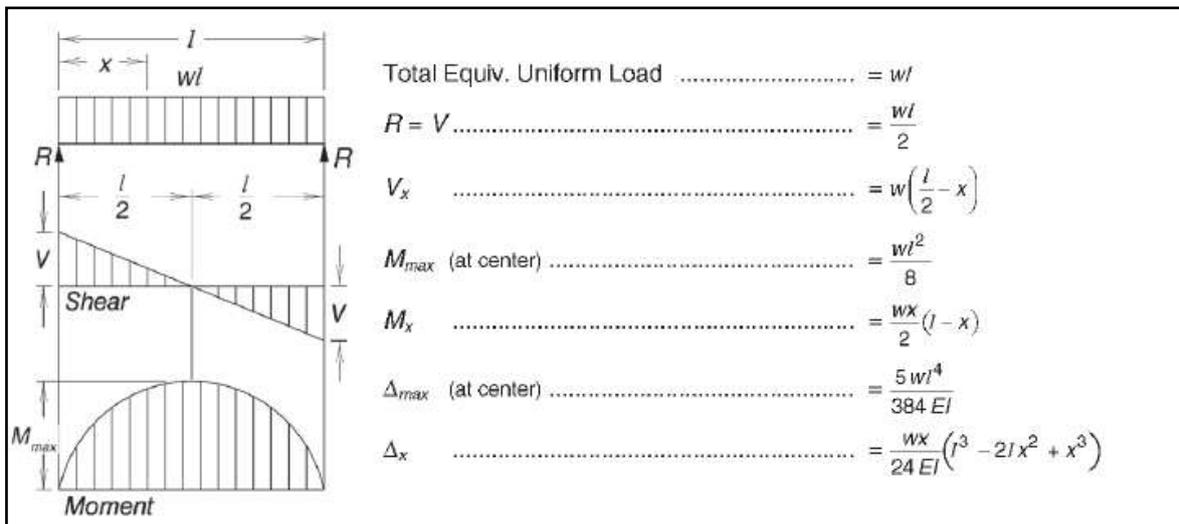


Fuente: Steel Construction Manua, AISC 2011

Anexo 30. Tabla 3-23 Cortante, Momentos y deflexiones para viga simple con carga concentrada en el centro



Fuente: Steel Construction Manua, AISC 2011



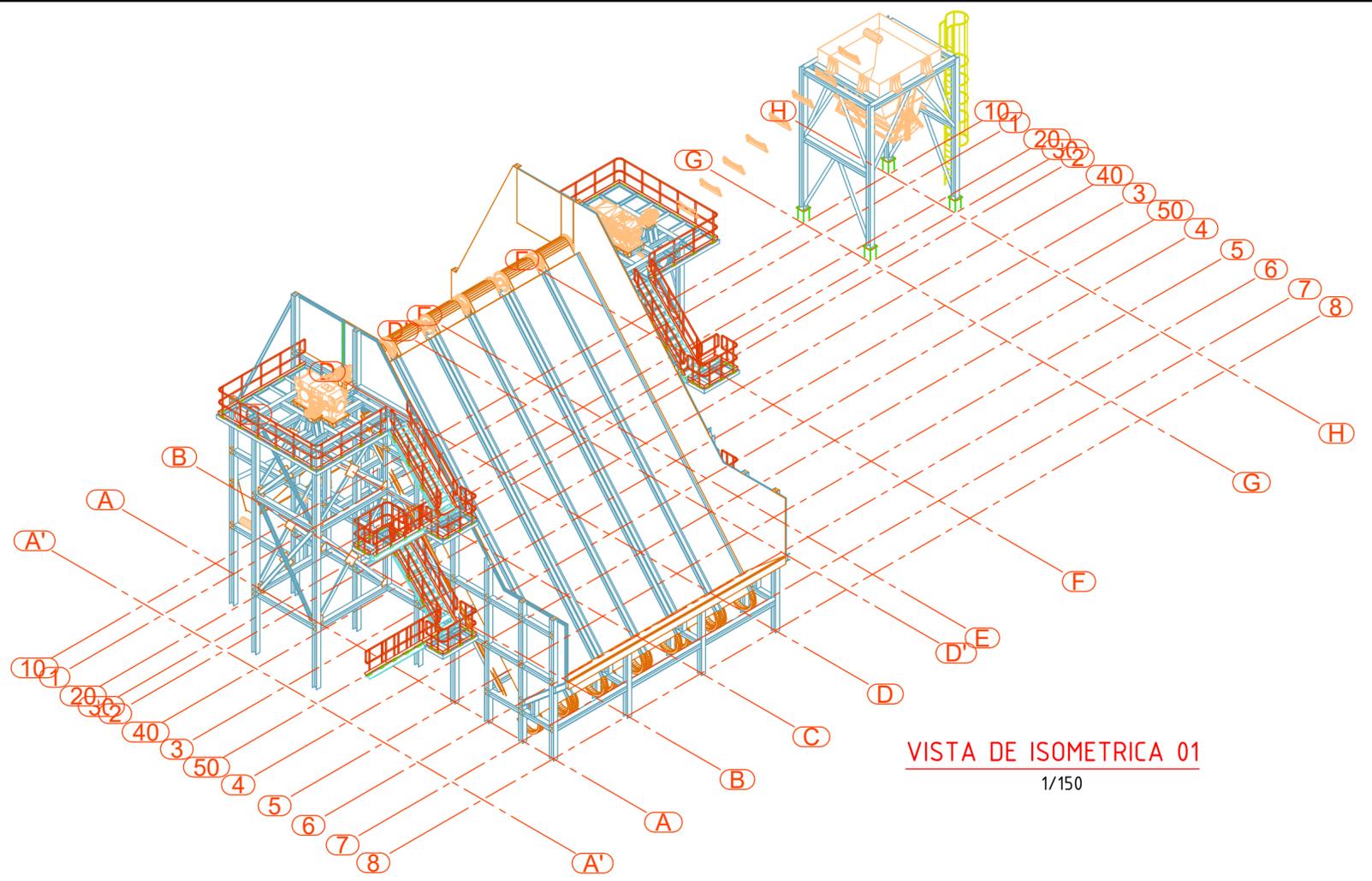
Fuente: Steel Construction Manua, AISC 2011

Anexo 31. Valores aproximados de longitud efectiva K.

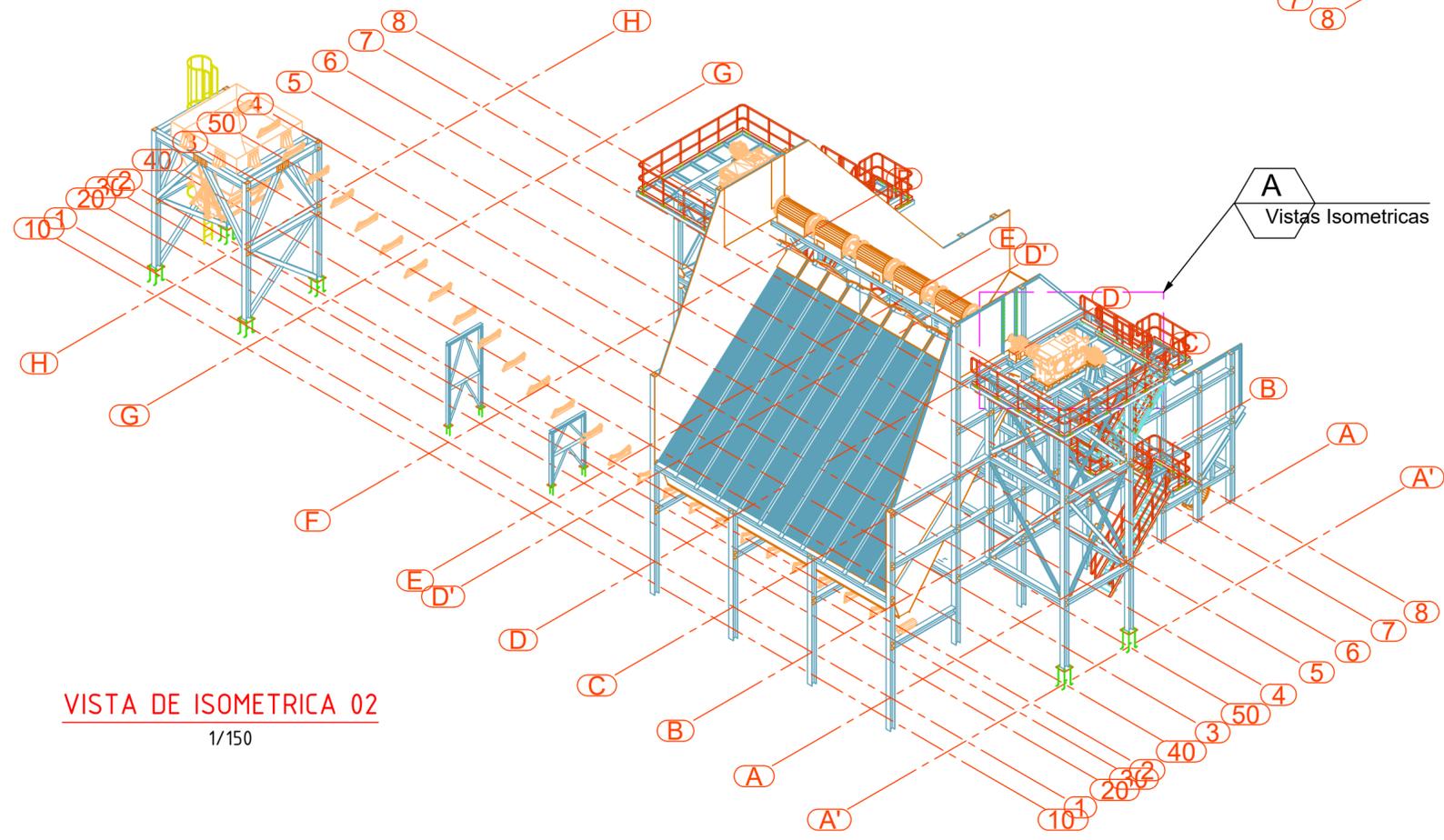
Las líneas punteadas muestran la forma pandeada de la columna	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Valor K teórico	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Valores recomendados de diseño cuando las condiciones reales son aproximadas	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
Símbolos para las condiciones de extremo	<ul style="list-style-type: none"> Rotación y traslación impedidas Rotación libre y traslación impedida Rotación impedida y traslación libre Rotación y traslación libres 					

Fuente: Mc. Cormac & Csernak, 2012.

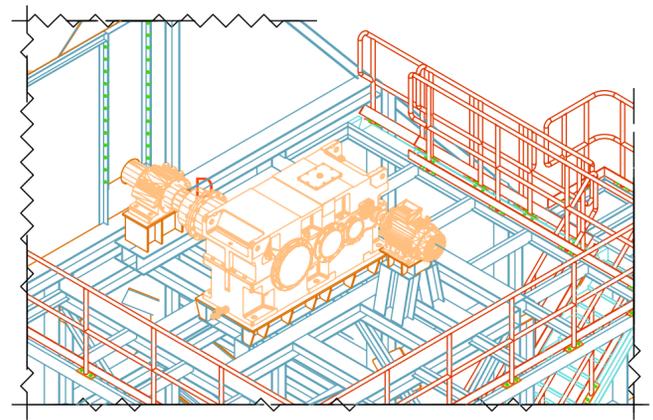
PLANOS



VISTA DE ISOMETRICA 01
1/150

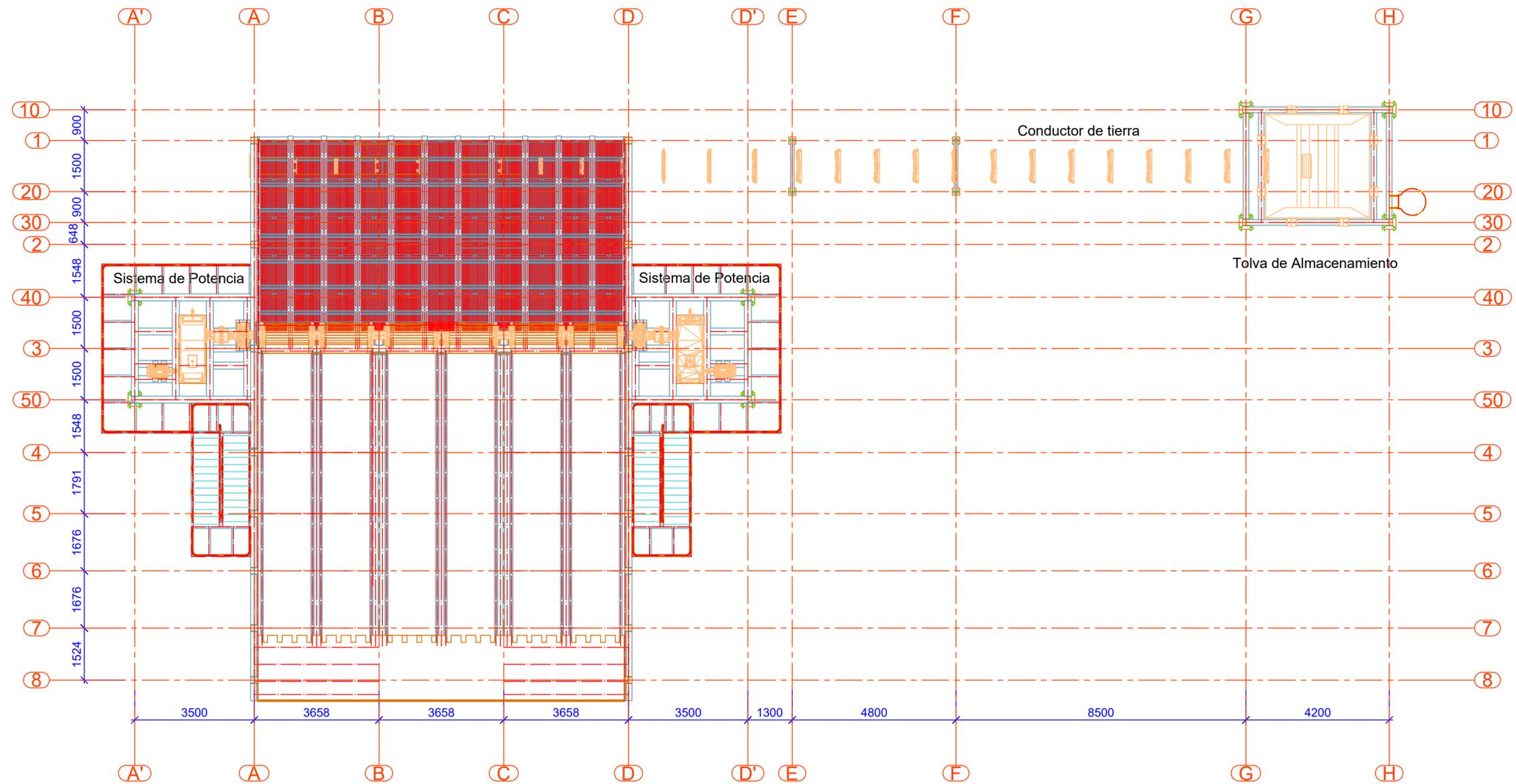


VISTA DE ISOMETRICA 02
1/150



Vistas Isometricas 1:50

PROYECTADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO								
DISEÑADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	TITULO: VISTAS ISOMETRICAS								
REVISADO: AISJ	--/--/2021	CODIGO: SJ-T-LS-002								
APROBADO: AISJ		<table border="1"> <tr> <td>PRELIMINAR</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>PARA APROBACIÓN</td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROBADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>NO APROBADO</td> <td></td> </tr> </table>	PRELIMINAR	X	PARA APROBACIÓN		APROBADO		NO APROBADO	
PRELIMINAR	X									
PARA APROBACIÓN										
APROBADO										
NO APROBADO										
		<table border="1"> <tr> <td>A2</td> <td>ESCALA 1 : 150</td> <td>HOJA 1 / 1</td> <td>REV. 00</td> </tr> </table>	A2	ESCALA 1 : 150	HOJA 1 / 1	REV. 00				
A2	ESCALA 1 : 150	HOJA 1 / 1	REV. 00							



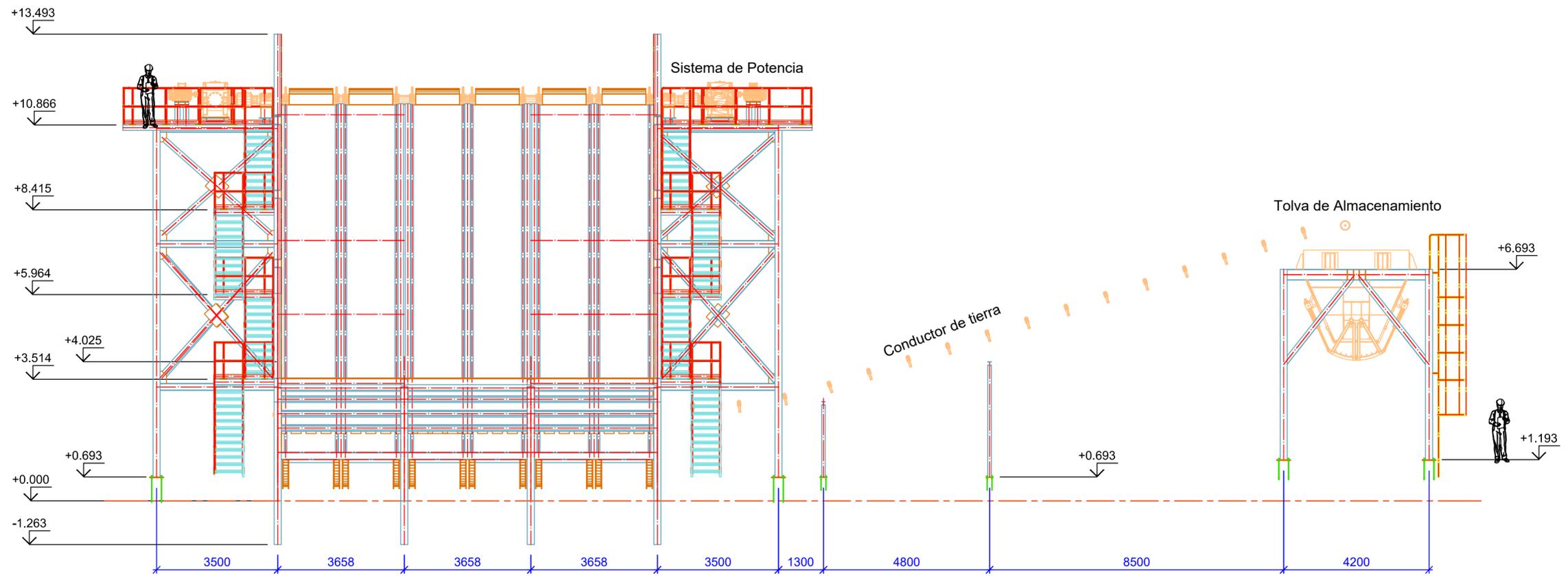
VISTA DE PLANTA - SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO

1/100

NOTAS GENERALES

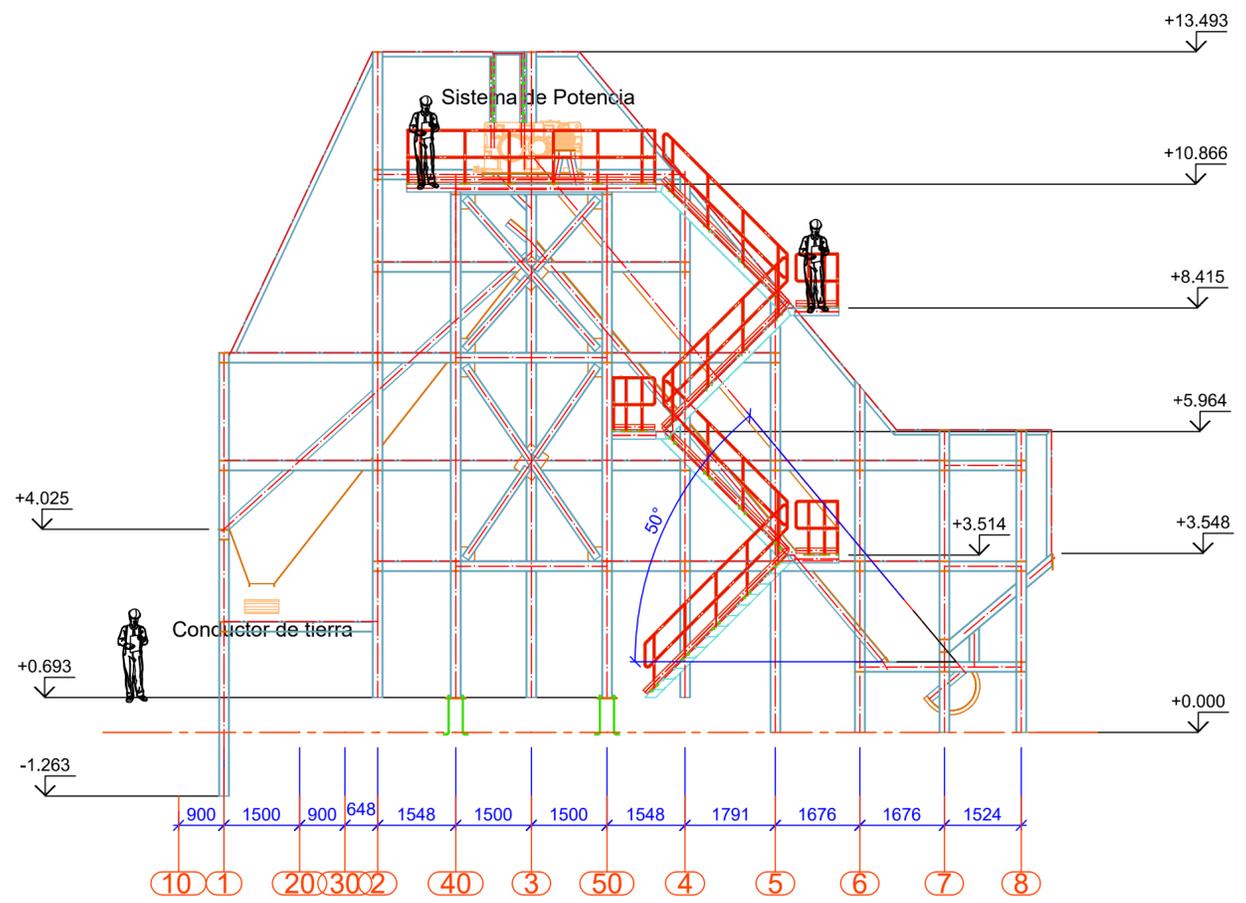
1. TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS.
2. EN CASO EN OBRA SE ENCUENTREN OTROS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DISTINTA A LO INDICADO EN ESTE PLANO, INFORMAR AL PROYECTISTA PARA REVISION A DETALLE.
3. VERIFICAR NIVELES DE CIMENTACION DE ESTRUCTURA COLINDANTE Y ENVIAR INFORMACION AL PROYECTISTA.

PROYECTADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO
DISEÑADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	
REVISADO: AISJ	--/--/2021	
APROBADO: AISJ		TITULO: VISTA DE PLANTA
		CODIGO: SJ-T-LS-003
PRELIMINAR	<input checked="" type="checkbox"/>	ESCALA 1 : 100
PARA APROBACIÓN	<input type="checkbox"/>	
APROBADO	<input type="checkbox"/>	
NO APROBADO	<input type="checkbox"/>	
A2		HOJA 1 / 1
		REV. 3



VISTA DE ELEVACION FRONTAL - SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO

1/100



VISTA DE PLANTA LATERAL - SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO

1/100

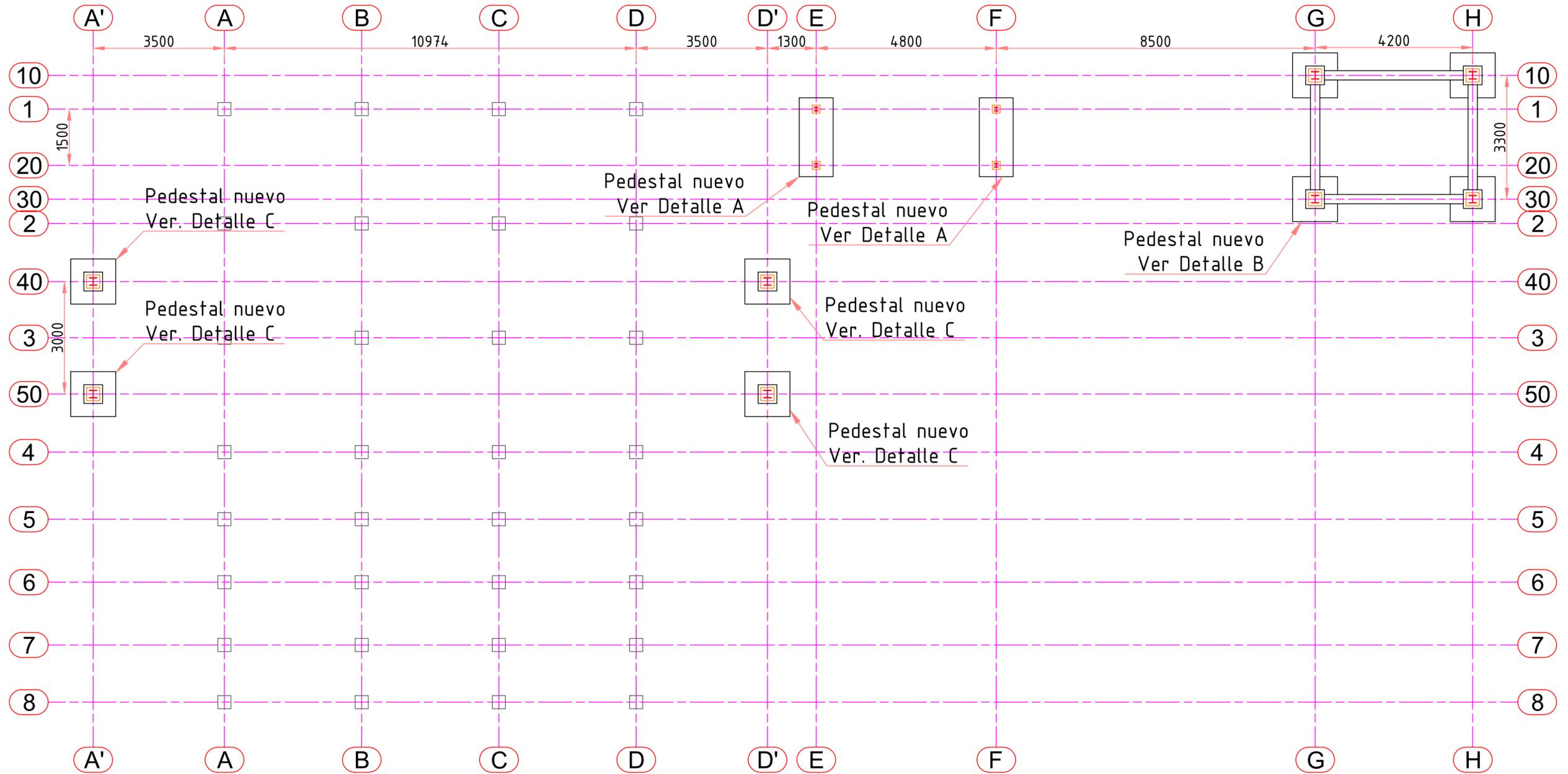
- NOTAS GENERALES**
- TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS.
 - ELEVACIONES EN METROS.
 - EN CASO EN OBRA SE ENCUENTREN OTROS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DISTINTA A LO INDICADO EN ESTE PLANO, INFORMAR AL PROYECTISTA PARA REVISION A DETALLE.
 - VERIFICAR NIVELES DE CIMENTACION DE ESTRUCTURA COLINDANTE Y ENVIAR INFORMACION AL PROYECTISTA.

PROYECTADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO
DISEÑADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	TITULO: VISTA DE ELEVACION
REVISADO: AISJ	--/--/2021	
APROBADO: AISJ		

	PRELIMINAR	X	CODIGO: SJ-P-LS-004	
	PARA APROBACIÓN			
	APROBADO			
	NO APROBADO			
A2		ESCALA 1 : 100	HOJA 1 / 1	REV. 03

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



VISTA DE PLANTA - EJES DE ESTRUCTURAS DE SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO
1/10

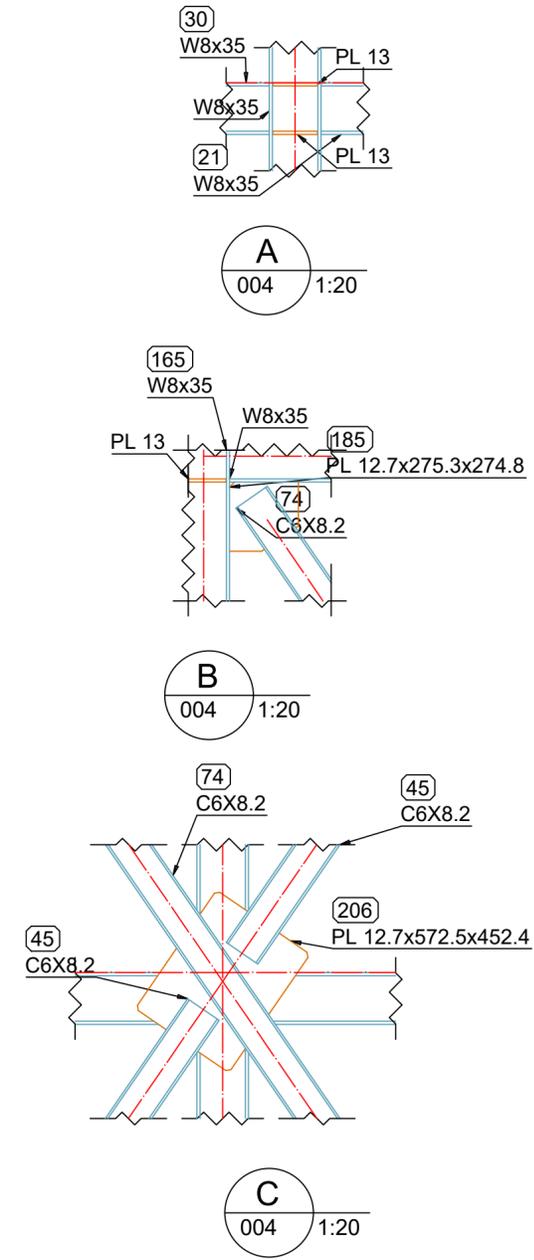
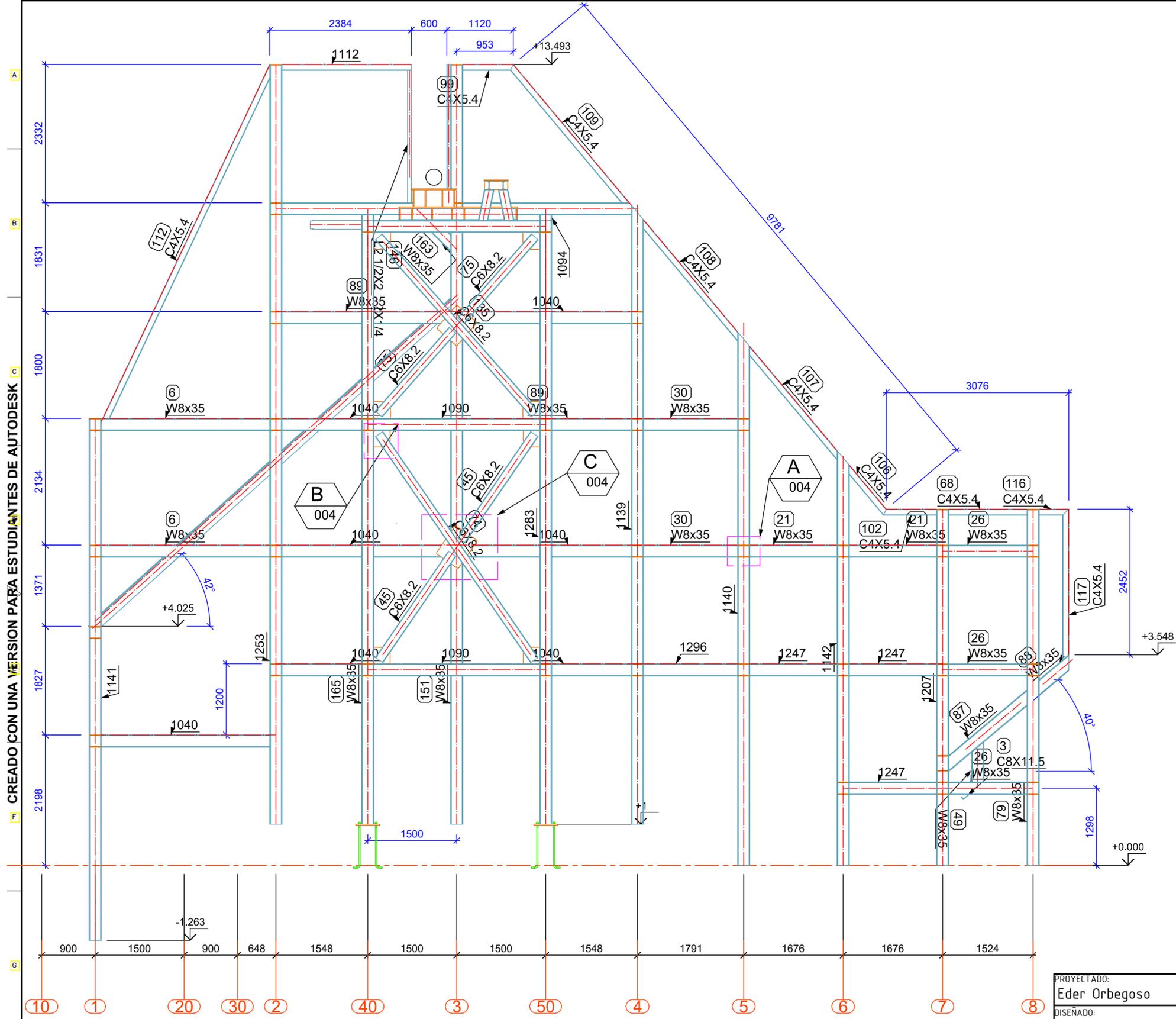
NOTAS GENERALES

1. TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS.
2. VER DETALLE DE PEDESTALES EN PLANO SJ-T-LS-006.
3. EN CASO EN OBRA SE ENCUENTREN OTROS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DISTINTA A LO INDICADO EN ESTE PLANO, INFORMAR AL PROYECTISTA PARA REVISION A DETALLE.
4. VERIFICAR NIVELES DE CIMENTACION DE ESTRUCTURA COLINDANTE Y ENVIAR INFORMACION AL PROYECTISTA.

PROYECTADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO
DISEÑADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	
REVISADO: AISJ	--/--/2021	
APROBADO: AISJ	--/--/2021	
		TITULO: UBICACION DE PEDESTALES NUEVOS
		CODIGO: SJ-T-LS-005
		PRELIMINAR
		PARA APROBACIÓN <input checked="" type="checkbox"/>
		NO APROBADO
A2	ESCALA	HOJA 1 / 1
		REV. 3

NOTAS GENERALES

1. TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS.
2. ELEVACIONES EN METROS.
3. EN CASO EN OBRA SE ENCUENTREN OTROS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DISTINTA A LO INDICADO EN ESTE PLANO, INFORMAR AL PROYECTISTA PARA REVISION A DETALLE.
4. VERIFICAR NIVELES DE CIMENTACION DE ESTRUCTURA COLINDANTE Y ENVIAR INFORMACION AL PROYECTISTA.

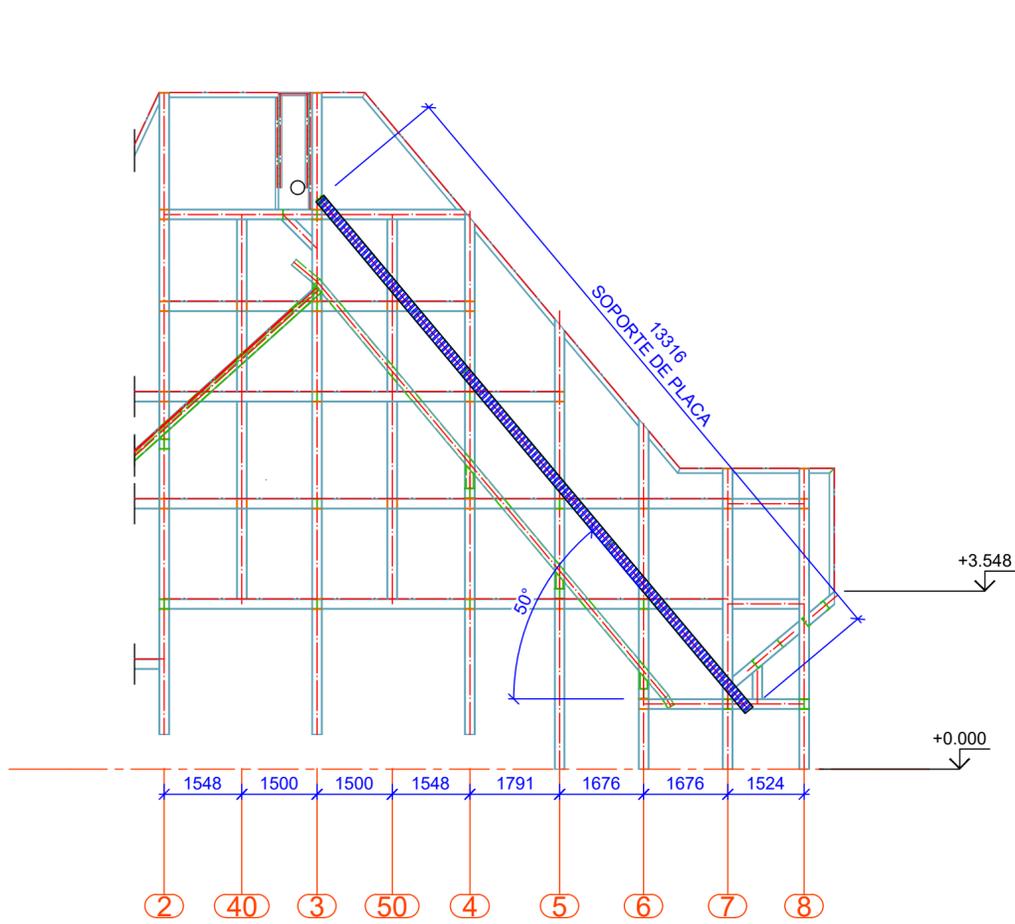


VISTA DE ELEVACION LATERAL
1/50

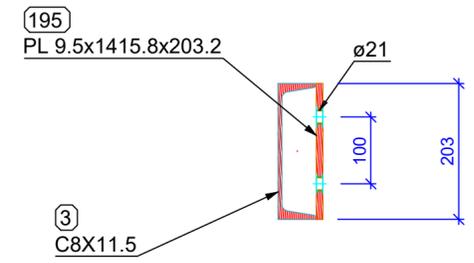
PROYECTADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO
DISENADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	TITULO: COLUMNAS Y VIGAS PRINCIPALES Elevacion lateral
REVISADO: AISJ	--/--/2021	CODIGO: SJ-T-LS-007-2
APROBADO: AISJ		ESCALA A2
		HOJA 1 / 1
PRELIMINAR <input checked="" type="checkbox"/> PARA APROBACIÓN <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> NO APROBADO <input type="checkbox"/>		REV. 03

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

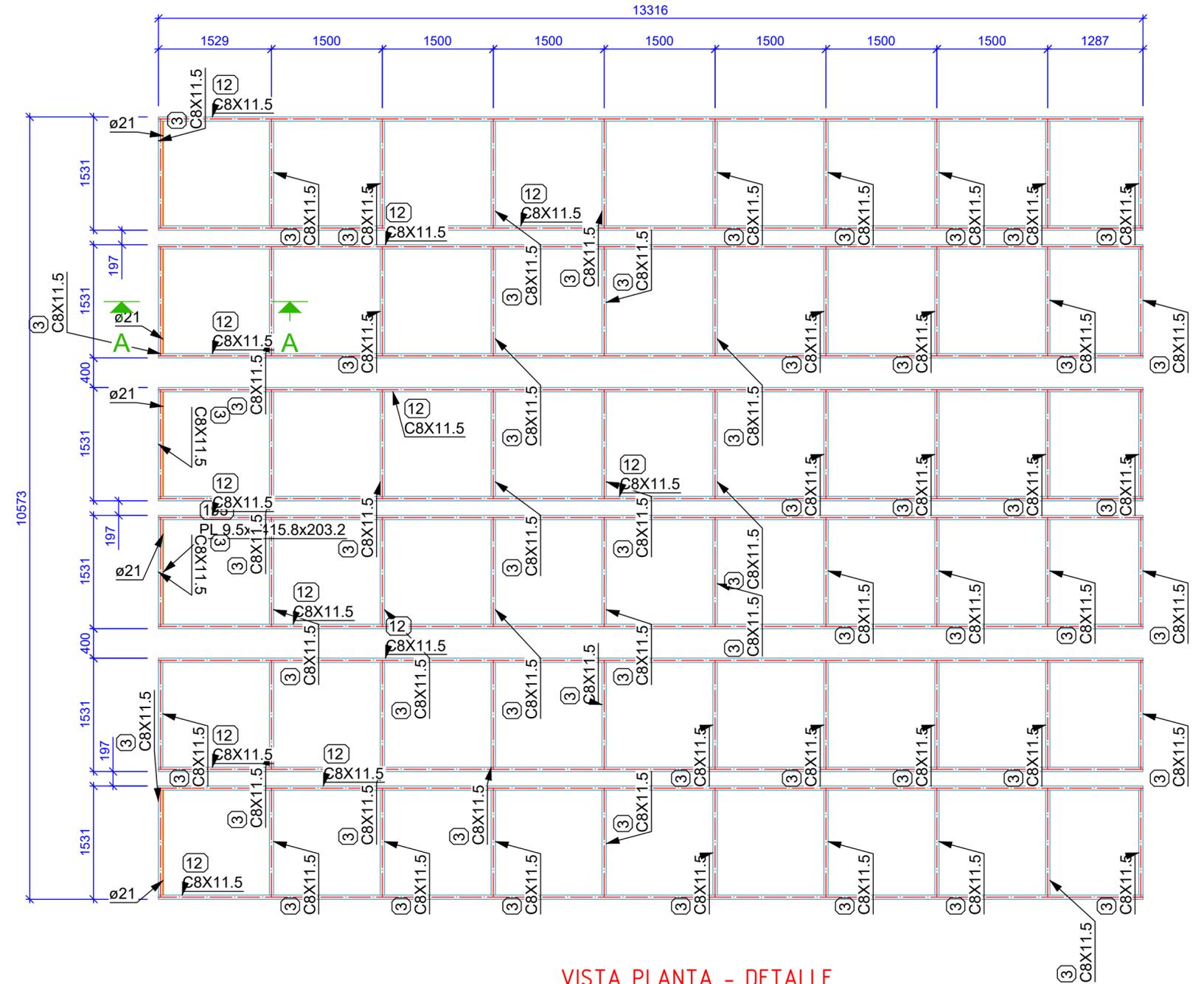
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



VISTA LATERAL
1/100



SECCION A-A
1/7.5



VISTA PLANTA - DETALLE
1/50

- NOTAS GENERALES**
- TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS.
 - ELEVACIONES EN METROS.
 - EN CASO EN OBRA SE ENCUENTREN OTROS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DISTINTA A LO INDICADO EN ESTE PLANO, INFORMAR AL PROYECTISTA PARA REVISION A DETALLE.
 - VERIFICAR NIVELES DE CIMENTACION DE ESTRUCTURA COLINDANTE Y ENVIAR INFORMACION AL PROYECTISTA.

ESPECIFICACIONES GENERALES

ACERO

ACERO ESTRUCTURAL : ASTM A-36 (fy = 2530 kg/cm²)

PERNOS : ASTM A-36

SOLDADURA : ELECTRODOS AWS SERIE E-70

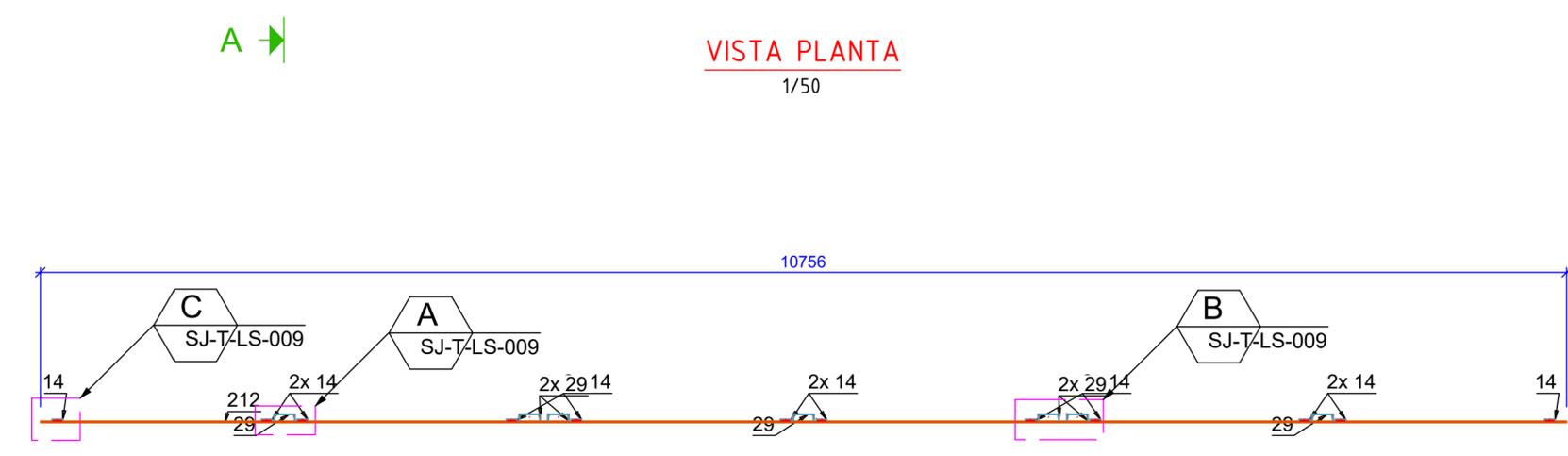
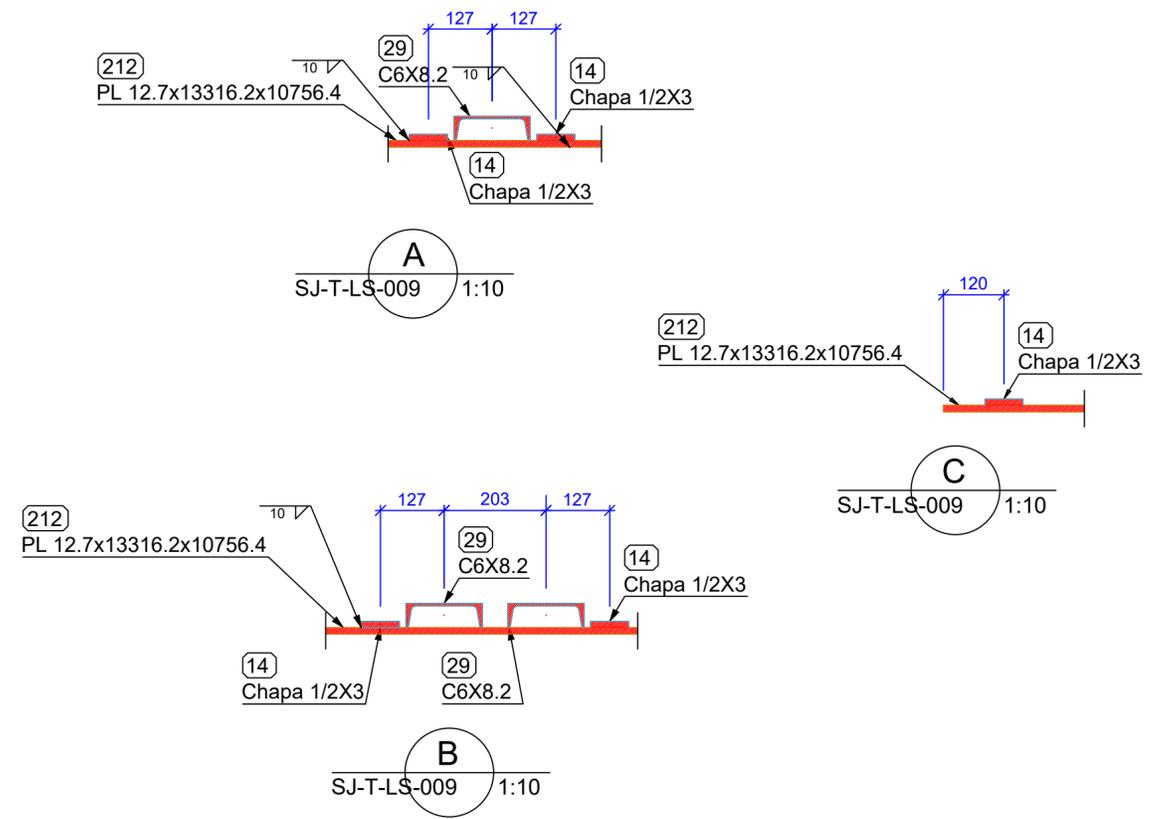
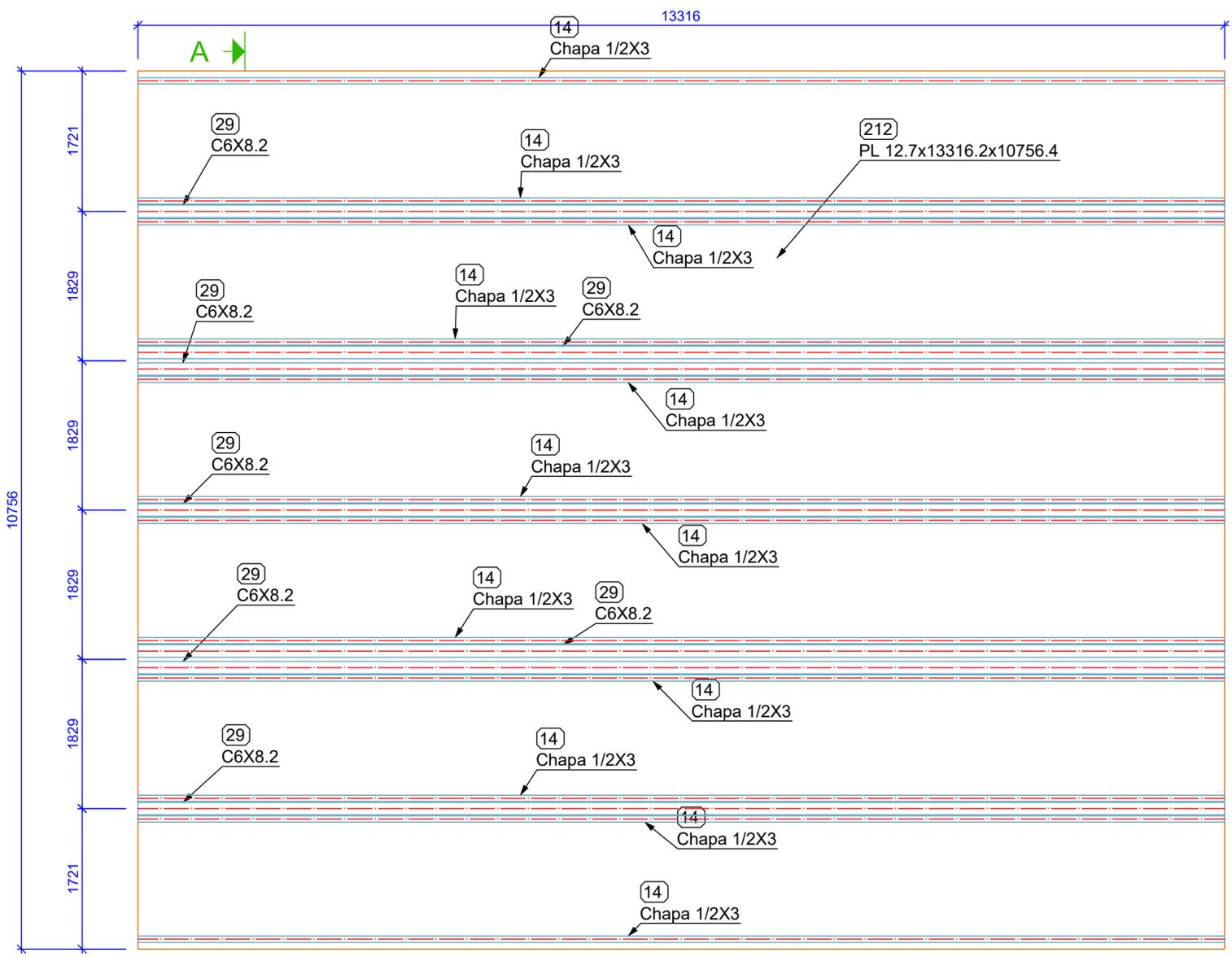
PROTECCIÓN:

- LA CALIDAD Y TRABAJO SE CONFORMARA CON EL CODIGO DE SOLDADURA AWS D.1-69 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY).
- SE UTILIZARA UN SISTEMA CONVENCIONAL EPOXICO, APLICABLE SOBRE SUPERFICIES PREPARADAS CON ARENADO COMERCIAL.
- LA PROTECCIÓN CONSTARÁ DE LAS SIGUIENTES CAPAS

ANTICORROSIVO: ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 2.0 mils

ACABADOS: ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 6.0 mils

PROYECTADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO		
DISEÑADO: Eder Orbegoso	--/--/2021			
REVISADO: AISJ	--/--/2021	TITULO: SOPORTE DE PLACA PRINCIPAL		
APROBADO: AISJ		CODIGO: SJ-T-LS-008		
		PRELIMINAR	X	
		PARA APROBACIÓN		
		APROBADO		
		NO APROBADO		
A2		ESCALA	HOJA	REV.
			1 / 1	03



%Note

ESPECIFICACIONES GENERALES	
ACERO	
ACERO ESTRUCTURAL	: ASTM A-36 (fy = 2530 kg/cm ²)
PERNOS	: ASTM A-36
SOLDADURA	: ELECTRODOS AWS SERIE E-70
- LA CALIDAD Y TRABAJO SE CONFORMARA CON EL CODIGO DE SOLDADURA AWS D.1-69 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY).	
PROTECCION:	- SE UTILIZARA UN SISTEMA CONVENCIONAL EPOXICO, APLICABLE SOBRE SUPERFICIES PREPARADAS CON ARENADO COMERCIAL. - LA PROTECCION CONSTARA DE LAS SIGUIENTES CAPAS
ANTICORROSIVO:	ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 2.0 mils
ACABADOS:	ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 6.0 mils

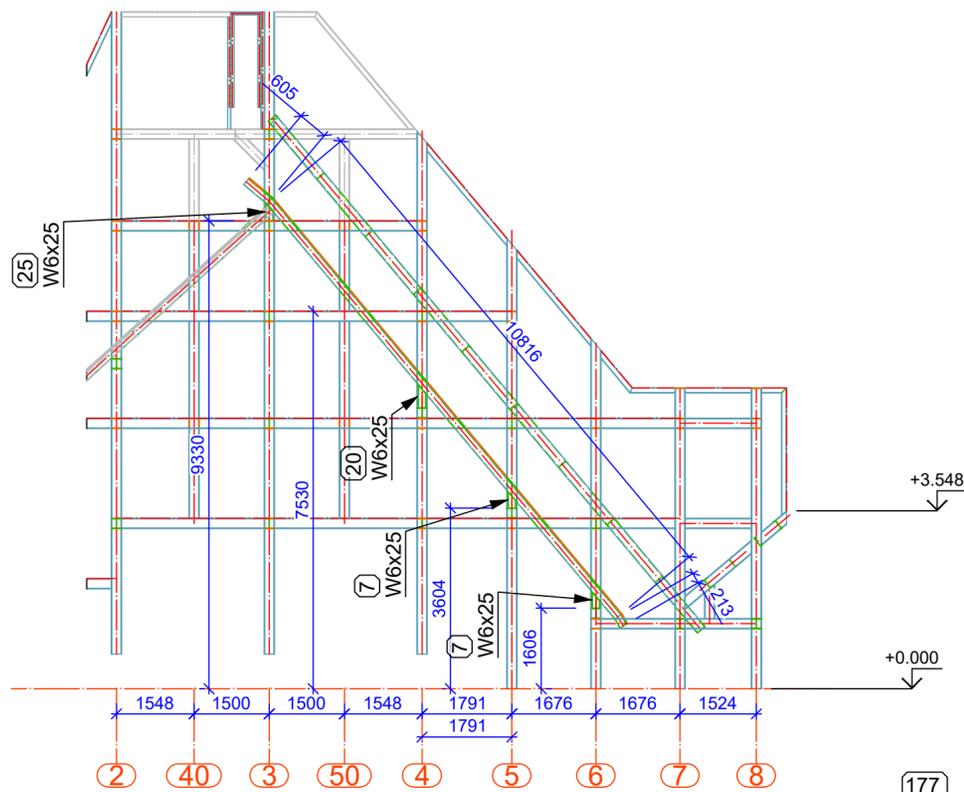
- NOTAS GENERALES**
- TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS.
 - ELEVACIONES EN METROS.
 - EN CASO EN OBRA SE ENCUENTREN OTROS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DISTINTA A LO INDICADO EN ESTE PLANO, INFORMAR AL PROYECTISTA PARA REVISION A DETALLE.
 - VERIFICAR NIVELES DE CIMENTACION DE ESTRUCTURA COLINDANTE Y ENVIAR INFORMACION AL PROYECTISTA.

PROYECTADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO												
DISENADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	TITULO: PLACA PRINCIPAL												
REVISADO: AISJ	--/--/2021	CODIGO: SJ-T-LS-009												
APROBADO: AISJ		ESCALA A2												
<table border="1"> <tr> <td>PRELIMINAR</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>PARA APROBACION</td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROBADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>NO APROBADO</td> <td></td> </tr> </table>		PRELIMINAR	X	PARA APROBACION		APROBADO		NO APROBADO		<table border="1"> <tr> <td>HOJA</td> <td>REV.</td> </tr> <tr> <td>1 / 1</td> <td>03</td> </tr> </table>	HOJA	REV.	1 / 1	03
PRELIMINAR	X													
PARA APROBACION														
APROBADO														
NO APROBADO														
HOJA	REV.													
1 / 1	03													



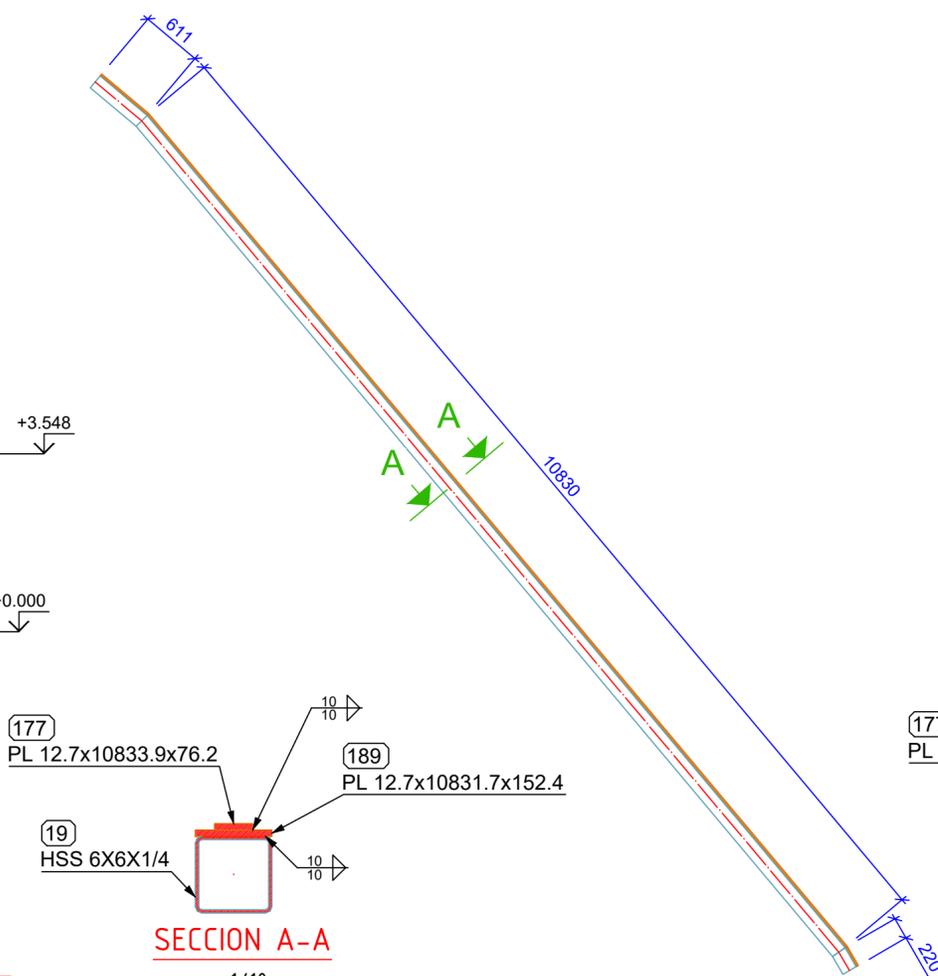
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



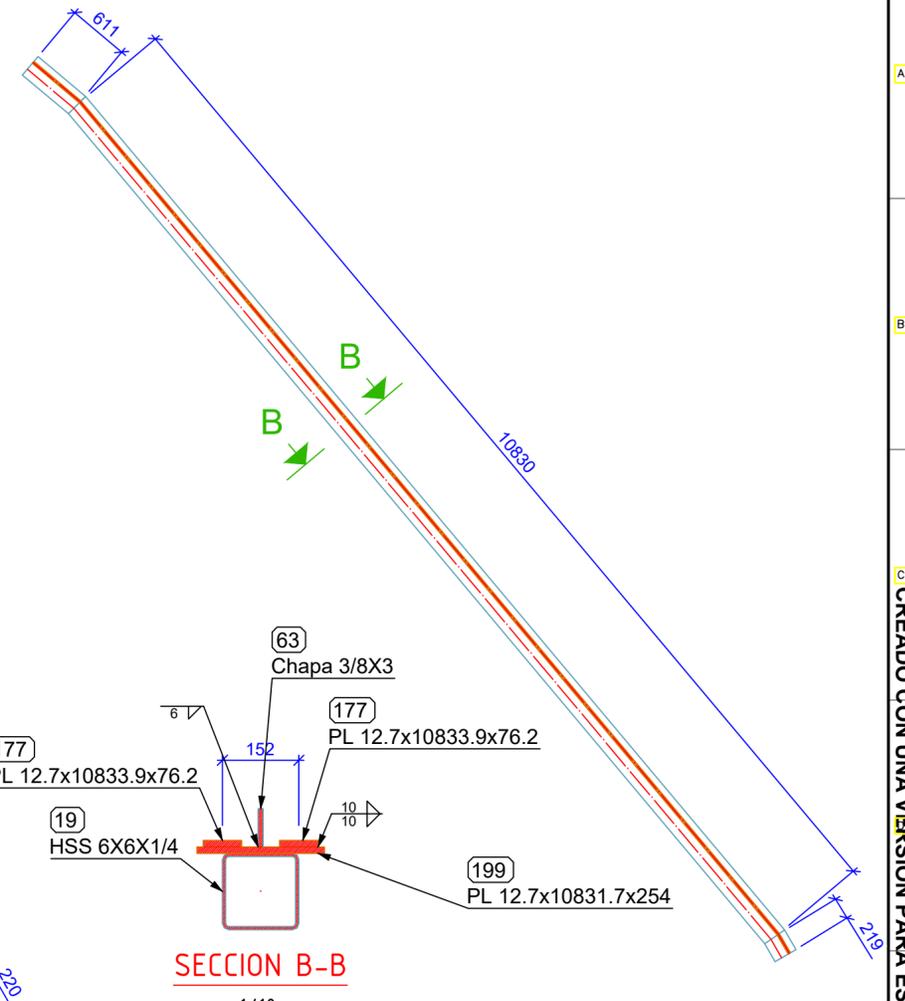
VISTA ELEVACION LATERAL

1/100



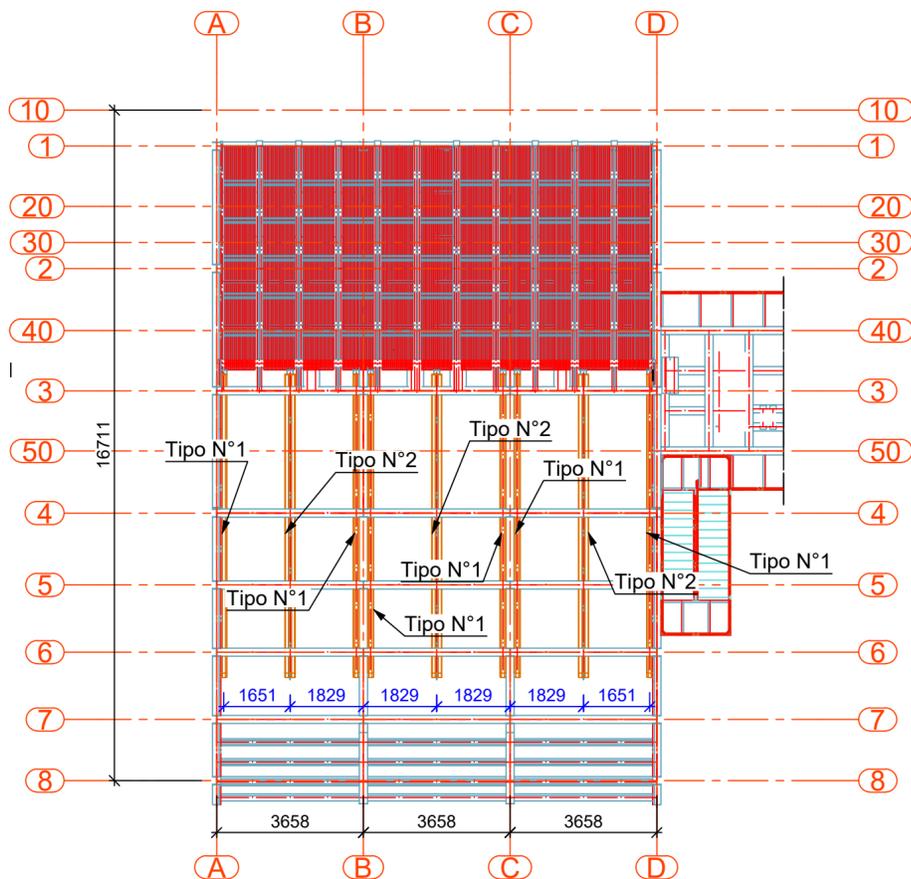
SECCION A-A

1/10



SECCION B-B

1/10



VISTA DE PLANTA

1/125

GUÍA TIPO N°1

1/50

GUÍA TIPO N°2

1/50

NOTAS GENERALES

1. TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS.
2. ELEVACIONES EN METROS.
3. EN CASO EN OBRA SE ENCUENTREN OTROS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DISTINTA A LO INDICADO EN ESTE PLANO, INFORMAR AL PROYECTISTA PARA REVISION A DETALLE.
4. VERIFICAR NIVELES DE CIMENTACION DE ESTRUCTURA COLINDANTE Y ENVIAR INFORMACION AL PROYECTISTA.

**ESPECIFICACIONES GENERALES
ACERO**

ACERO ESTRUCTURAL : ASTM A-36 (fy = 2530 kg/cm²)

PERNOS : ASTM A-36

SOLDADURA : ELECTRODOS AWS SERIE E-70

- LA CALIDAD Y TRABAJO SE CONFORMARA CON EL CODIGO DE SOLDADURA AWS D.1-69 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY).

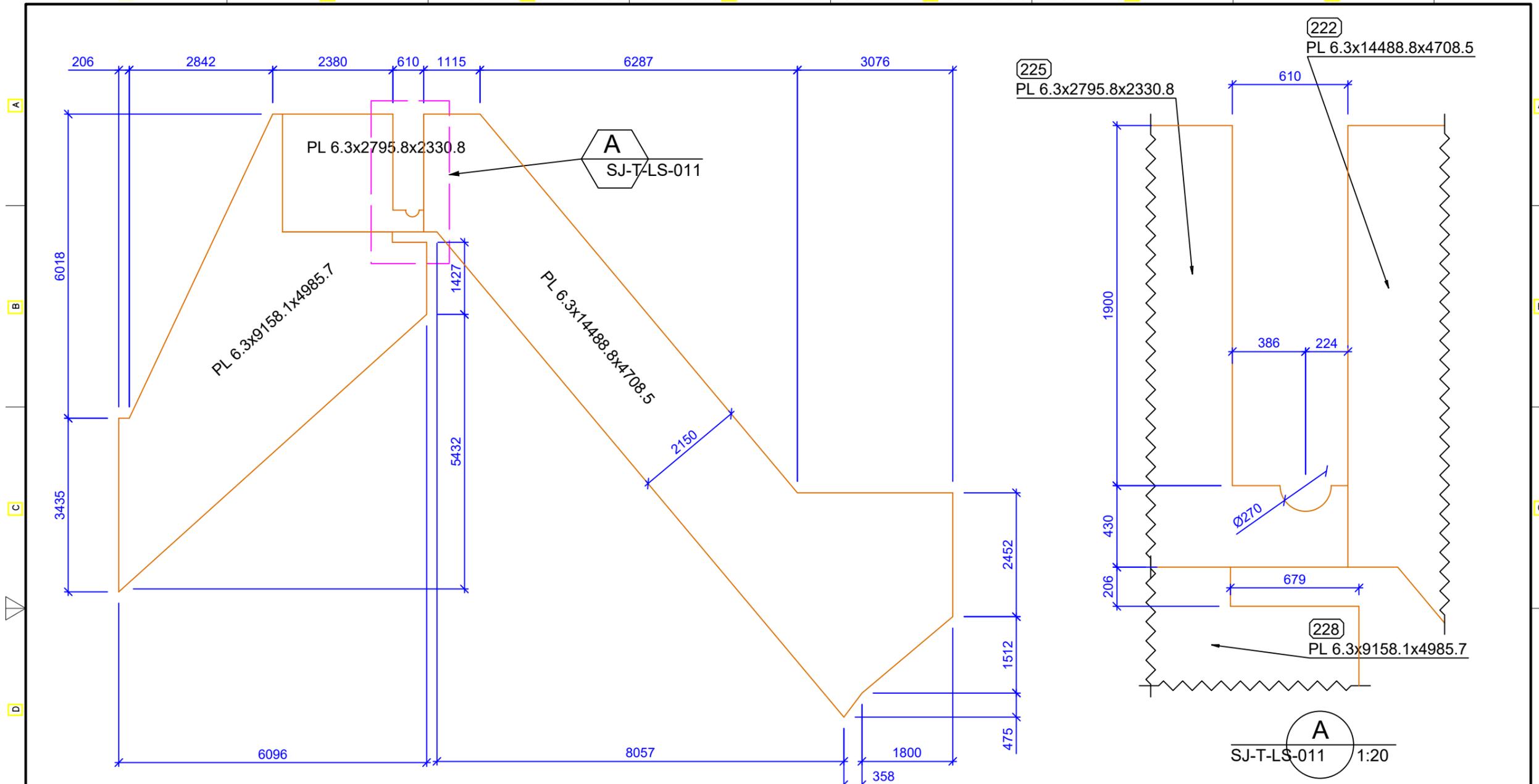
PROTECCION:

- SE UTILIZARA UN SISTEMA CONVENCIONAL EPOXICO, APLICABLE SOBRE SUPERFICIES PREPARADAS CON ARENADO COMERCIAL.
- LA PROTECCION CONSTARA DE LAS SIGUIENTES CAPAS

ANTICORROSIVO: ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 2.0 mils

ACABADOS: ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 6.0 mils

PROYECTADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO
DISEÑADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	TITULO: GUIAS DE RETORNO DE CADENA DE ARRASTRE
REVISADO: AISJ	--/--/2021	CODIGO: SJ-T-LS-010
APROBADO: AISJ		ESCALA A2
		HOJA 1 / 1
PRELIMINAR PARA APROBACIÓN APROBADO NO APROBADO		REV. 03



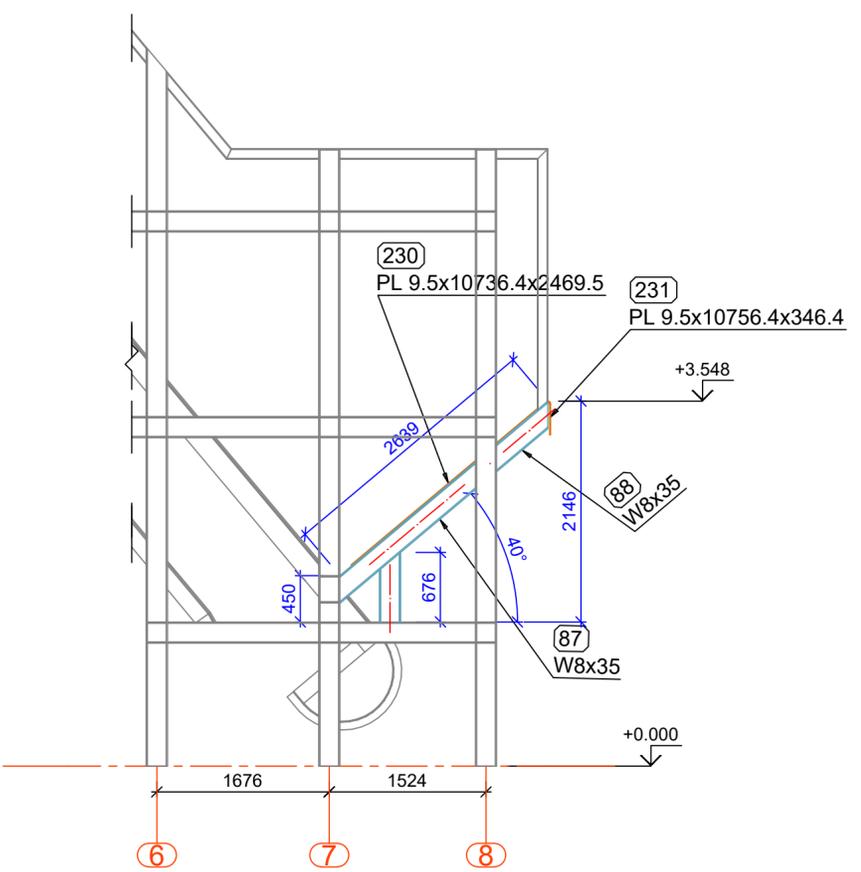
VISTA ELEVACION LATERAL
1/75

- NOTAS GENERALES**
1. TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS.
 2. ELEVACIONES EN METROS.
 3. EN CASO EN OBRA SE ENCUENTREN OTROS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DISTINTA A LO INDICADO EN ESTE PLANO, INFORMAR AL PROYECTISTA PARA REVISION A DETALLE.
 4. VERIFICAR NIVELES DE CIMENTACION DE ESTRUCTURA COLINDANTE Y ENVIAR INFORMACION AL PROYECTISTA.

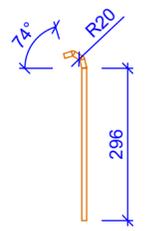
PROYECTADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO	
DISEÑADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	TITULO: PLACAS LATERALES	
REVISADO: AISJ	--/--/2021	CODIGO: SJ-T-LS-011	
APROBADO: AISJ	--/--/2021		
	PRELIMINAR	<input checked="" type="checkbox"/>	A3 ESCALA HOJA REV. 1 / 1
	PARA APROBACION	<input type="checkbox"/>	
	APROBADO	<input type="checkbox"/>	
	NO APROBADO	<input type="checkbox"/>	

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

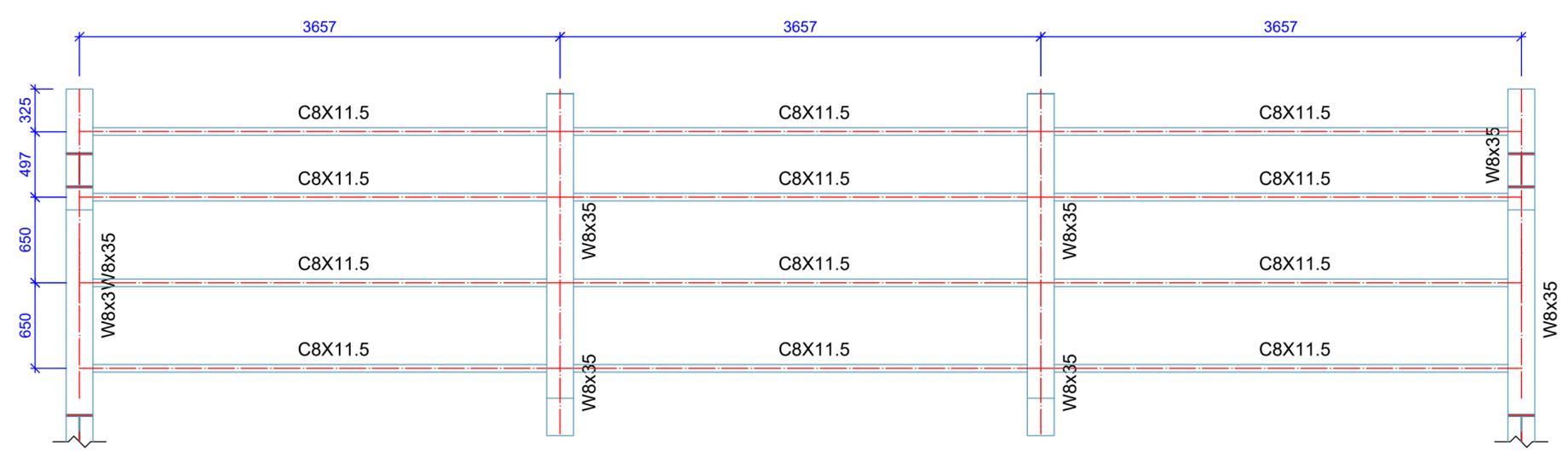
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



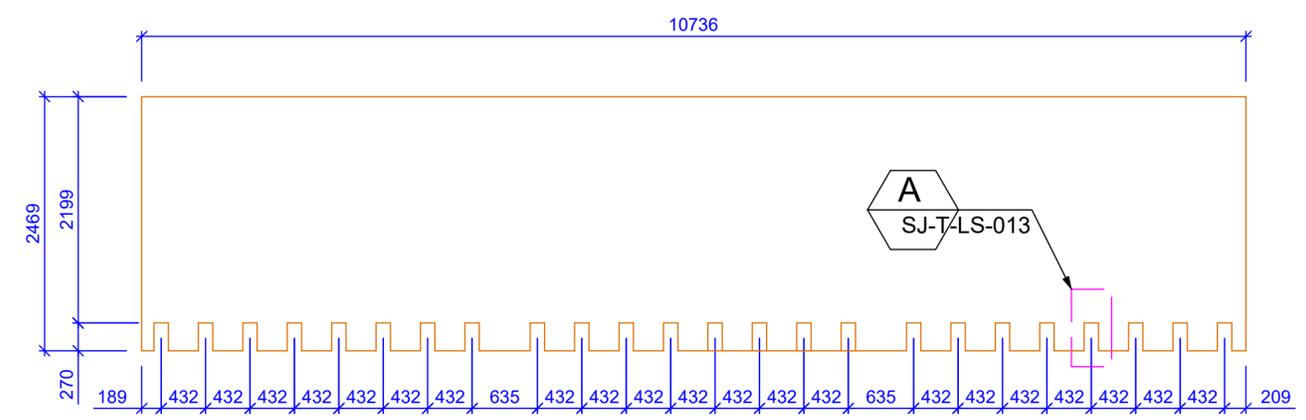
VISTA LATERAL
1/50



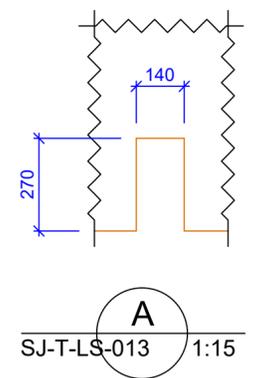
231
PL 9.5x10756.4x346.4
1/50



PERFILES SOPORTE
1/50



230
PL 9.5x10736.4x2469.5



A
SJ-T-LS-013 1:15

**ESPECIFICACIONES GENERALES
ACERO**

ACERO ESTRUCTURAL	: ASTM A-36 (fy = 2530 kg/cm ²)
PERNOS	: ASTM A-36
SOLDADURA	: ELECTRODOS AWS SERIE E-70
PROTECCIÓN:	<ul style="list-style-type: none"> - LA CALIDAD Y TRABAJO SE CONFORMARA CON EL CODIGO DE SOLDADURA AWS D.1-69 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY). - SE UTILIZARA UN SISTEMA CONVENCIONAL EPOXICO, APLICABLE SOBRE SUPERFICIES PREPARADAS CON ARENADO COMERCIAL. - LA PROTECCIÓN CONSTARÁ DE LAS SIGUIENTES CAPAS
ANTICORROSIVO:	ESPOSOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 2.0 mils
ACABADOS:	ESPOSOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 6.0 mils

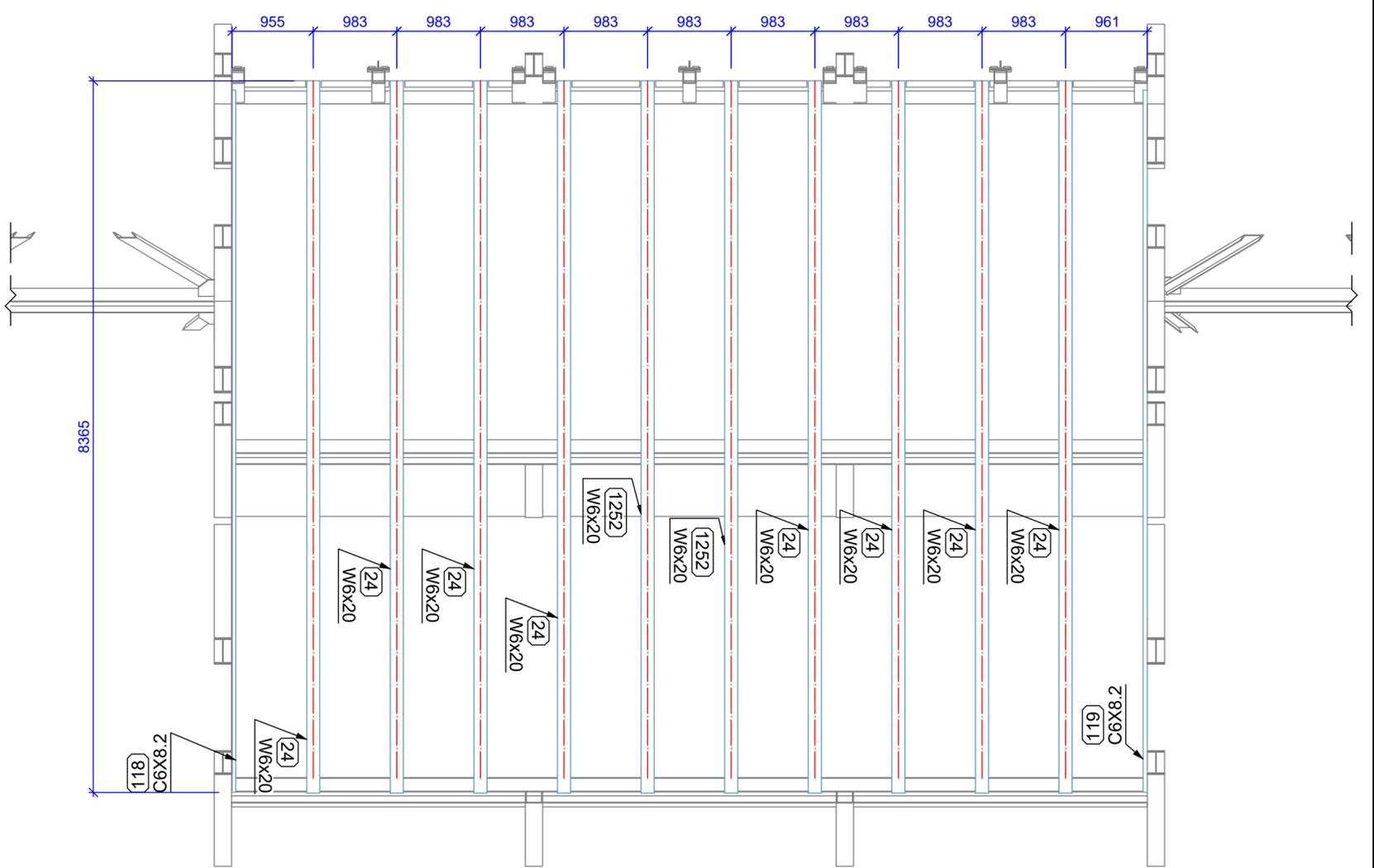
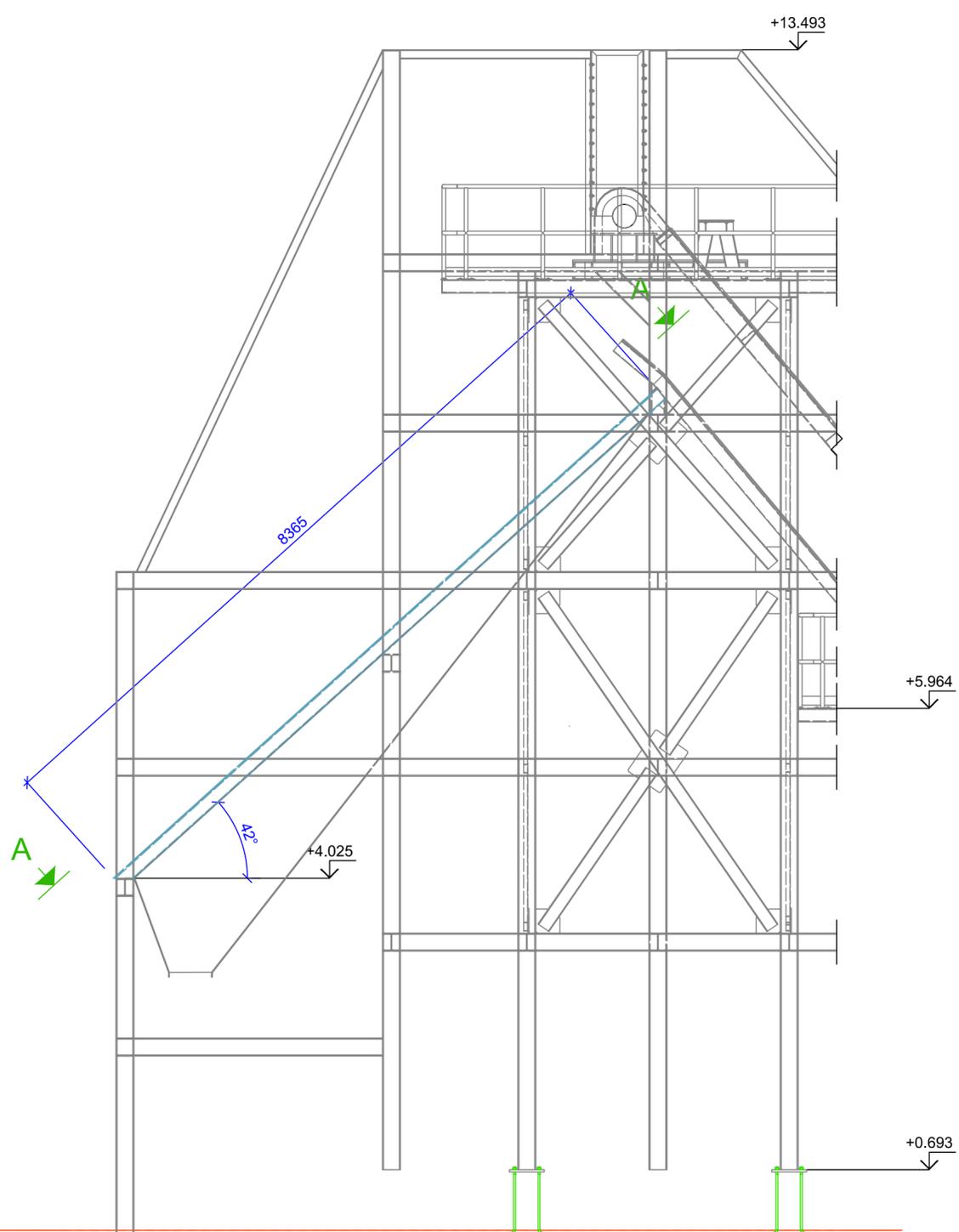
NOTAS GENERALES

- 1/50
- TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS.
 - ELEVACIONES EN METROS.
 - EN CASO EN OBRA SE ENCUENTREN OTROS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DISTINTA A LO INDICADO EN ESTE PLANO, INFORMAR AL PROYECTISTA PARA REVISION A DETALLE.
 - VERIFICAR NIVELES DE CIMENTACION DE ESTRUCTURA COLINDANTE Y ENVIAR INFORMACION AL PROYECTISTA.

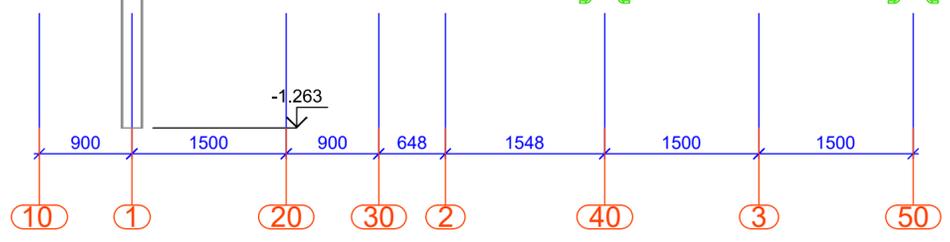
PROYECTADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO								
DISEÑADO: Eder Orbegoso	--/--/2021									
REVISADO: AISJ	--/--/2021	TITULO: RAMPA DELANTERA								
APROBADO: AISJ	--/--/2021	CODIGO: SJ-T-LS-013								
		<table border="1"> <tr> <td>PRELIMINAR</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>PARA APROBACIÓN</td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROBADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>NO APROBADO</td> <td></td> </tr> </table>	PRELIMINAR	X	PARA APROBACIÓN		APROBADO		NO APROBADO	
PRELIMINAR	X									
PARA APROBACIÓN										
APROBADO										
NO APROBADO										
		<table border="1"> <tr> <td>A2</td> <td>ESCALA</td> <td>HOJA</td> <td>REV.</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>1 / 1</td> <td></td> </tr> </table>	A2	ESCALA	HOJA	REV.			1 / 1	
A2	ESCALA	HOJA	REV.							
		1 / 1								

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



VISTA A-A - SOPORTES DE PARRILLA
1/50



VISTA LATERAL- SOPORTES DE PARRILLA
1/50

NOTAS GENERALES

- TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS.
- ELEVACIONES EN METROS.

ESPECIFICACIONES GENERALES ACERO

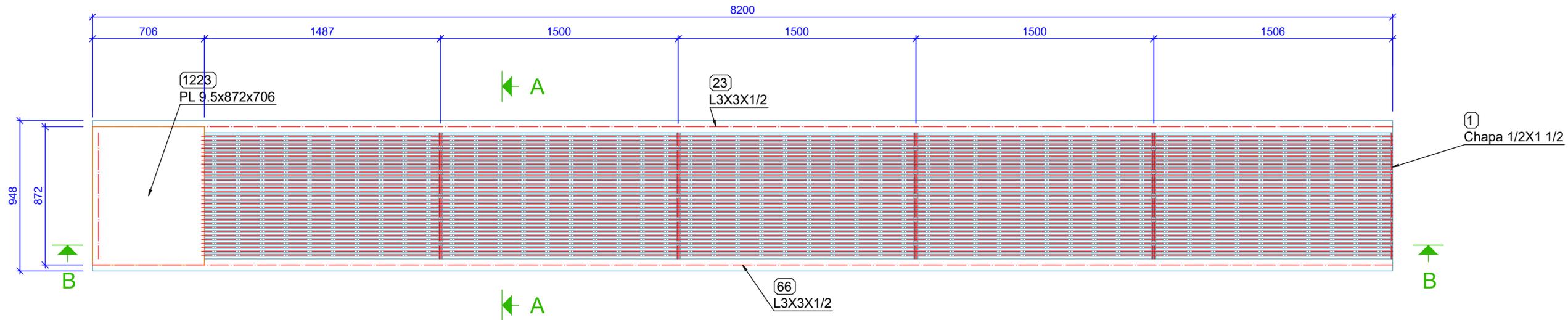
ACERO ESTRUCTURAL	: ASTM A-36 (fy = 2530 kg/cm ²)
PERNOS	: ASTM A-36
SOLDADURA	: ELECTRODOS AWS SERIE E-70
- LA CALIDAD Y TRABAJO SE CONFORMARA CON EL CODIGO DE SOLDADURA AWS D.1-69 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY).	
PROTECCIÓN:	- SE UTILIZARA UN SISTEMA CONVENCIONAL EPOXICO, APLICABLE SOBRE SUPERFICIES PREPARADAS CON ARENADO COMERCIAL.
	- LA PROTECCIÓN CONSTARÁ DE LAS SIGUIENTES CAPAS
ANTICORROSIVO:	ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 2.0 mils
ACABADOS:	ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 6.0 mils

PROYECTADO:	Eder Orbegoso	--/--/2021
DISEÑADO:	Eder Orbegoso	--/--/2021
REVISADO:	AISJ	--/--/2021
APROBADO:	AISJ	--/--/2021

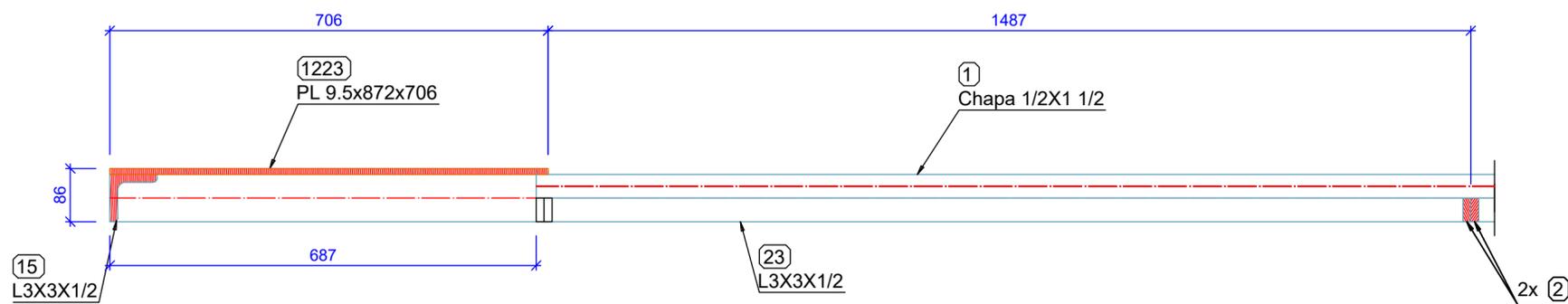
PROYECTO:	SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO
TITULO:	SOPORTES DE PARRILLA



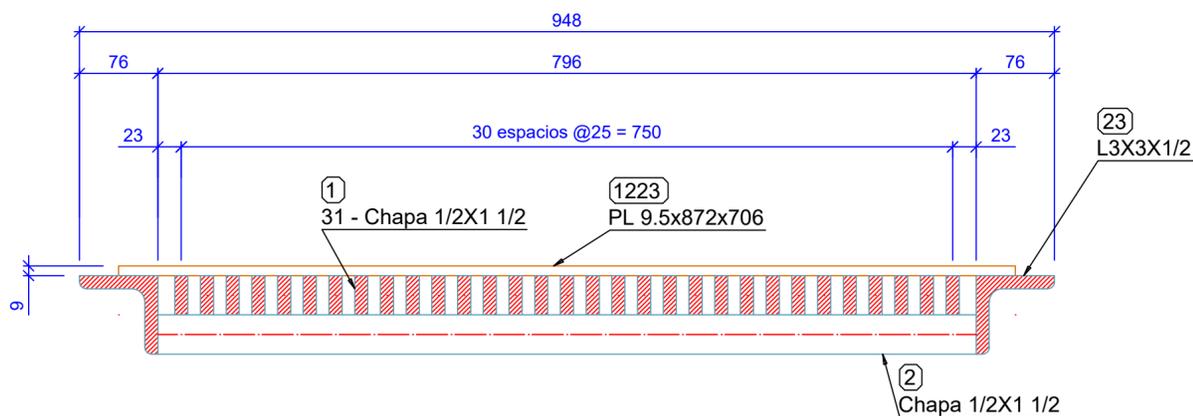
PRELIMINAR	<input checked="" type="checkbox"/>	CODIGO:	SJ-T-LS-014		
PARA APROBACIÓN	<input type="checkbox"/>	A2	ESCALA	HOJA	REV.
APROBADO	<input type="checkbox"/>			1 / 1	
NO APROBADO	<input type="checkbox"/>				



VISTA DE PLANTA - PARRILLA
1/5



SECCION B-B
1/5



SECCION A-A
1/5

NOTAS GENERALES

1. TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS.
2. ELEVACIONES EN METROS.
3. FABRICAR 11 UNIDADES.

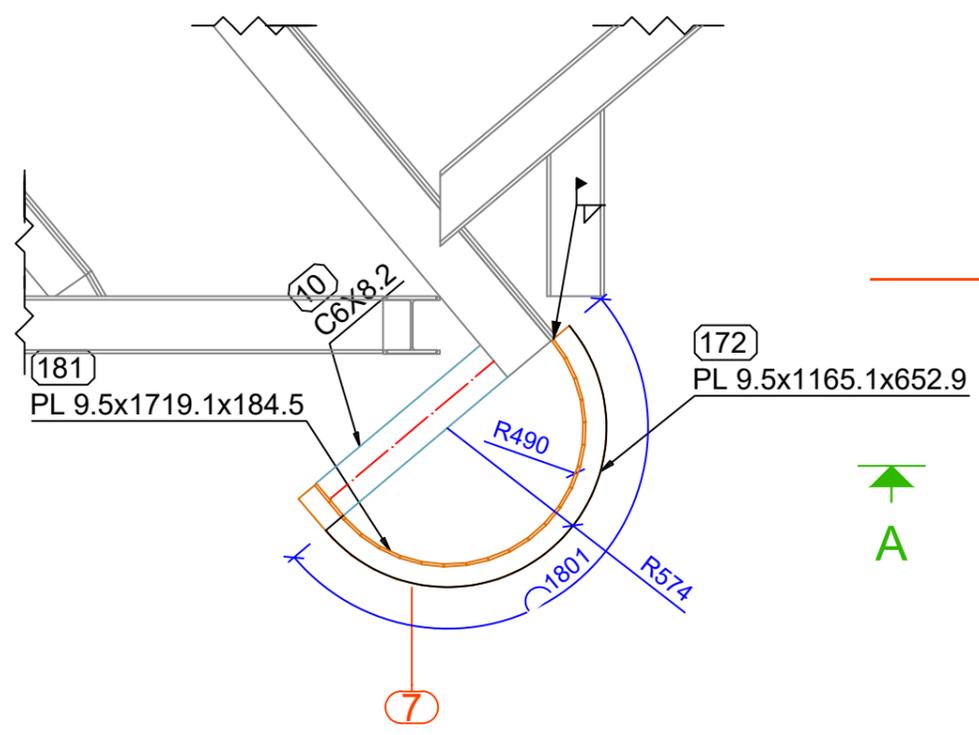
**ESPECIFICACIONES GENERALES
ACERO**

- ACERO ESTRUCTURAL** : ASTM A-36 (fy = 2530 kg/cm²)
- PERNOS** : ASTM A-36
- SOLDADURA** : ELECTRODOS AWS SERIE E-70
- LA CALIDAD Y TRABAJO SE CONFORMARA CON EL CODIGO DE SOLDADURA AWS D.1-69 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY).
- PROTECCIÓN:**
- SE UTILIZARA UN SISTEMA CONVENCIONAL EPOXICO, APLICABLE SOBRE SUPERFICIES PREPARADAS CON ARENADO COMERCIAL.
 - LA PROTECCIÓN CONSTARÁ DE LAS SIGUIENTES CAPAS
- ANTICORROSIVO:** ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 2.0 mils
- ACABADOS:** ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 6.0 mils

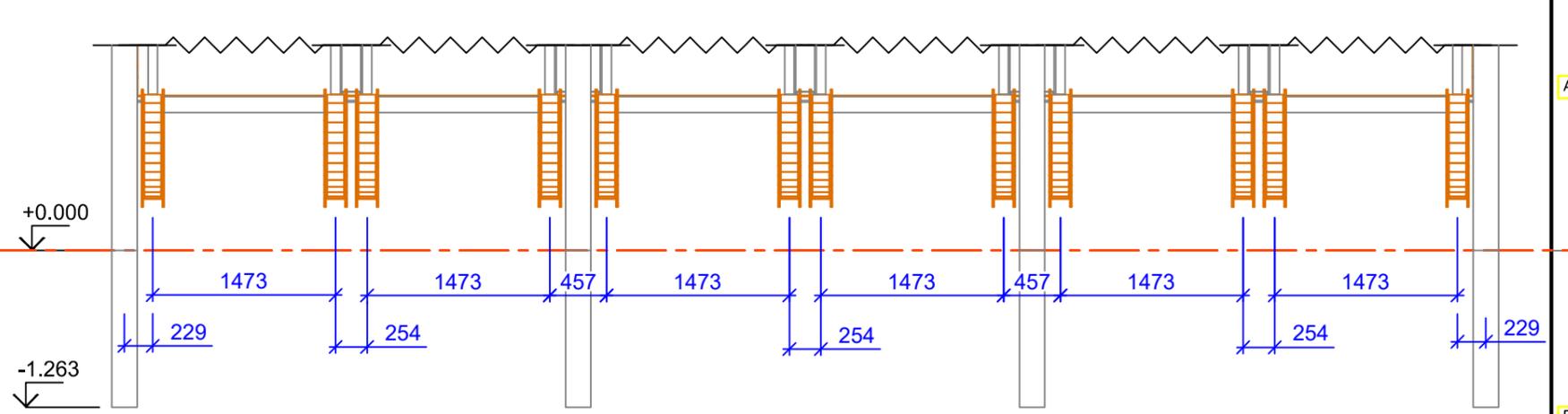
PROYECTADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO								
DISEÑADO: Eder Orbegoso	--/--/2021									
REVISADO: AISJ	--/--/2021									
APROBADO: AISJ	--/--/2021									
		TITULO: PARRILLA								
		CODIGO: SJ-T-LS-015								
		<table border="1"> <tr> <td>PRELIMINAR</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>PARA APROBACIÓN</td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROBADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>NO APROBADO</td> <td></td> </tr> </table>	PRELIMINAR	X	PARA APROBACIÓN		APROBADO		NO APROBADO	
PRELIMINAR	X									
PARA APROBACIÓN										
APROBADO										
NO APROBADO										
		<table border="1"> <tr> <td>A2</td> <td>ESCALA</td> <td>HOJA</td> <td>REV.</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>1 / 1</td> <td></td> </tr> </table>	A2	ESCALA	HOJA	REV.			1 / 1	
A2	ESCALA	HOJA	REV.							
		1 / 1								

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

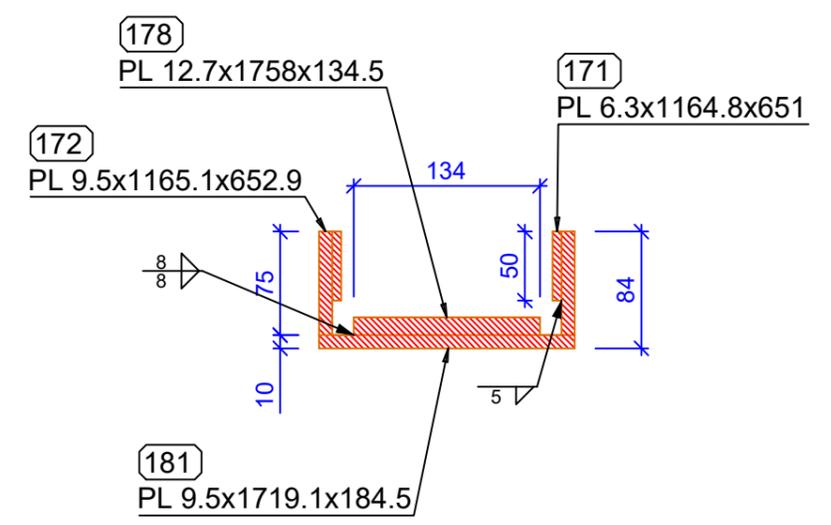
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



VISTA LATERAL - CURVAS DE RETORNO
1/25



VISTA FRONTAL - CURVAS DE RETORNO
1/50



SECCION A-A
1/5

NOTAS GENERALES

1. TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS.
2. ELEVACIONES EN METROS.
3. FABRICAR 12 UNIDADES IDENTICAS.

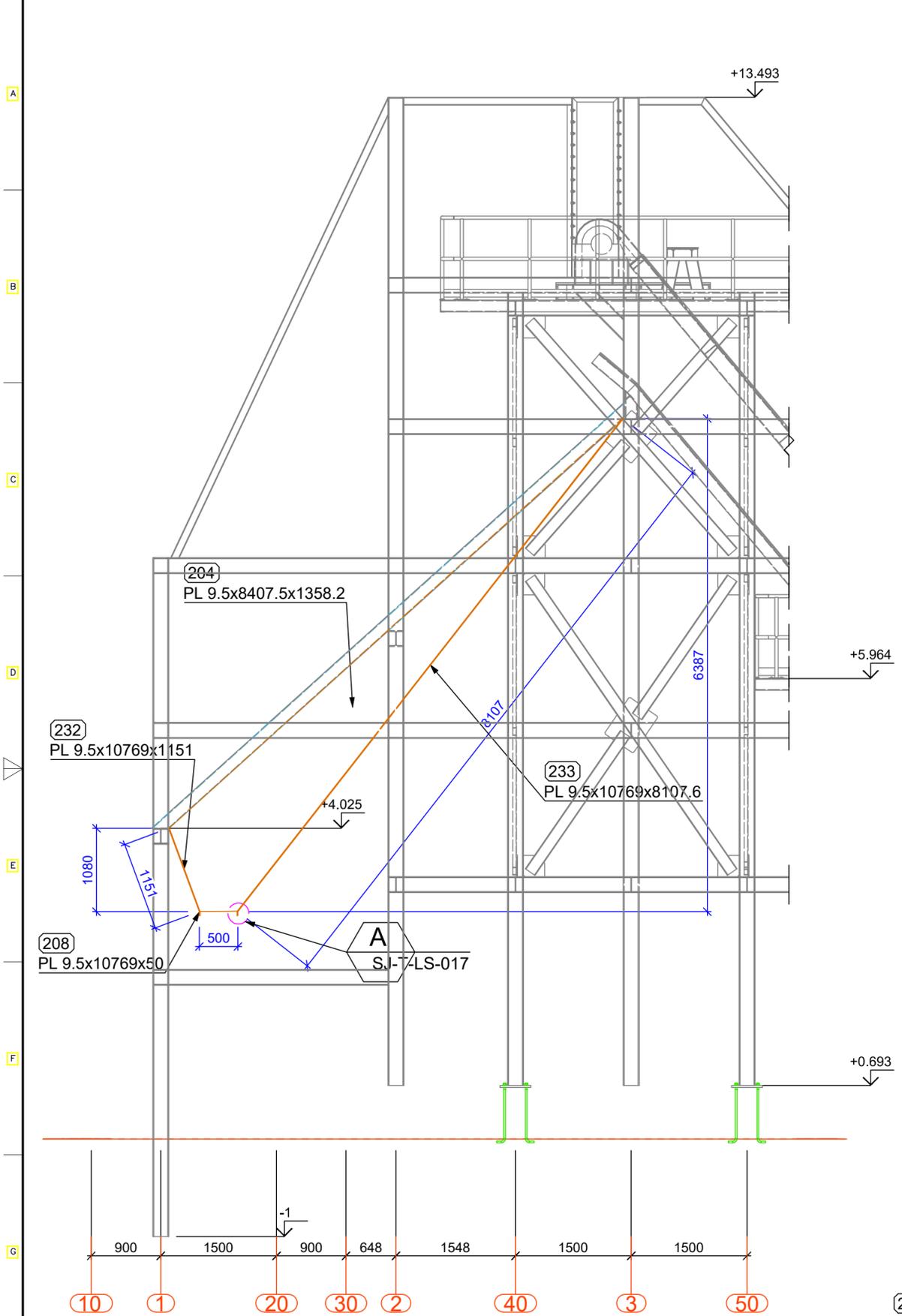
**ESPECIFICACIONES GENERALES
ACERO**

- ACERO ESTRUCTURAL** : ASTM A-36 ($f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$)
- PERNOS** : ASTM A-36
- SOLDADURA** : ELECTRODOS AWS SERIE E-70
- LA CALIDAD Y TRABAJO SE CONFORMARA CON EL CODIGO DE SOLDADURA AWS D.1-69 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY).
- PROTECCIÓN:**
- SE UTILIZARA UN SISTEMA CONVENCIONAL EPOXICO, APLICABLE SOBRE SUPERFICIES PREPARADAS CON ARENADO COMERCIAL.
- LA PROTECCIÓN CONSTARÁ DE LAS SIGUIENTES CAPAS
- ANTICORROSIVO:** ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 2.0 mils
- ACABADOS:** ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 6.0 mils

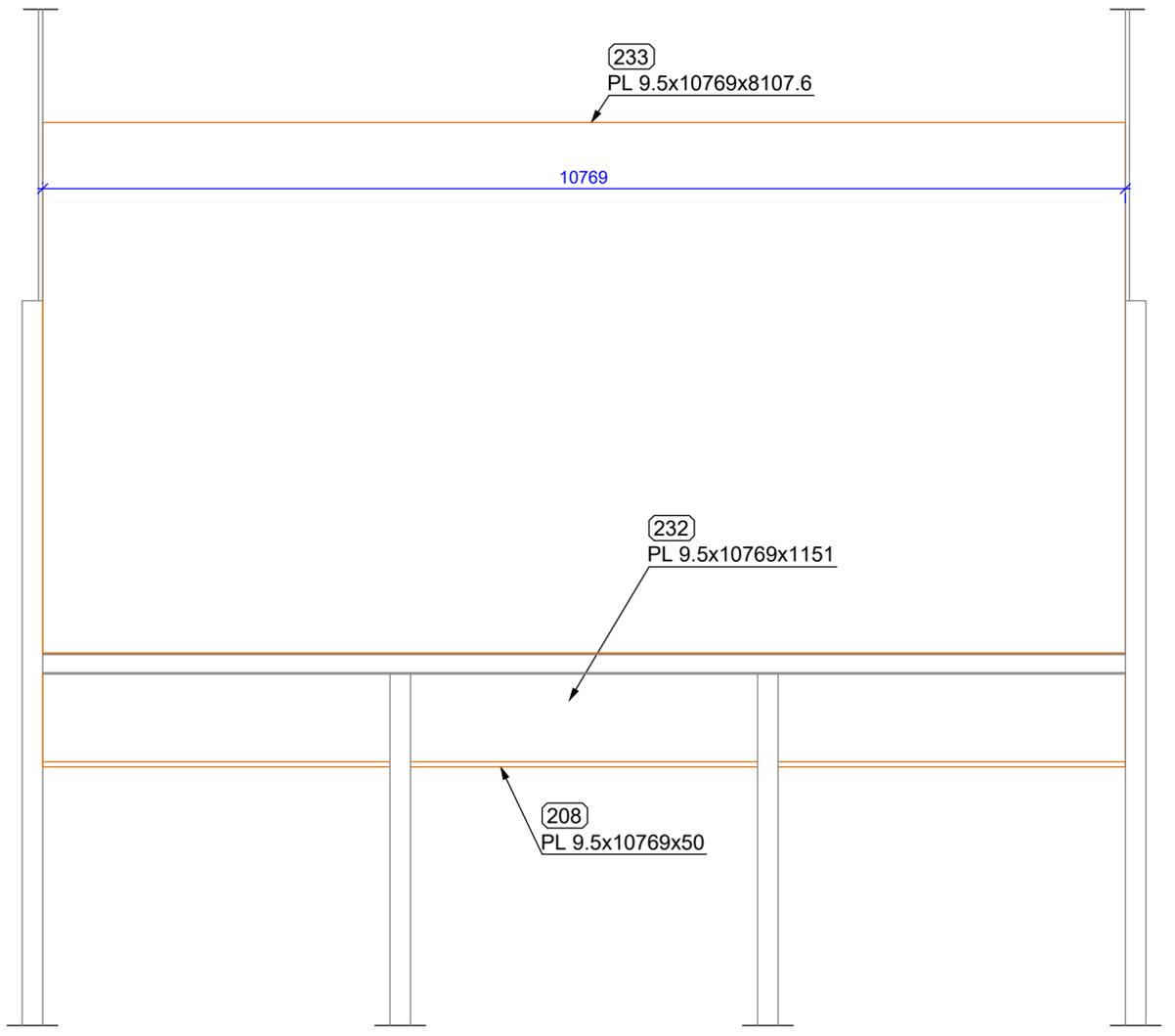
PROYECTADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO												
DISEÑADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	TITULO: CURVA DE RETORNO												
REVISADO: AISJ	--/--/2021	CODIGO: SJ-T-LS-016												
APROBADO: AISJ	--/--/2021	<table border="1"> <tr> <td>PRELIMINAR</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>PARA APROBACIÓN</td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROBADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>NO APROBADO</td> <td></td> </tr> </table>	PRELIMINAR	X	PARA APROBACIÓN		APROBADO		NO APROBADO		A3	ESCALA	HOJA	REV.
PRELIMINAR	X													
PARA APROBACIÓN														
APROBADO														
NO APROBADO														
			1 / 1											

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



VISTA LATERAL
1/50



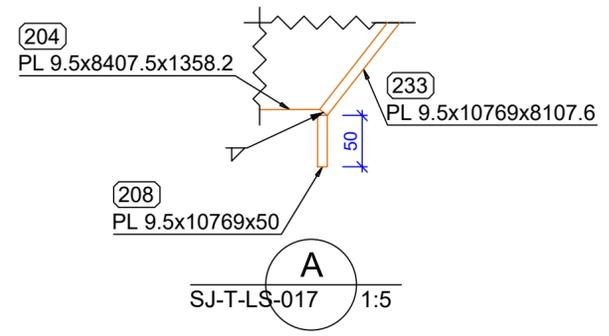
VISTA FROTA
1/50

NOTAS GENERALES

- TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS.
- ELEVACIONES EN METROS.

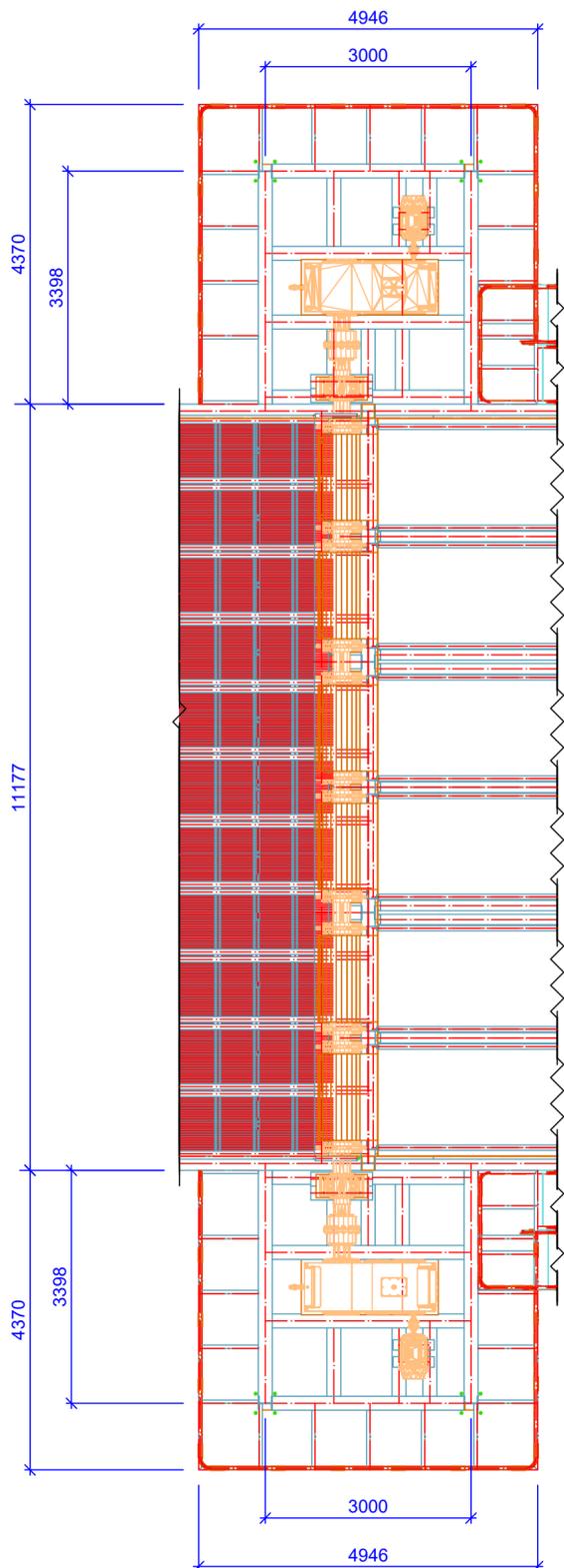
ESPECIFICACIONES GENERALES ACERO

ACERO ESTRUCTURAL	: ASTM A-36 (fy = 2530 kg/cm ²)
PERNOS	: ASTM A-36
SOLDADURA	: ELECTRODOS AWS SERIE E-70
- LA CALIDAD Y TRABAJO SE CONFORMARA CON EL CODIGO DE SOLDADURA AWS D.1-69 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY).	
PROTECCIÓN:	- SE UTILIZARA UN SISTEMA CONVENCIONAL EPOXICO, APLICABLE SOBRE SUPERFICIES PREPARADAS CON ARENADO COMERCIAL.
	- LA PROTECCIÓN CONSTARÁ DE LAS SIGUIENTES CAPAS
ANTICORROSIVO:	ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 2.0 mils
ACABADOS:	ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 6.0 mils

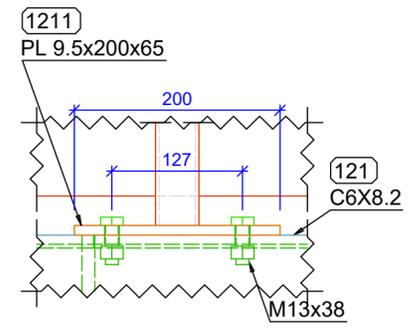


PROYECTADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO														
DISEÑADO: Eder Orbegoso	--/--/2021															
REVISADO: AISJ	--/--/2021	TITULO: CHUTE PARA ARENA														
APROBADO: AISJ	--/--/2021	CODIGO: SJ-T-LS-017														
<table border="1"> <tr> <td>PRELIMINAR</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>PARA APROBACIÓN</td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROBADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>NO APROBADO</td> <td></td> </tr> </table>		PRELIMINAR	X	PARA APROBACIÓN		APROBADO		NO APROBADO		<table border="1"> <tr> <td>ESCALA</td> <td>HOJA</td> <td>REV.</td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td>1 / 1</td> <td></td> </tr> </table>	ESCALA	HOJA	REV.	A2	1 / 1	
PRELIMINAR	X															
PARA APROBACIÓN																
APROBADO																
NO APROBADO																
ESCALA	HOJA	REV.														
A2	1 / 1															

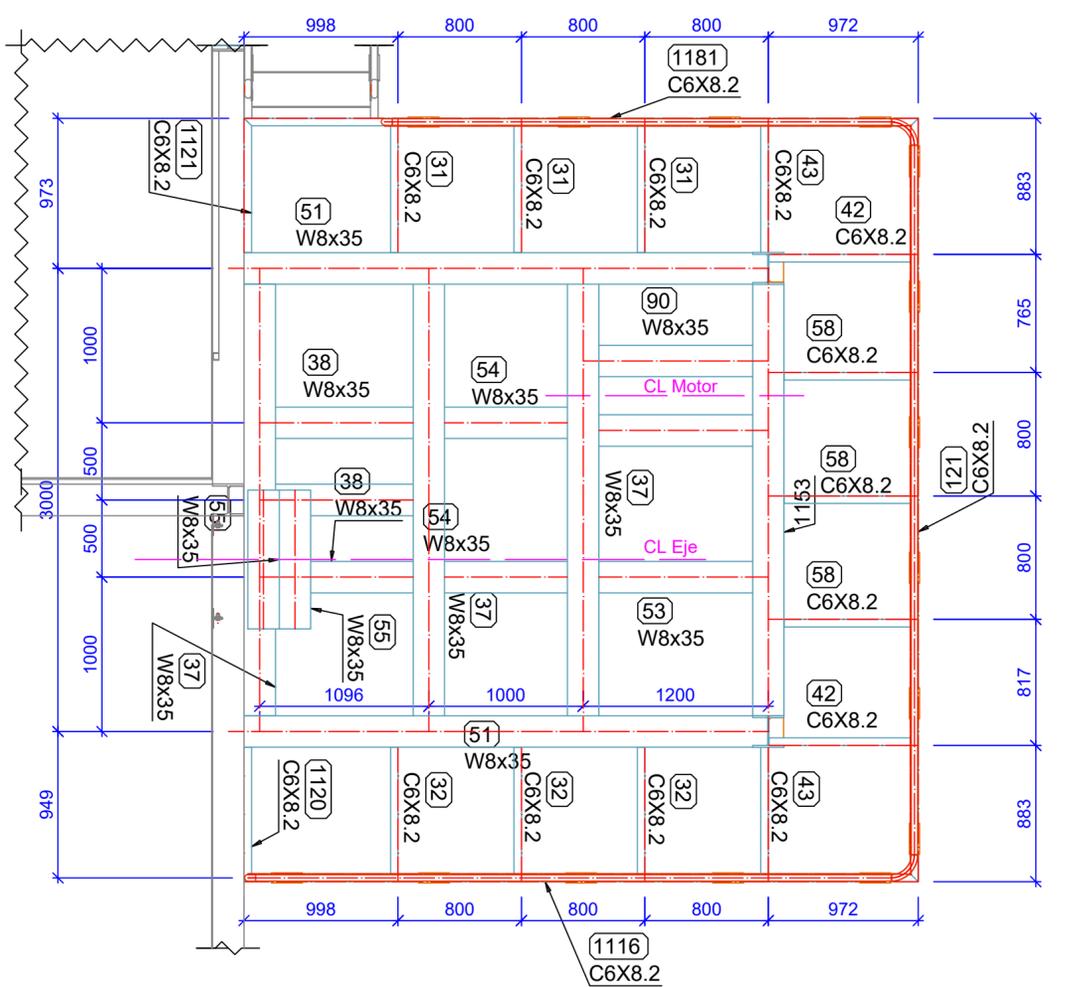




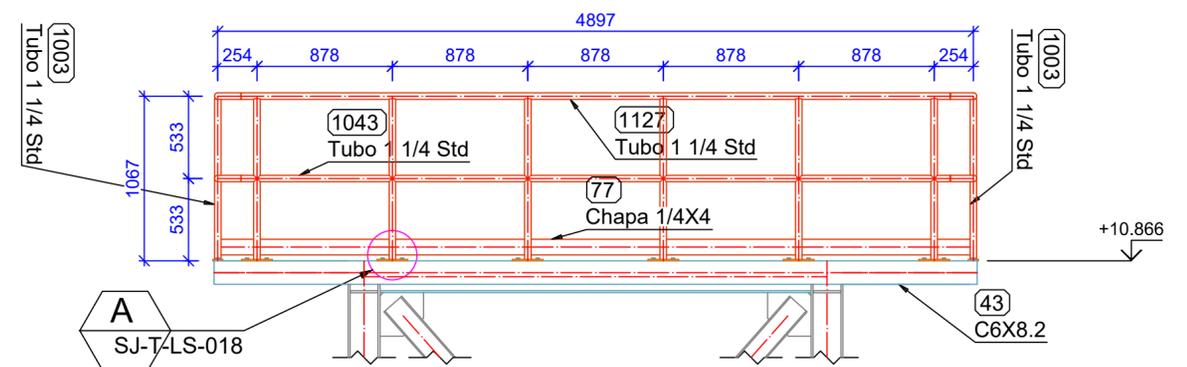
VISTA PLANTA
1/75



A
SJ-T-LS-018 1:5



VISTA PLANTA - PLATAFORMA
1/100



VISTA FRONTAL - BARANDAS
1/100

**ESPECIFICACIONES GENERALES
ACERO**

- ACERO ESTRUCTURAL** : ASTM A-36 ($f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$)
- PERNOS** : ASTM A-36
- SOLDADURA** : ELECTRODOS AWS SERIE E-70
- LA CALIDAD Y TRABAJO SE CONFORMARA CON EL CODIGO DE SOLDADURA AWS D.1-69 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY).
- PROTECCIÓN:**
 - SE UTILIZARA UN SISTEMA CONVENCIONAL EPOXICO, APLICABLE SOBRE SUPERFICIES PREPARADAS CON ARENADO COMERCIAL.
 - LA PROTECCIÓN CONSTARÁ DE LAS SIGUIENTES CAPAS
- ANTICORROSIVO:** ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 2.0 mils
- ACABADOS:** ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 6.0 mils

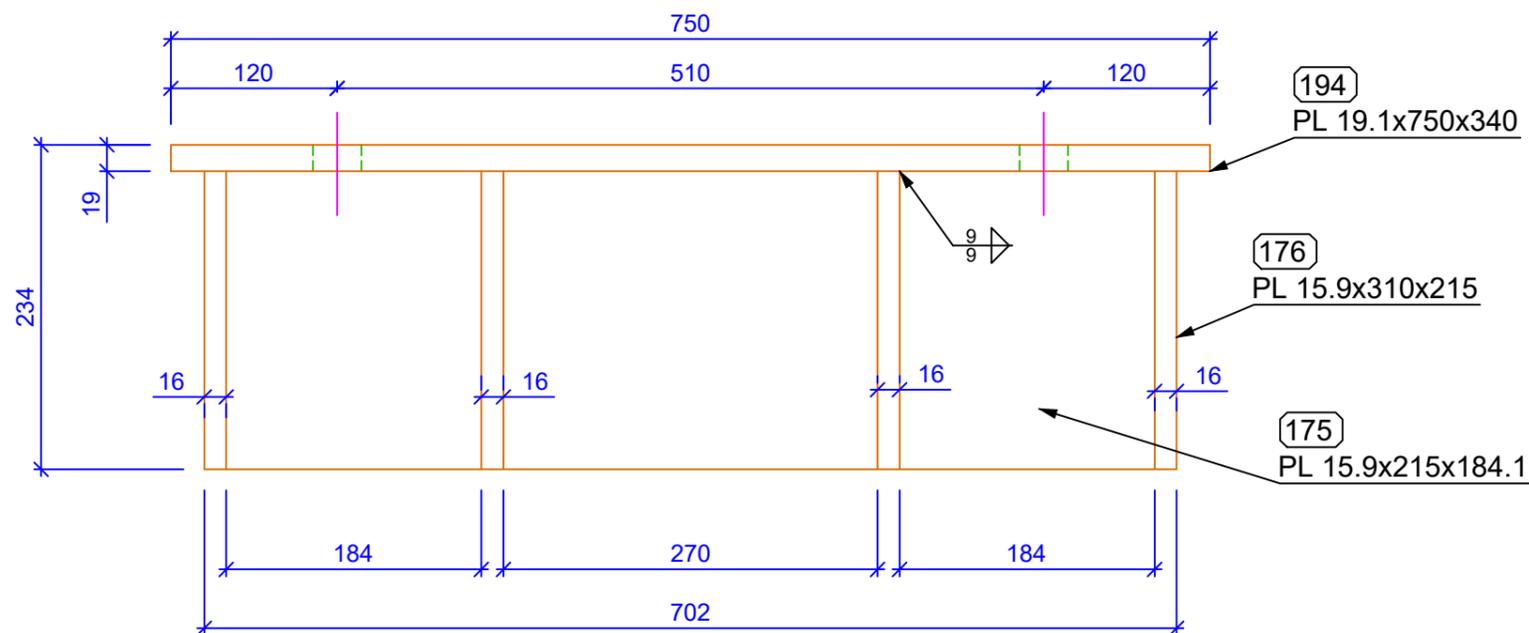
NOTAS GENERALES

1. TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS.
2. ELEVACIONES EN METROS.
3. FABRICAR 2 PLATAFORMAS (IZQ. Y DER.) IDENTICAS Y SIMETRICAS.

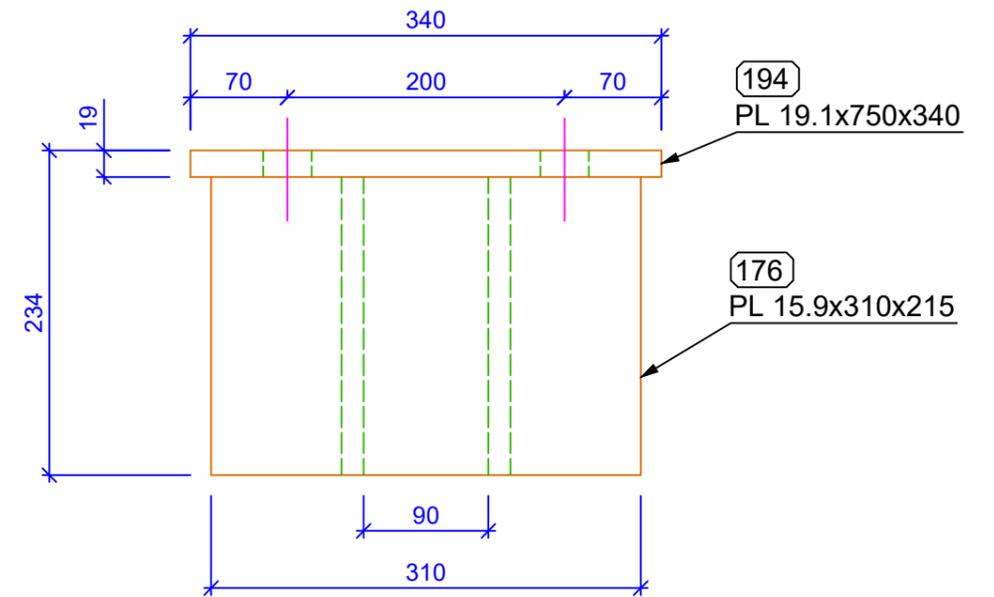
PROYECTADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO
DISEÑADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	
REVISADO: AISJ	--/--/2021	TITULO: PLATAFORMA DE SISTEMA DE POTENCIA
APROBADO: AISJ	--/--/2021	CODIGO: SJ-T-LS-018



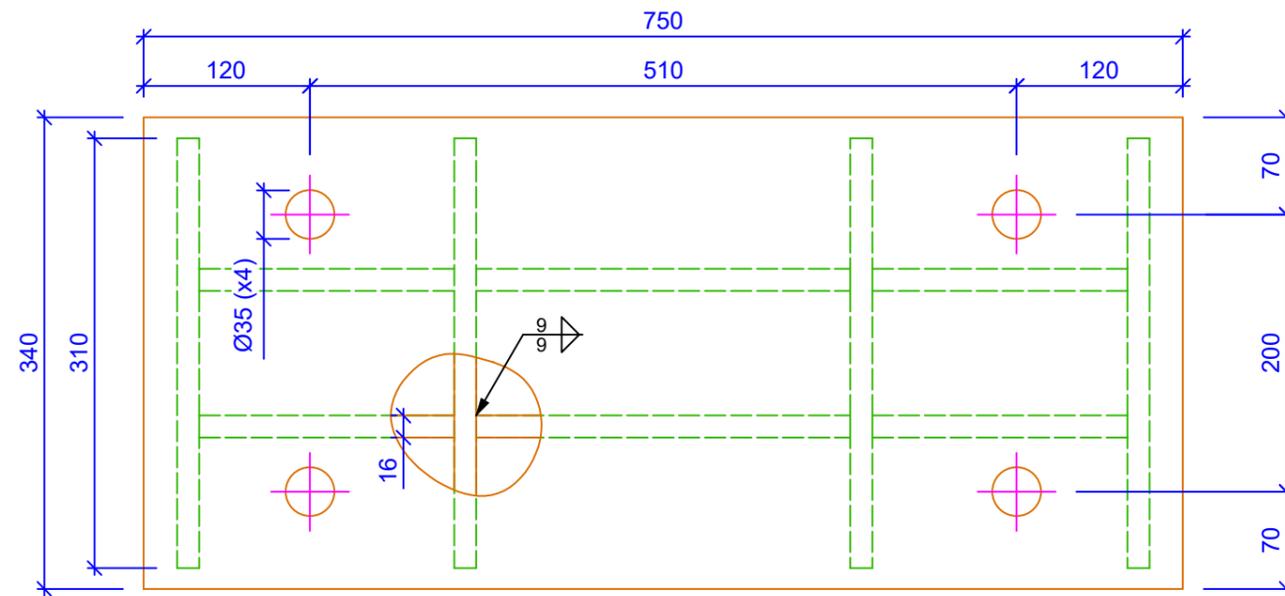
PRELIMINAR	X	ESCALA	HOJA	REV.
PARA APROBACIÓN				
APROBADO				
NO APROBADO		A2	1 / 1	



VISTA FRONTAL
1/5



VISTA LATERAL
1/5



VISTA DE PLANTA
1/5

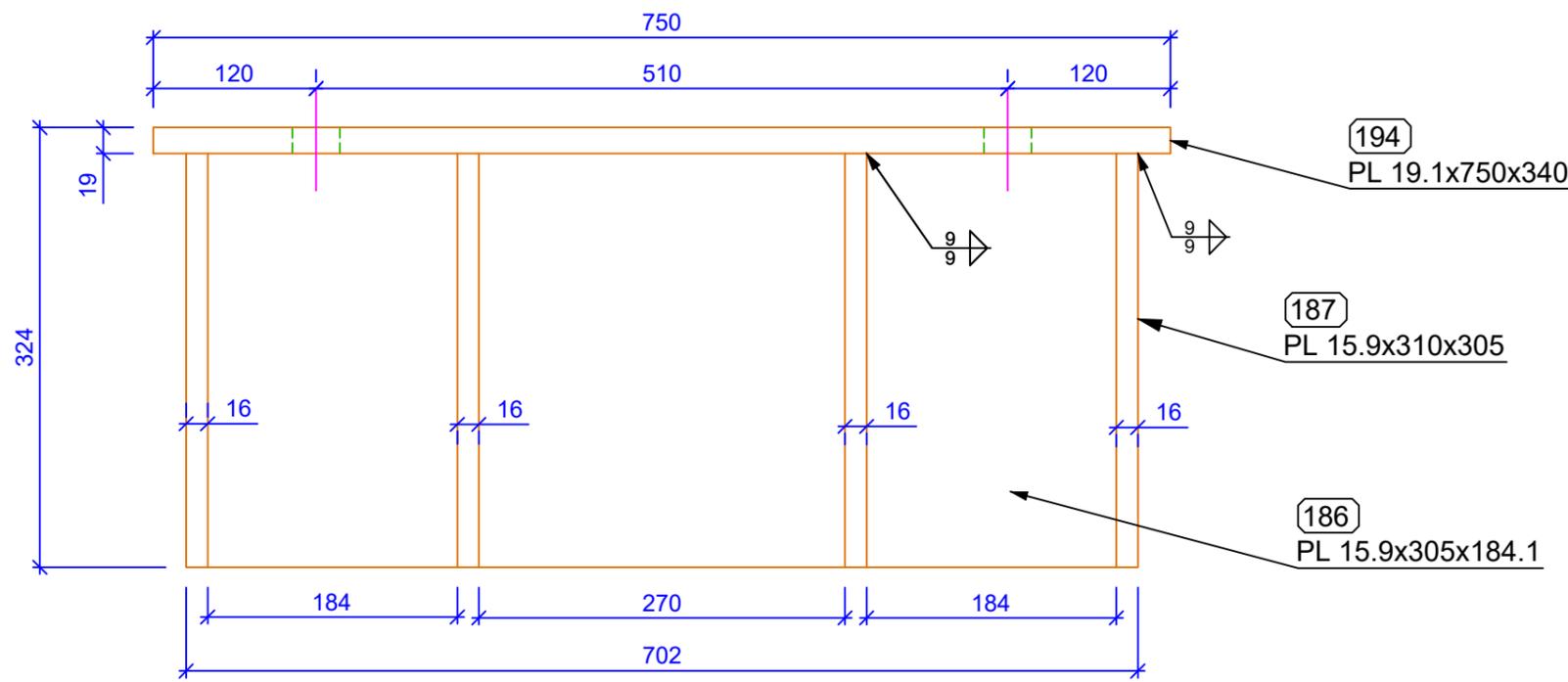
**ESPECIFICACIONES GENERALES
ACERO**

- ACERO ESTRUCTURAL** : ASTM A-36 ($f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$)
- PERNOS** : ASTM A-36
- SOLDADURA** : ELECTRODOS AWS SERIE E-70
- LA CALIDAD Y TRABAJO SE CONFORMARA CON EL CODIGO DE SOLDADURA AWS D.1-69 DE LA SOCIEDAD AMERICADA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY).
- PROTECCIÓN:**
 - SE UTILIZARA UN SISTEMA CONVENCIONAL EPOXICO, APLICABLE SOBRE SUPERFICIES PREPARADAS CON ARENADO COMERCIAL.
 - LA PROTECCIÓN CONSTARÁ DE LAS SIGUIENTES CAPAS
- ANTICORROSIVO:** ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 2.0 mils
- ACABADOS:** ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 6.0 mils

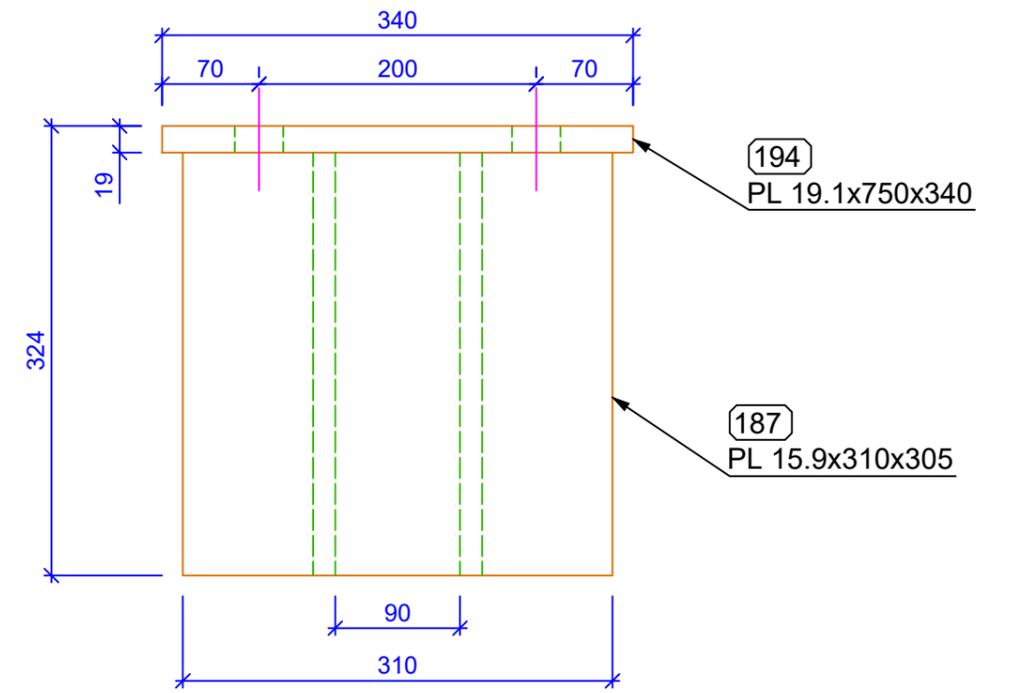
NOTAS GENERALES

1. TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS.
2. FABRICAR 4 UNIDADES.

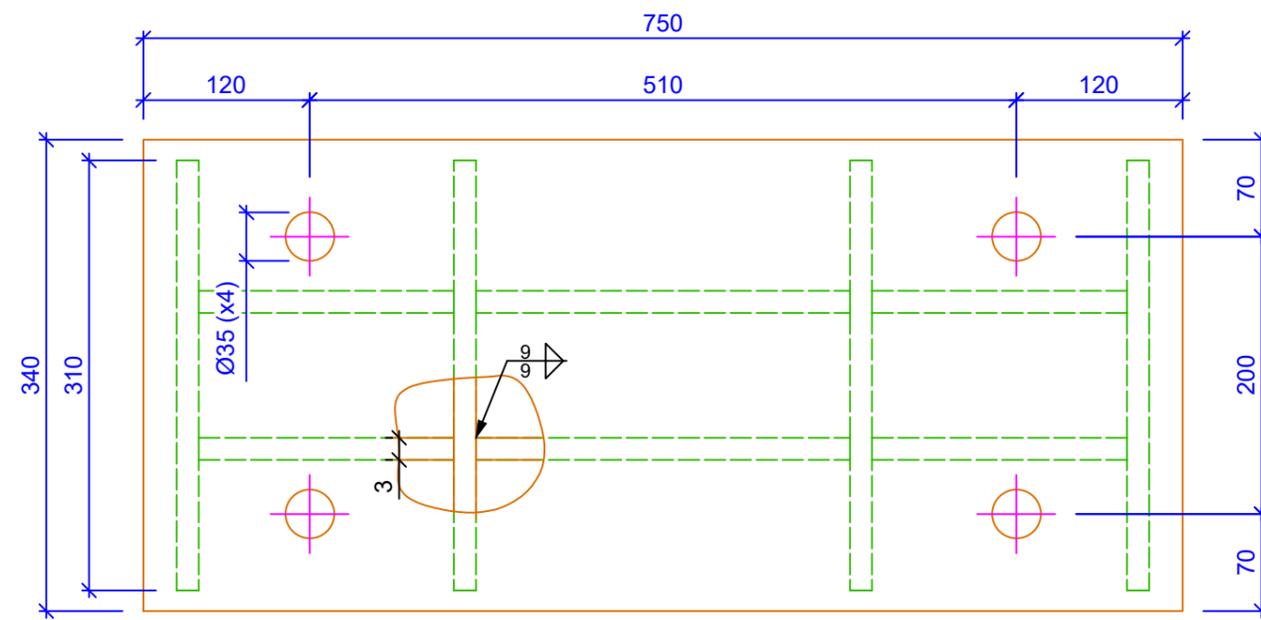
PROYECTADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO
DISEÑADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	
REVISADO: AISJ	--/--/2021	TITULO: BASE DE CHUMACERAS INTERIORES
APROBADO: AISJ	--/--/2021	CODIGO: SJ-T-LS-020
 UNS UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	PRELIMINAR	A2 | ESCALA | HOJA 1 / 1 | REV.
	PARA APROBACIÓN	
	APROBADO	
	NO APROBADO	



VISTA FRONTAL
1/5



VISTA LATERAL
1/5



VISTA DE PLANTA
1/5

**ESPECIFICACIONES GENERALES
ACERO**

- ACERO ESTRUCTURAL** : ASTM A-36 ($f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$)
- PERNOS** : ASTM A-36
- SOLDADURA** : ELECTRODOS AWS SERIE E-70
- LA CALIDAD Y TRABAJO SE CONFORMARA CON EL CODIGO DE SOLDADURA AWS D.1-69 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY).
- PROTECCIÓN:**
 - SE UTILIZARA UN SISTEMA CONVENCIONAL EPOXICO, APLICABLE SOBRE SUPERFICIES PREPARADAS CON ARENADO COMERCIAL.
 - LA PROTECCIÓN CONSTARÁ DE LAS SIGUIENTES CAPAS
- ANTICORROSIVO:** ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 2.0 mils
- ACABADOS:** ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 6.0 mils

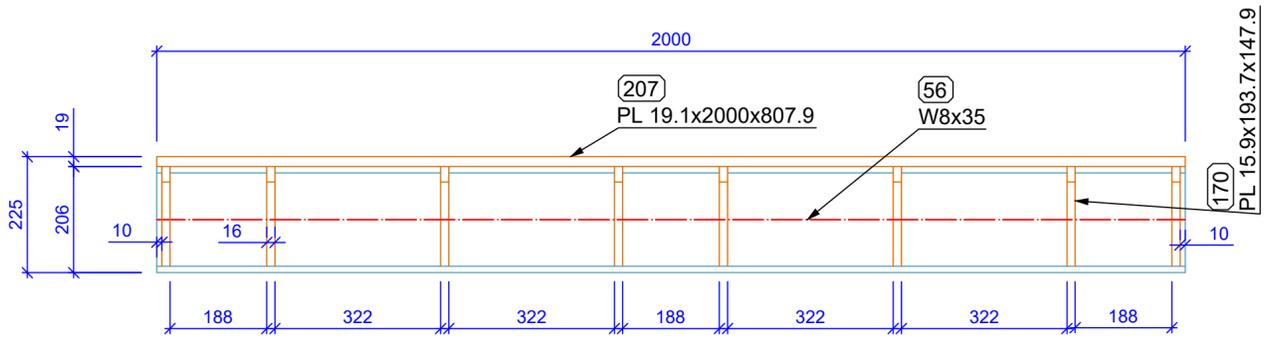
NOTAS GENERALES

1. TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS.
2. FABRICAR 2 UNIDADES.

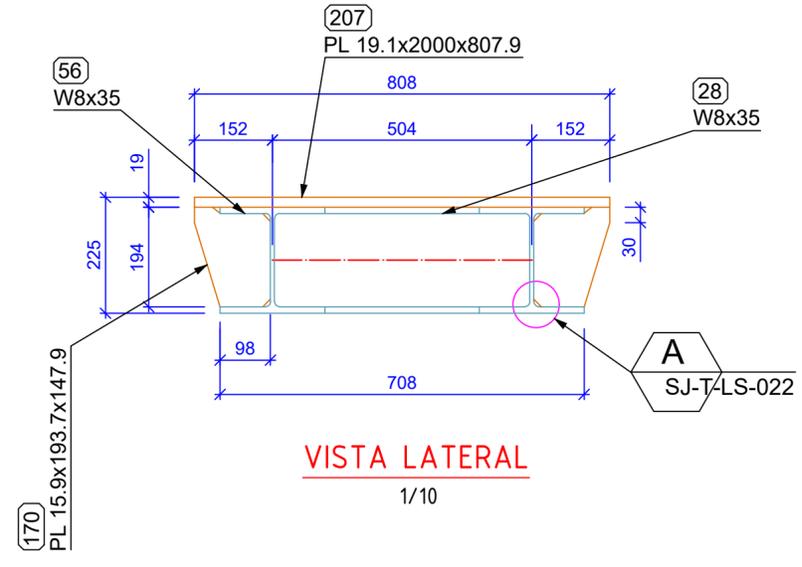
PROYECTADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO					
DISEÑADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	TITULO: BASE DE CHUMACERAS EXTERIORES					
REVISADO: AISJ	--/--/2021	CODIGO: SJ-T-LS-021					
APROBADO: AISJ	--/--/2021		<input checked="" type="checkbox"/> PRELIMINAR <input type="checkbox"/> PARA APROBACIÓN <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> NO APROBADO	A2	ESCALA	HOJA	REV.
						1 / 1	

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

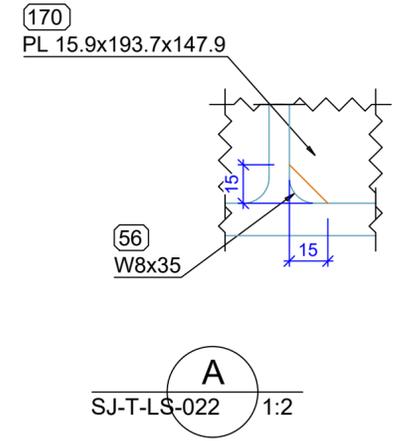
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



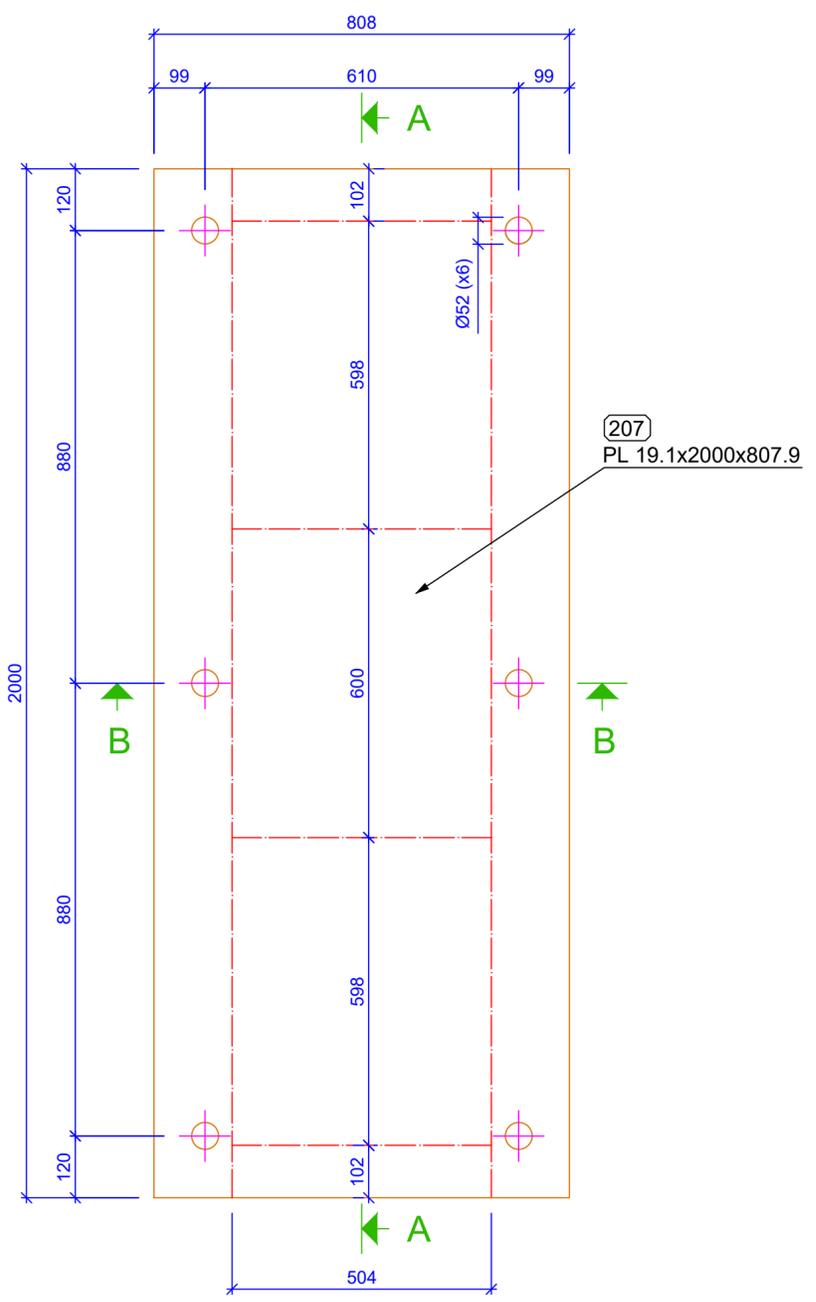
VISTA FRONTAL
1/10



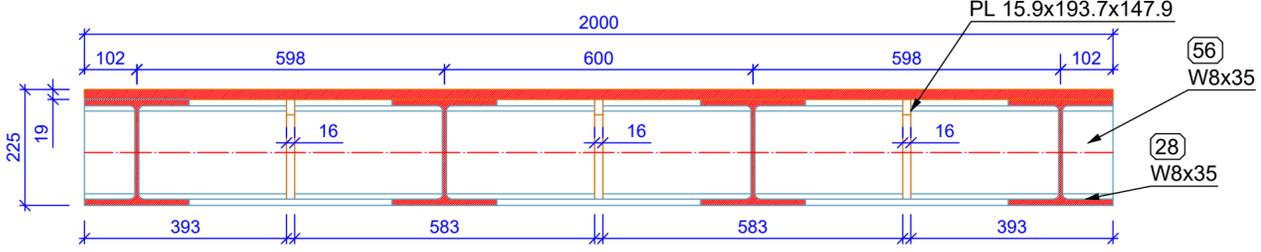
VISTA LATERAL
1/10



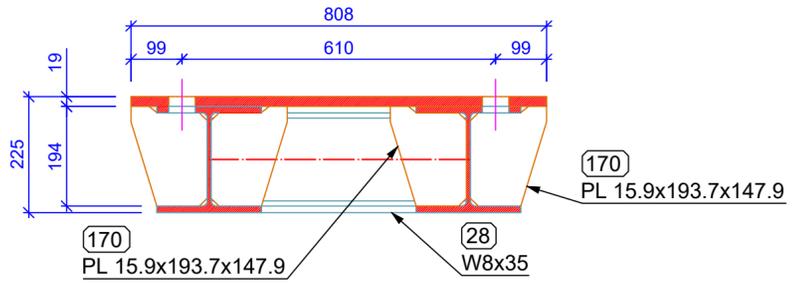
A
SJ-T-LS-022
1:2



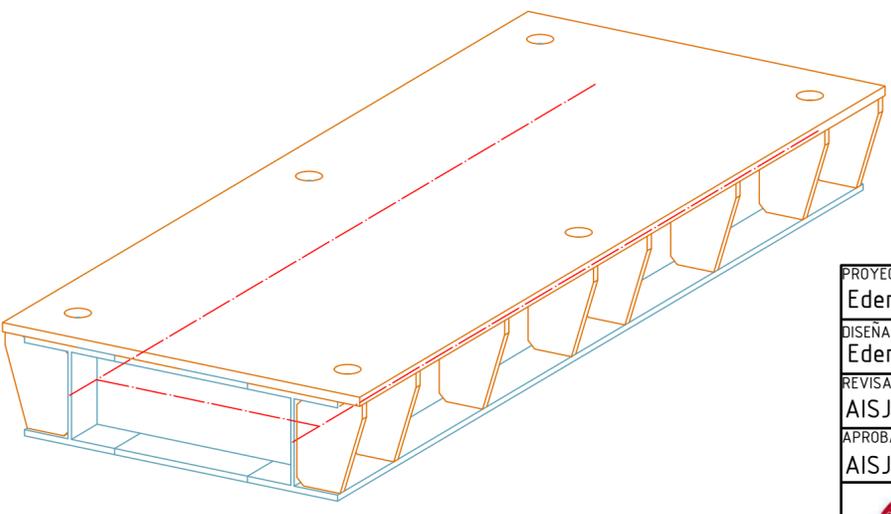
VISTA DE PLANTA
1/10



SECCION A-A
1/10



SECCION B-B
1/10



VISTA ISOMETRICA
1/10

NOTAS GENERALES

1. TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS.
2. FABRICAR 2 UNIDADES IDENTICAS.

**ESPECIFICACIONES GENERALES
ACERO**

- ACERO ESTRUCTURAL** : ASTM A-36 (fy = 2530 kg/cm²)
- PERNOS** : ASTM A-36
- SOLDADURA** : ELECTRODOS AWS SERIE E-70
- PROTECCIÓN:**
- LA CALIDAD Y TRABAJO SE CONFORMARA CON EL CODIGO DE SOLDADURA AWS D.1-69 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY).
 - SE UTILIZARA UN SISTEMA CONVENCIONAL EPOXICO, APLICABLE SOBRE SUPERFICIES PREPARADAS CON ARENADO COMERCIAL.
 - LA PROTECCIÓN CONSTARÁ DE LAS SIGUIENTES CAPAS
- ANTICORROSIVO:** ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 2.0 mils
- ACABADOS:** ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 6.0 mils

PROYECTADO:	Eder Orbegoso	--/--/2021
DISEÑADO:	Eder Orbegoso	--/--/2021
REVISADO:	AISJ	--/--/2021
APROBADO:	AISJ	--/--/2021

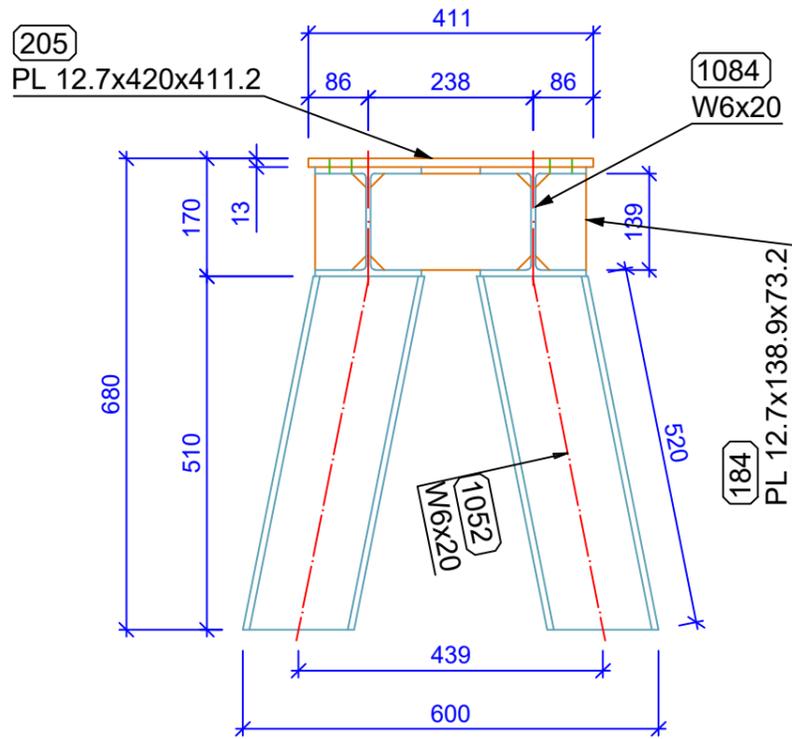
PROYECTO:	SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO		
TITULO:	BASEDE REDUCTOR PARMAX		
CODIGO:	SJ-T-LS-022		



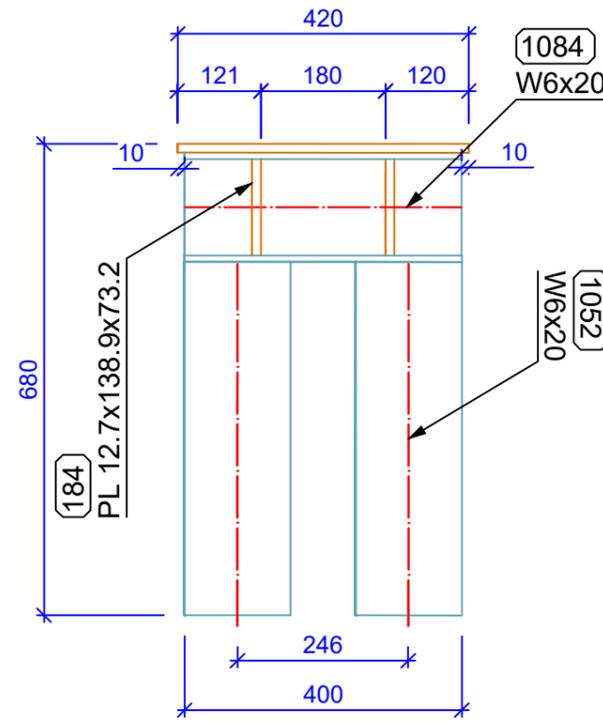
PRELIMINAR		X	CODIGO:	SJ-T-LS-022		
PARA APROBACIÓN						
APROBADO						
NO APROBADO						
	A2	ESCALA	HOJA	1 / 1	REV.	

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

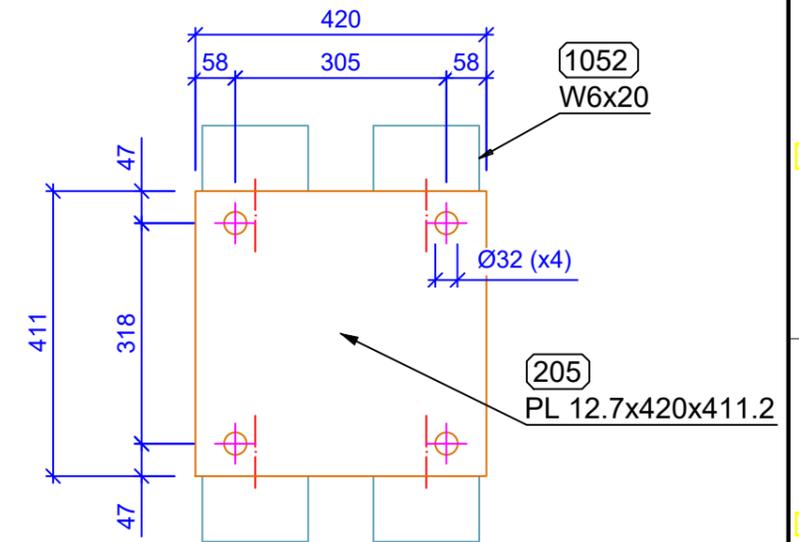
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



VISTA FRONTAL
1/10

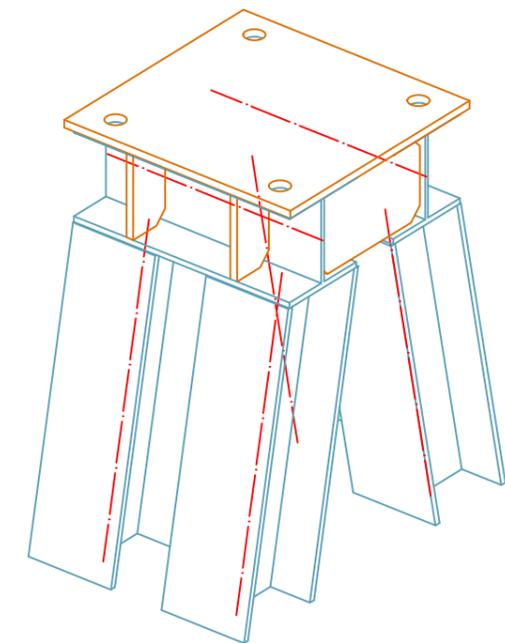


VISTA LATERAL
1/10



VISTA DE PLANTA
1/10

VISTA ISOMETRICA
1/10



NOTAS GENERALES

1. TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS.
2. FABRICAR 2 UNIDADES.

**ESPECIFICACIONES GENERALES
ACERO**

ACERO ESTRUCTURAL : ASTM A-36 ($f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$)

PERNOS : ASTM A-36

SOLDADURA : ELECTRODOS AWS SERIE E-70

— LA CALIDAD Y TRABAJO SE CONFORMARA CON EL CODIGO DE SOLDADURA AWS D.1-69 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY).

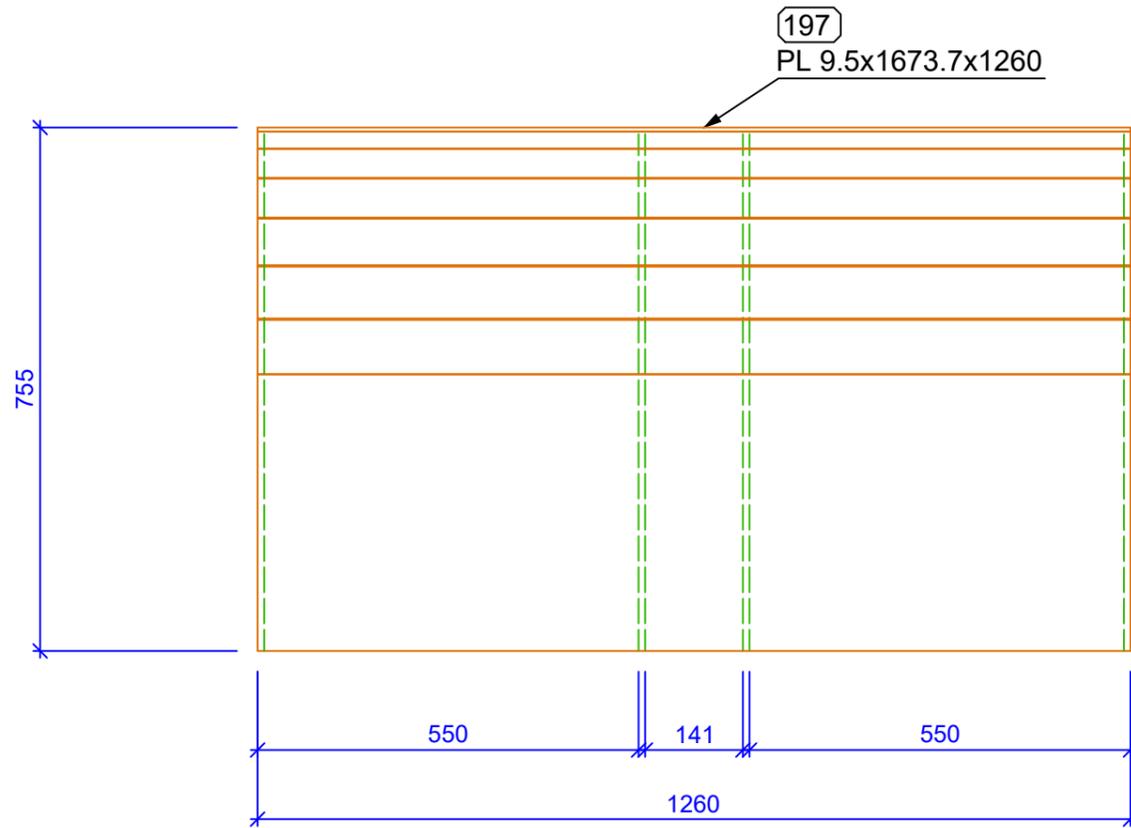
PROTECCIÓN:

- SE UTILIZARA UN SISTEMA CONVENCIONAL EPOXICO, APLICABLE SOBRE SUPERFICIES PREPARADAS CON ARENADO COMERCIAL.
- LA PROTECCIÓN CONSTARÁ DE LAS SIGUIENTES CAPAS

ANTICORROSIVO: ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 2.0 mils

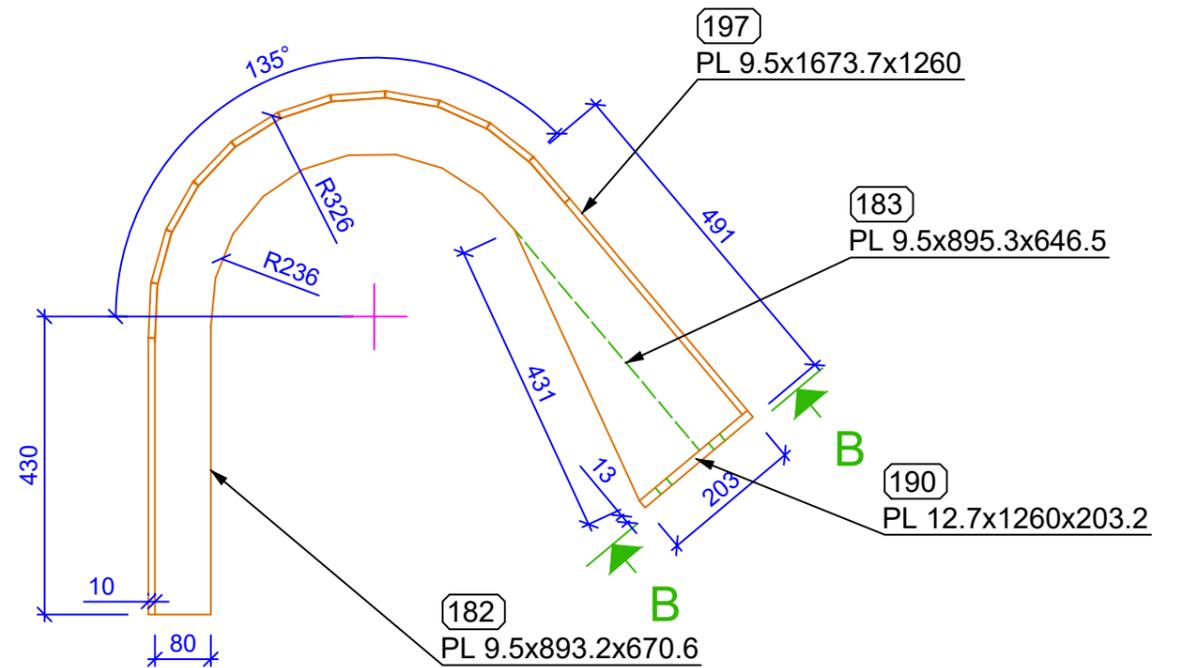
ACABADOS: ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 6.0 mils

PROYECTADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO		
DISEÑADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	TITULO: BASE DE MOTOR ELECTRICO WEG		
REVISADO: AISJ	--/--/2021	CODIGO: SJ-T-LS-023		
APROBADO: AISJ	--/--/2021	A2	ESCALA	HOJA 1 / 1
		PRELIMINAR	X	REV.
		PARA APROBACIÓN		
		APROBADO		
		NO APROBADO		



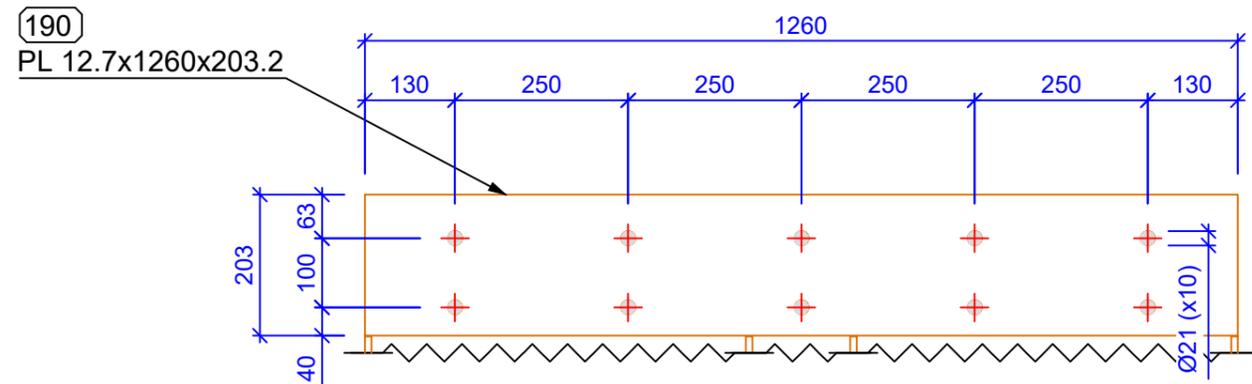
VISTA FRONTAL

1/10



VISTA LATERAL

1/10



VISTA B-B

1/10

NOTAS GENERALES

1. TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS.
2. FABRICAR 6 UNIDADES.

**ESPECIFICACIONES GENERALES
ACERO**

ACERO ESTRUCTURAL : ASTM A-36 (fy = 2530 kg/cm²)

PERNOS : ASTM A-36

SOLDADURA : ELECTRODOS AWS SERIE E-70

— LA CALIDAD Y TRABAJO SE CONFORMARA CON EL CODIGO DE SOLDADURA AWS D.1-69 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY).

PROTECCIÓN:

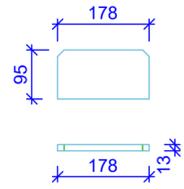
- SE UTILIZARA UN SISTEMA CONVENCIONAL EPOXICO, APLICABLE SOBRE SUPERFICIES PREPARADAS CON ARENADO COMERCIAL.
- LA PROTECCIÓN CONSTARÁ DE LAS SIGUIENTES CAPAS

ANTICORROSIVO: ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 2.0 mils

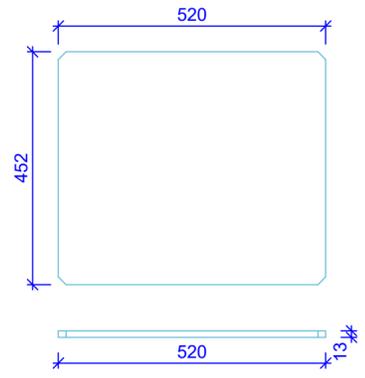
ACABADOS: ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 6.0 mils

PROYECTADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO					
DISEÑADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	TITULO: GUARDA DE EJE DE MANDO					
REVISADO: AISJ	--/--/2021	CODIGO: SJ-T-LS-024					
APROBADO: AISJ	--/--/2021		<input checked="" type="checkbox"/> PRELIMINAR <input type="checkbox"/> PARA APROBACIÓN <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> NO APROBADO	A2	ESCALA	HOJA	REV.
						1 / 1	

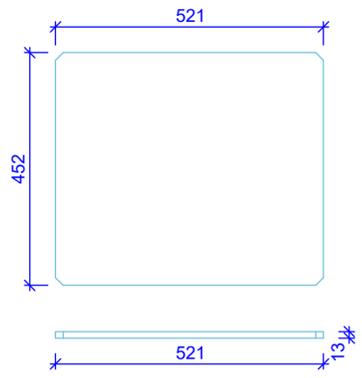
188x **1209** PL 12.7x178.1x95.3
A36 - 1:10



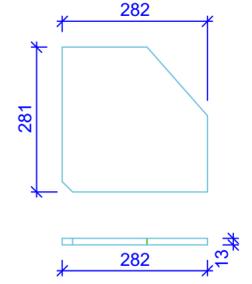
5x **196** PL 12.7x519.8x452.4
A36 - 1:10



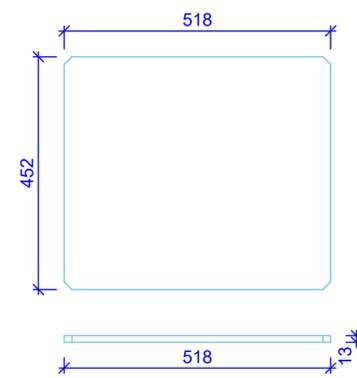
3x **201** PL 12.7x521.1x452.4
A36 - 1:10



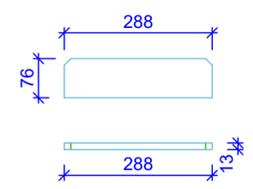
17x **173** PL 12.7x282.3x281.5
A36 - 1:10



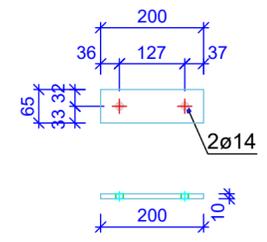
1x **218** PL 12.7x518.3x452.4
A36 - 1:10



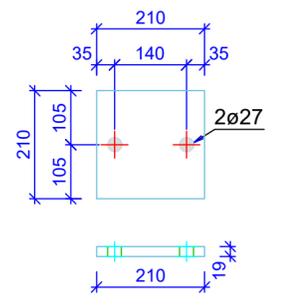
32x **1006** PL 12.7x287.6x76.2
A36 - 1:10



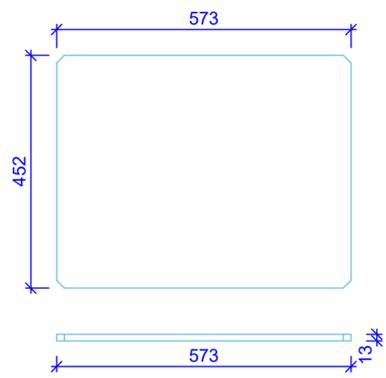
72x **1211** PL 9.5x200x65
A36 - 1:10



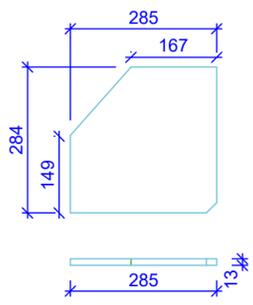
4x **1249** PL 19.1x210x210
A36 - 1:10



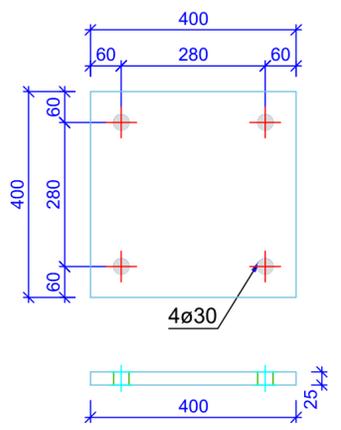
2x **206** PL 12.7x572.5x452.4
A36 - 1:10



16x **174** PL 12.7x284.6x283.6
A36 - 1:10



7x **1254** PL 25.4x400x400
A36 - 1:10



NOTAS GENERALES

1. TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS.

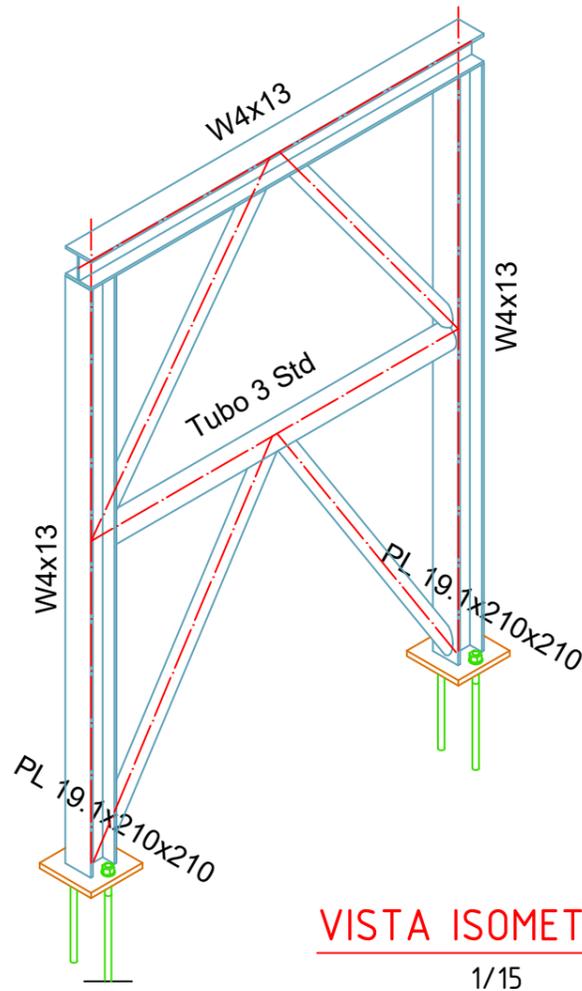
ESPECIFICACIONES GENERALES ACERO

- ACERO ESTRUCTURAL** : ASTM A-36 (fy = 2530 kg/cm²)
- PERNOS** : ASTM A-36
- SOLDADURA** : ELECTRODOS AWS SERIE E-70
- LA CALIDAD Y TRABAJO SE CONFORMARA CON EL CODIGO DE SOLDADURA AWS D.1-69 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY).
- PROTECCIÓN:**
- SE UTILIZARA UN SISTEMA CONVENCIONAL EPOXICO, APLICABLE SOBRE SUPERFICIES PREPARADAS CON ARENADO COMERCIAL.
- LA PROTECCIÓN CONSTARÁ DE LAS SIGUIENTES CAPAS
- ANTICORROSIVO:** ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 2.0 mils
- ACABADOS:** ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 6.0 mils

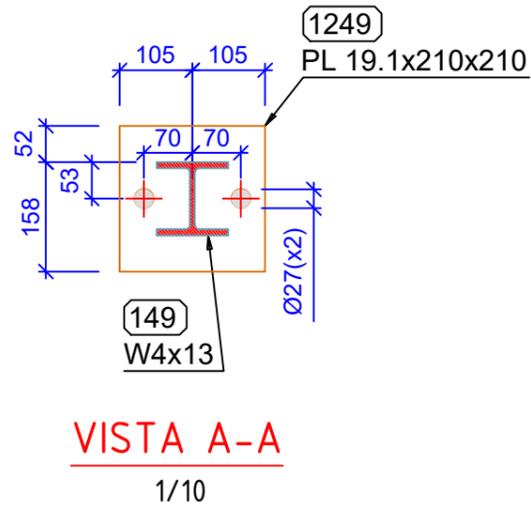
PROYECTADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO TITULO: CARTELAS CODIGO: SJ-T-LS-025
DISEÑADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	
REVISADO: AISJ	--/--/2021	
APROBADO: AISJ	--/--/2021	
	PRELIMINAR	X
	PARA APROBACIÓN	
	APROBADO	
	NO APROBADO	
ESCALA A2		HOJA 1 / 1
REV.		

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

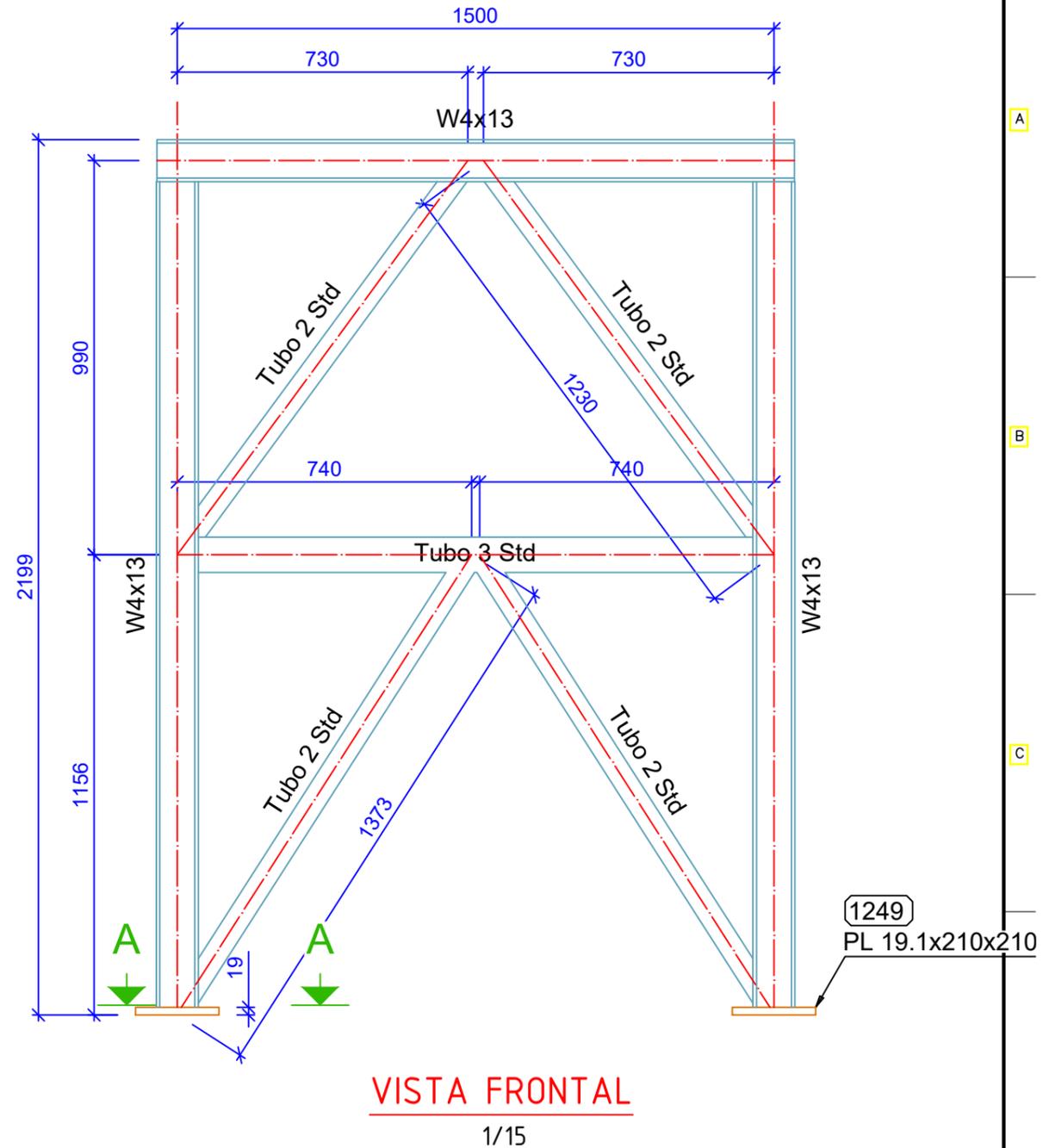
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



VISTA ISOMETRICA
1/15



VISTA A-A
1/10



VISTA FRONTAL
1/15

NOTAS GENERALES

1. TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS.
2. FABRICAR 1 UNIDAD.

**ESPECIFICACIONES GENERALES
ACERO**

ACERO ESTRUCTURAL : ASTM A-36 ($f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$)

PERNOS : ASTM A-36

SOLDADURA : ELECTRODOS AWS SERIE E-70

— LA CALIDAD Y TRABAJO SE CONFORMARA CON EL CODIGO DE SOLDADURA AWS D.1-69 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY).

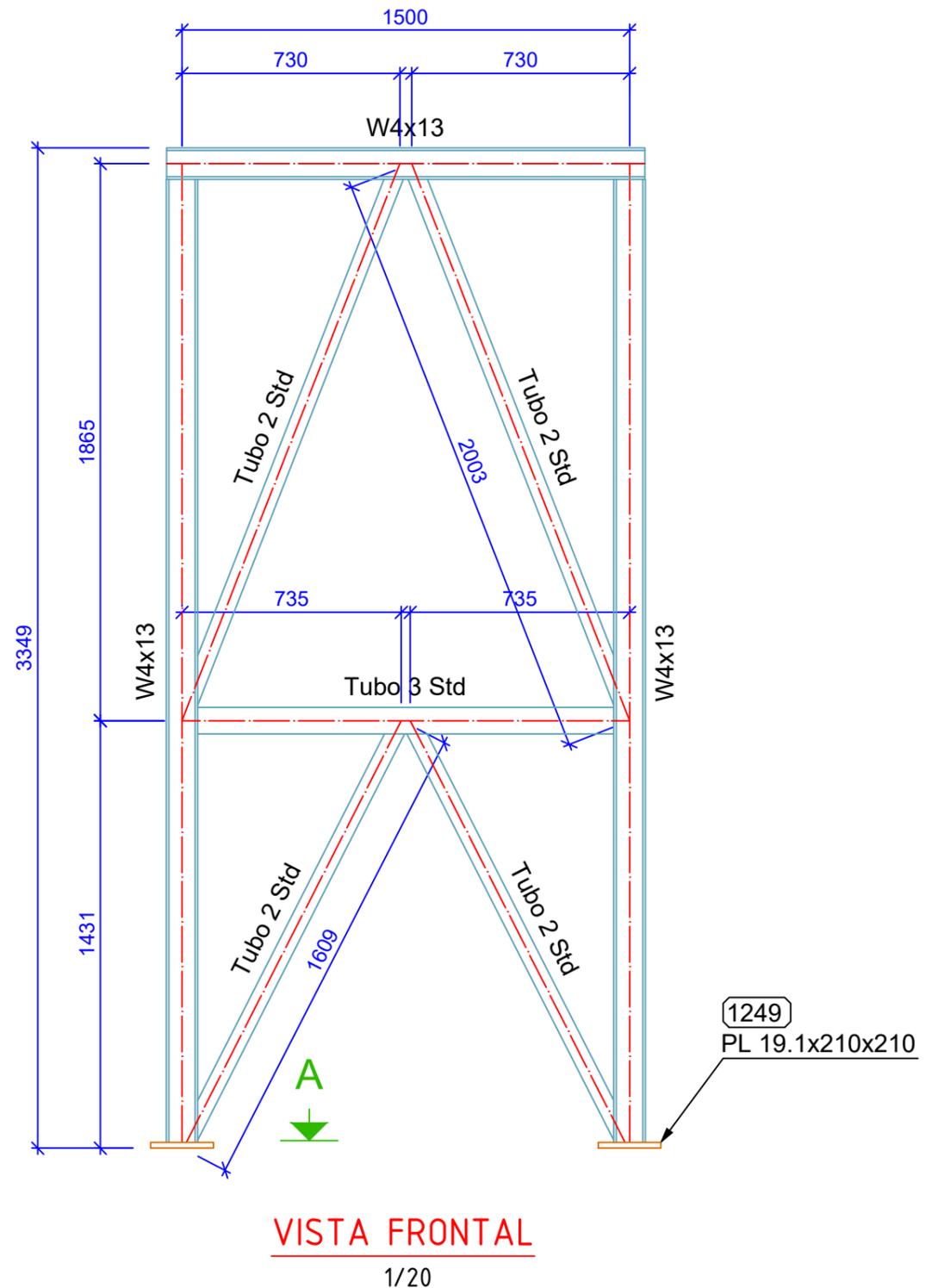
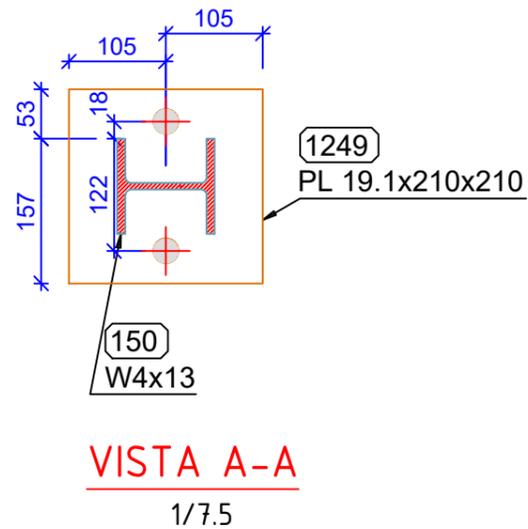
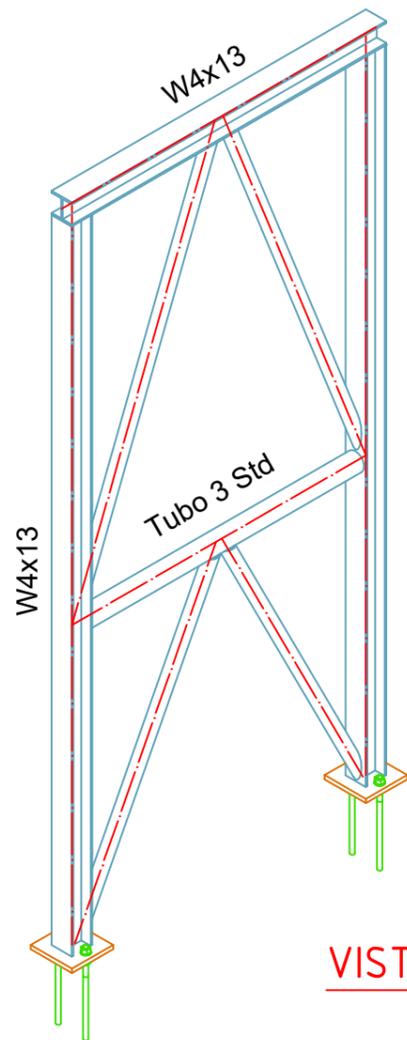
PROTECCIÓN:

— SE UTILIZARA UN SISTEMA CONVENCIONAL EPOXICO, APLICABLE SOBRE SUPERFICIES PREPARADAS CON ARENADO COMERCIAL.
— LA PROTECCIÓN CONSTARÁ DE LAS SIGUIENTES CAPAS

ANTICORROSIVO: ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 2.0 mils

ACABADOS: ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 6.0 mils

PROYECTADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO												
DISEÑADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	TITULO: SOPORTE N°1												
REVISADO: AISJ	--/--/2021	CODIGO: SJ-T-LS-026												
APROBADO: AISJ	--/--/2021	<table border="1"> <tr> <td>PRELIMINAR</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>PARA APROBACIÓN</td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROBADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>NO APROBADO</td> <td></td> </tr> </table>	PRELIMINAR	X	PARA APROBACIÓN		APROBADO		NO APROBADO		A3	ESCALA	HOJA	REV.
PRELIMINAR	X													
PARA APROBACIÓN														
APROBADO														
NO APROBADO														
			1 / 1											



NOTAS GENERALES

1. TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS.
2. FABRICAR 1 UNIDAD.

**ESPECIFICACIONES GENERALES
ACERO**

ACERO ESTRUCTURAL : ASTM A-36 ($f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$)

PERNOS : ASTM A-36

SOLDADURA : ELECTRODOS AWS SERIE E-70

— LA CALIDAD Y TRABAJO SE CONFORMARA CON EL CODIGO DE SOLDADURA AWS D.1-69 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY).

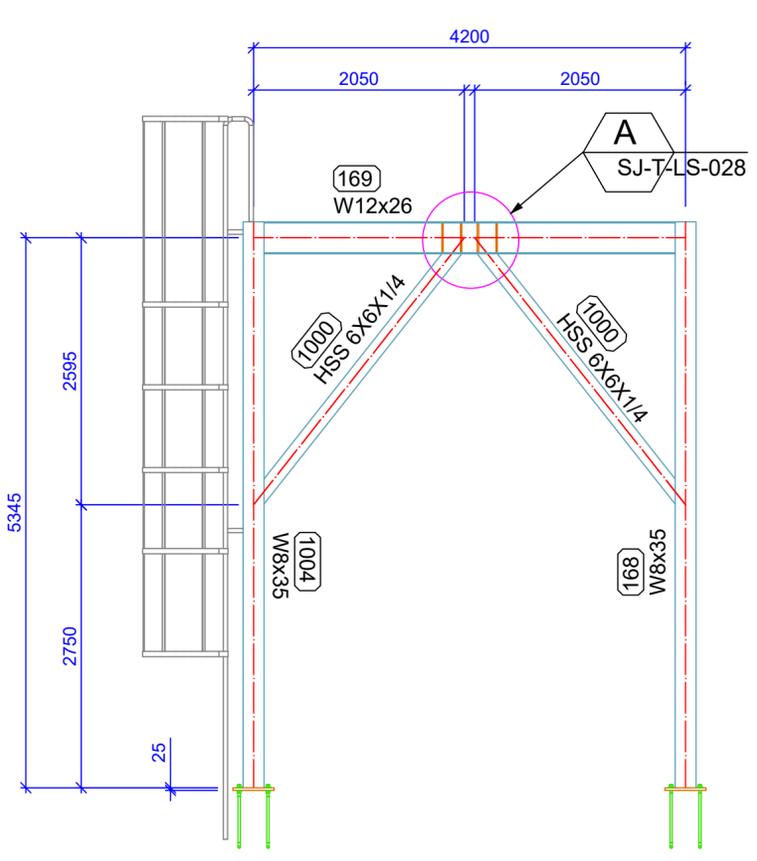
PROTECCIÓN:

- SE UTILIZARA UN SISTEMA CONVENCIONAL EPOXICO, APLICABLE SOBRE SUPERFICIES PREPARADAS CON ARENADO COMERCIAL.
- LA PROTECCIÓN CONSTARÁ DE LAS SIGUIENTES CAPAS

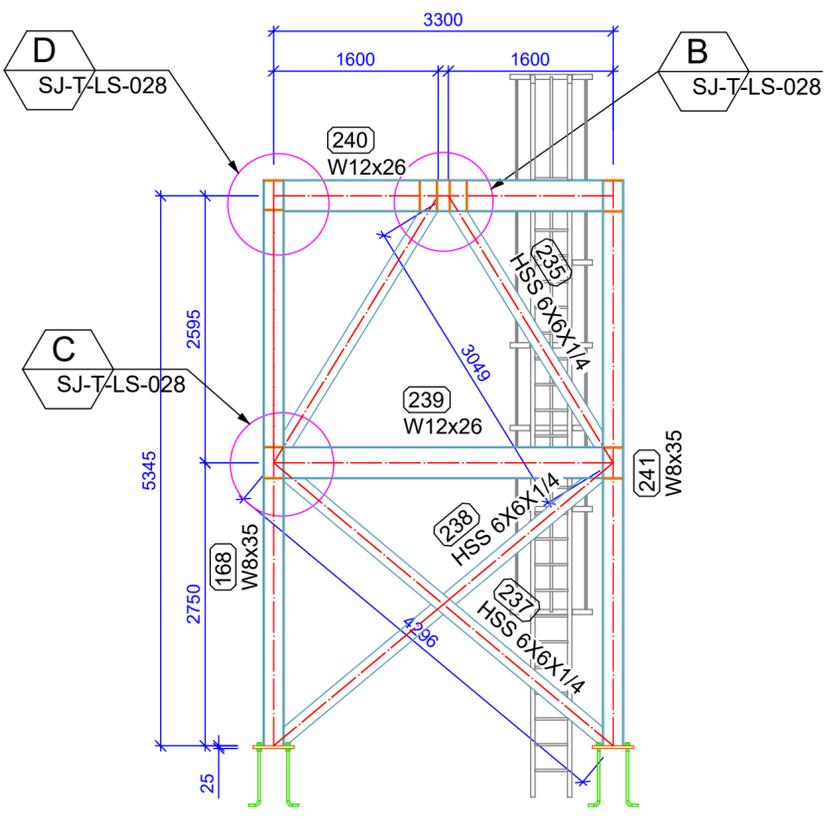
ANTICORROSIVO: ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 2.0 mils

ACABADOS: ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 6.0 mils

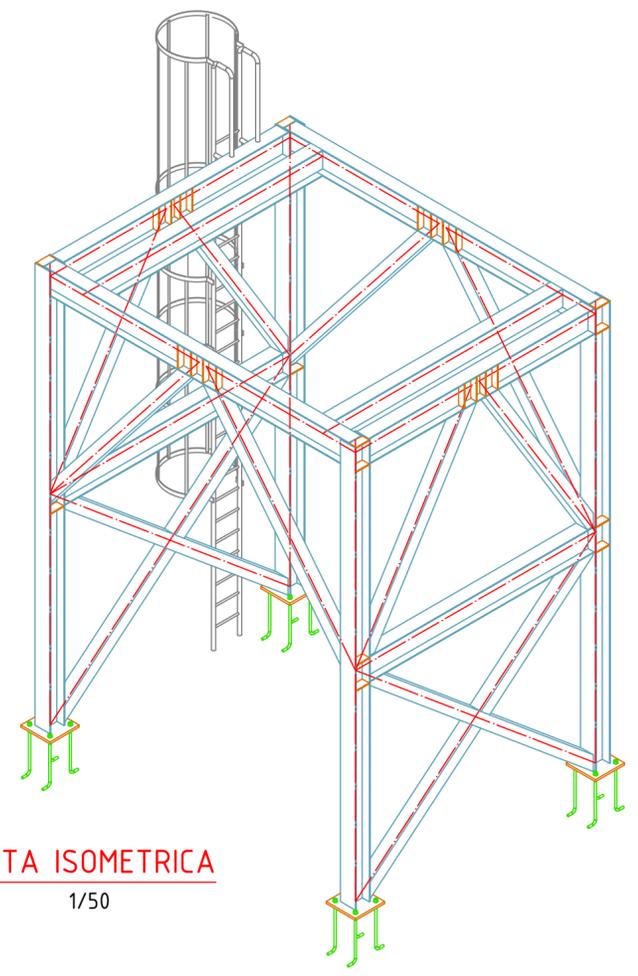
PROYECTADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO
DISEÑADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	
REVISADO: AISJ	--/--/2021	TITULO: SOPORTE N°2
APROBADO: AISJ	--/--/2021	CODIGO: SJ-T-LS-027
 UNS UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	PRELIMINAR	A3 ESCALA HOJA REV. 1 / 1
	PARA APROBACIÓN	
	APROBADO	
	NO APROBADO	



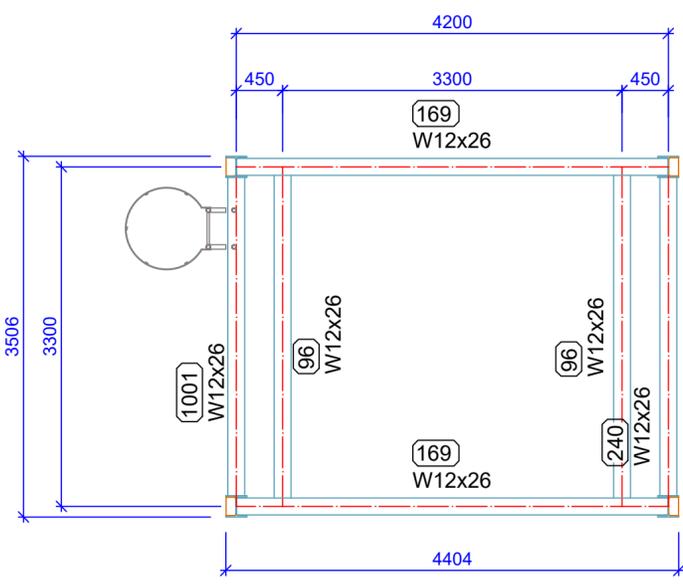
VISTA LATERAL
1/50



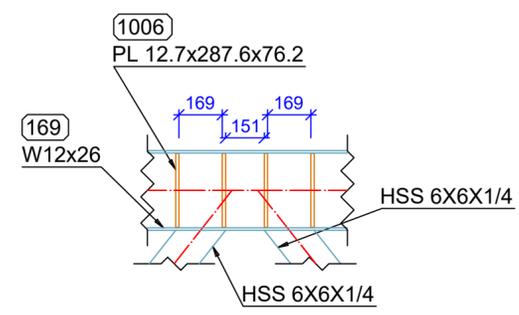
VISTA LATERAL
1/50



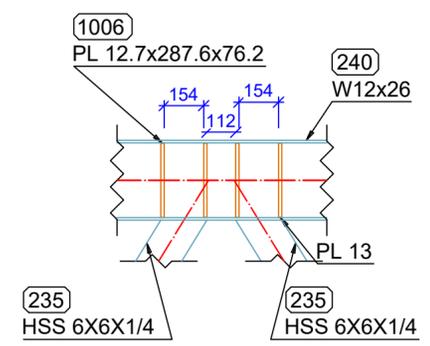
VISTA ISOMETRICA
1/50



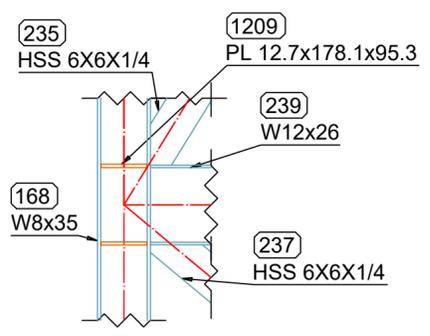
VISTA LATERAL
1/50



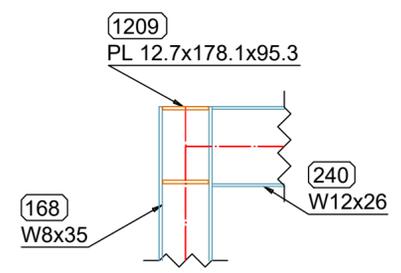
A
SJ-T-LS-028
1:20



B
SJ-T-LS-028
1:20



C
SJ-T-LS-028
1:20



D
SJ-T-LS-028
1:20

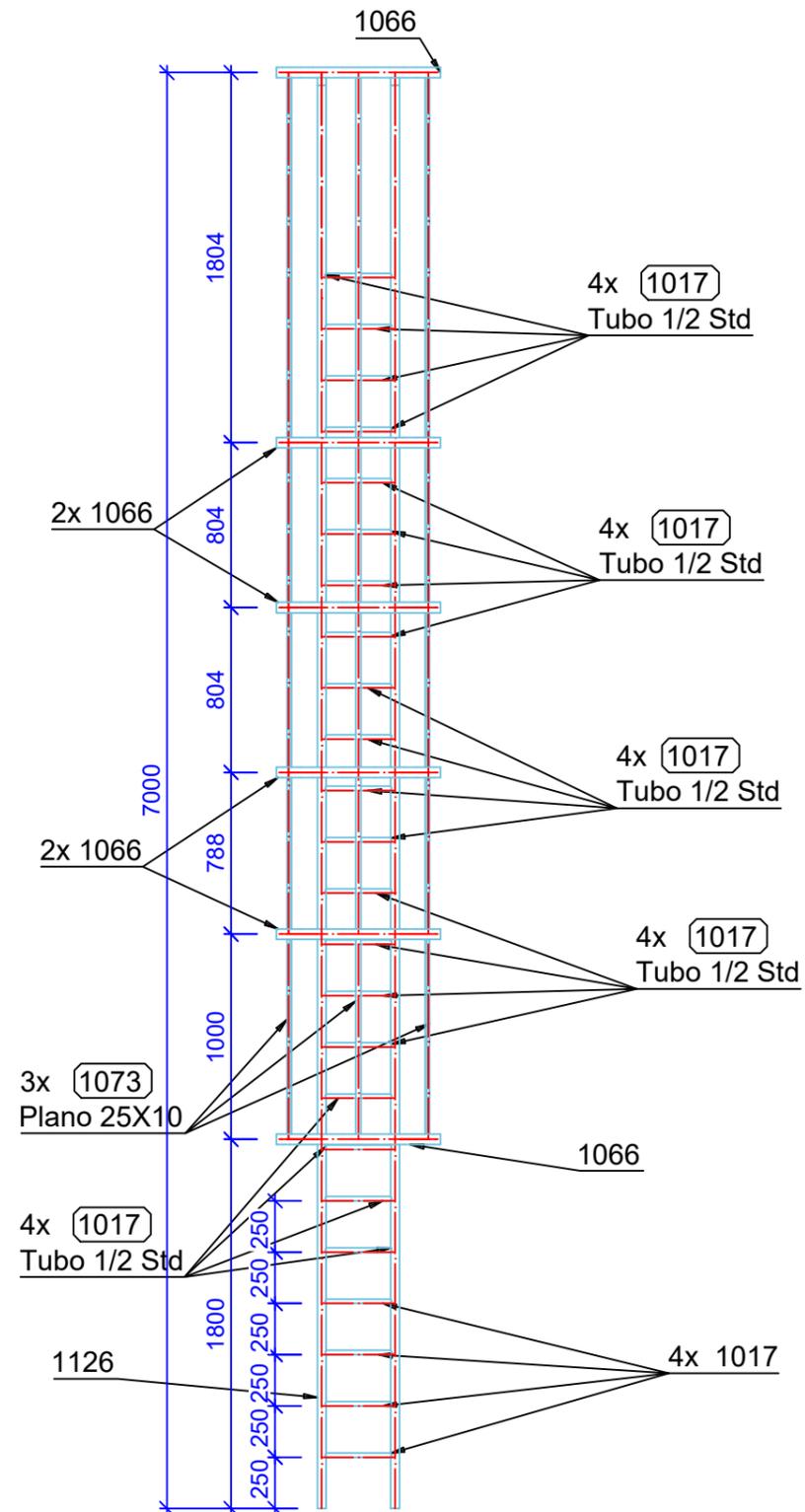
NOTAS GENERALES	
1. TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS.	
2. FABRICAR 1 UNIDAD.	
ESPECIFICACIONES GENERALES ACERO	
ACERO ESTRUCTURAL	: ASTM A-36 (fy = 2530 kg/cm ²)
PERNOS	: ASTM A-36
SOLDADURA	: ELECTRODOS AWS SERIE E-70
- LA CALIDAD Y TRABAJO SE CONFORMARA CON EL CODIGO DE SOLDADURA AWS D.1-69 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY).	
PROTECCIÓN: - SE UTILIZARA UN SISTEMA CONVENCIONAL EPOXICO, APLICABLE SOBRE SUPERFICIES PREPARADAS CON ARENADO COMERCIAL. - LA PROTECCIÓN CONSTARÁ DE LAS SIGUIENTES CAPAS	
ANTICORROSIVO:	ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 2.0 mils
ACABADOS:	ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 6.0 mils

PROYECTADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO
DISEÑADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	
REVISADO: AISJ	--/--/2021	TITULO: ESTRUCTURA SOPORTE DE TOLVA
APROBADO: AISJ	--/--/2021	CODIGO: SJ-T-LS-028

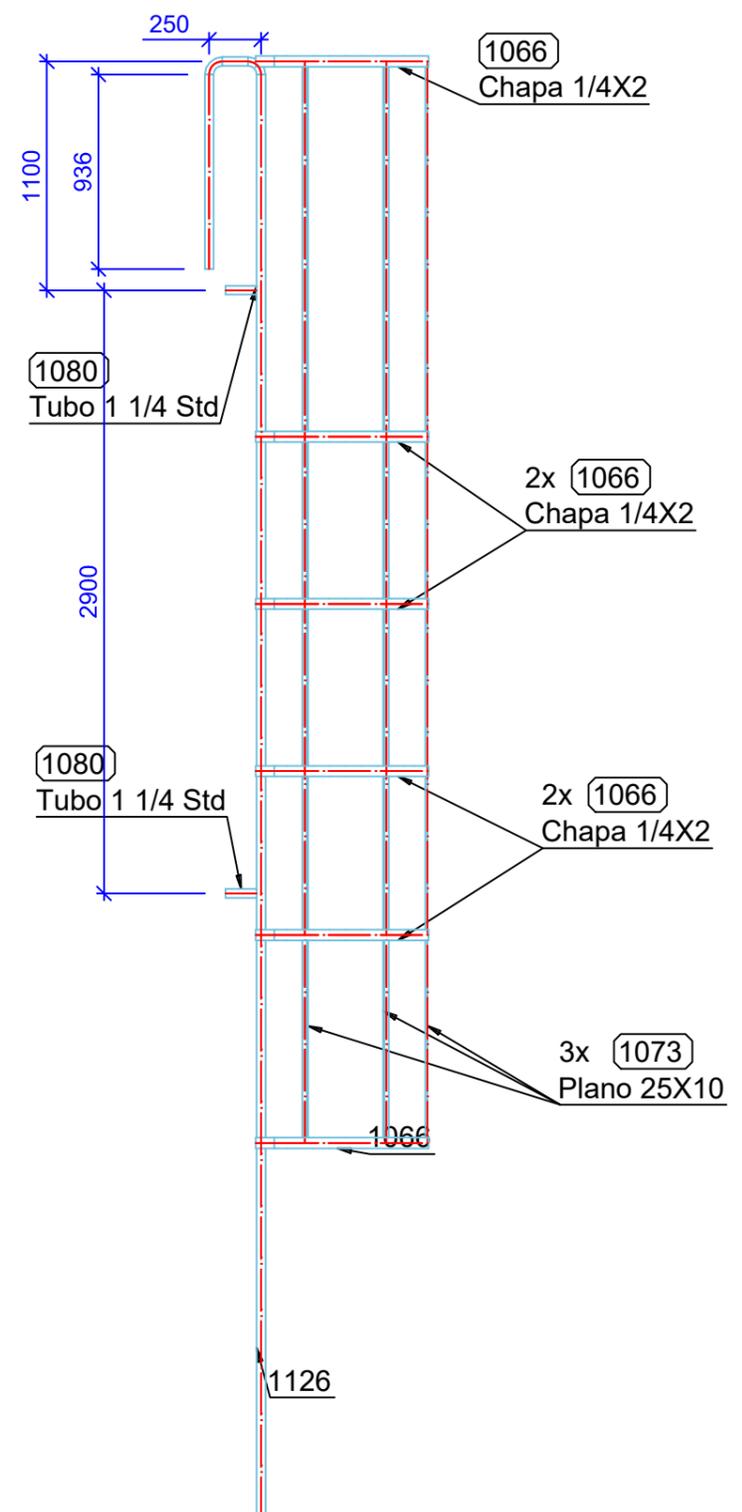


PRELIMINAR	X	ESCALA	HOJA	REV.
PARA APROBACIÓN				
APROBADO				
NO APROBADO				
A2		1 / 1		

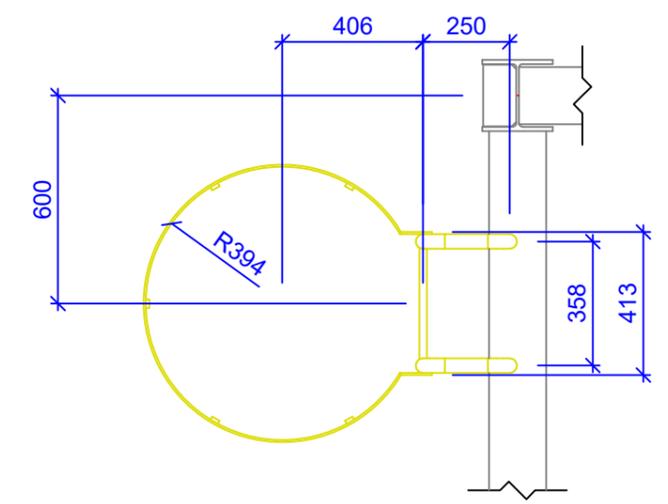
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



VISTA FRONTAL
1/33



VISTA LATERAL
1/33



A
SJ-T-LS-029 1:20

NOTAS GENERALES

- TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS.
- FABRICAR 1 UNIDAD.

ESPECIFICACIONES GENERALES ACERO

ACERO ESTRUCTURAL : ASTM A-36 ($f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$)

PERNOS : ASTM A-36

SOLDADURA : ELECTRODOS AWS SERIE E-70

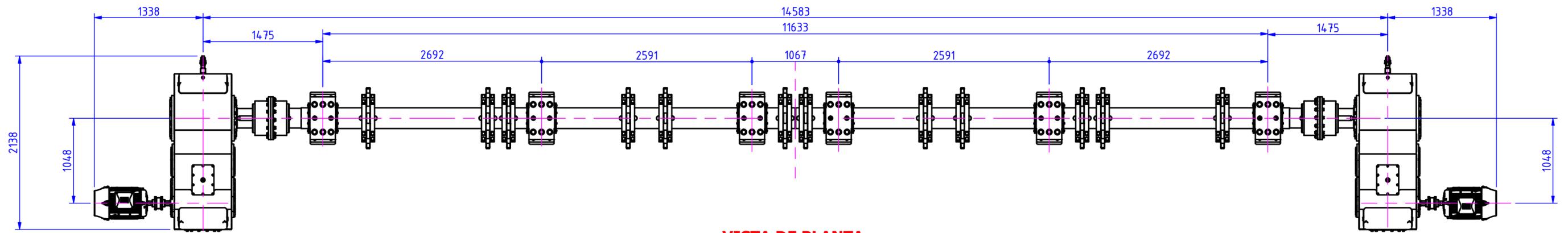
PROTECCIÓN:

- LA CALIDAD Y TRABAJO SE CONFORMARA CON EL CODIGO DE SOLDADURA AWS D.1-69 DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AMERICAN WELDING SOCIETY).
- SE UTILIZARA UN SISTEMA CONVENCIONAL EPOXICO, APLICABLE SOBRE SUPERFICIES PREPARADAS CON ARENADO COMERCIAL.
- LA PROTECCIÓN CONSTARÁ DE LAS SIGUIENTES CAPAS

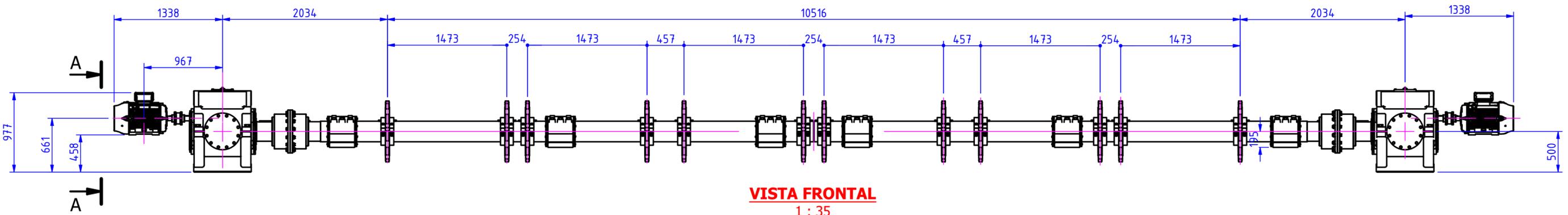
ANTICORROSIVO: ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 2.0 mils

ACABADOS: ESPESOR MINIMO DE PELICULA SECA DE 6.0 mils

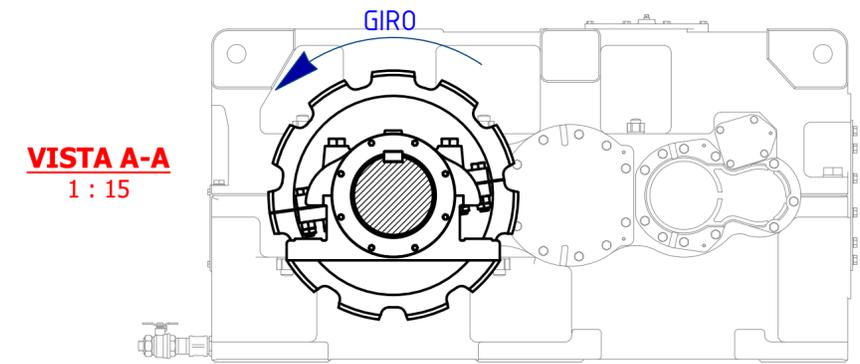
PROYECTADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO																	
DISEÑADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	TITULO: ESCALERA DE ACCESO VERTICAL																	
REVISADO: AISJ	--/--/2021	CODIGO: SJ-T-LS-029																	
APROBADO: ASJ	--/--/2021	<table border="1"> <tr> <td>PRELIMINAR</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>PARA APROBACIÓN</td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROBADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>NO APROBADO</td> <td></td> </tr> </table>	PRELIMINAR	X	PARA APROBACIÓN		APROBADO		NO APROBADO		<table border="1"> <tr> <td>A2</td> <td>ESCALA</td> <td>HOJA</td> <td>REV.</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>1 / 1</td> <td></td> </tr> </table>	A2	ESCALA	HOJA	REV.			1 / 1	
PRELIMINAR	X																		
PARA APROBACIÓN																			
APROBADO																			
NO APROBADO																			
A2	ESCALA	HOJA	REV.																
		1 / 1																	



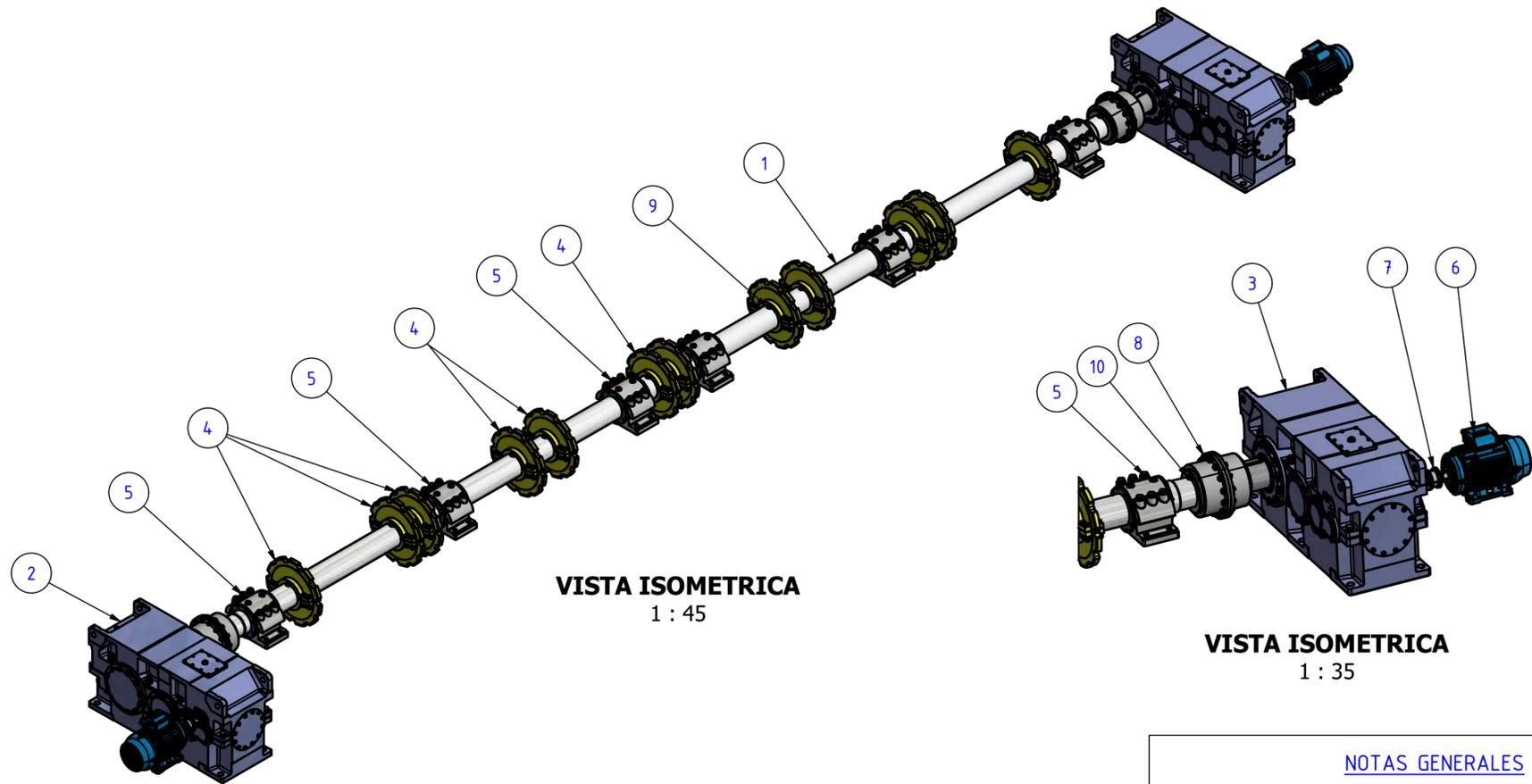
VISTA DE PLANTA
1 : 35



VISTA FRONTAL
1 : 35



VISTA A-A
1 : 15



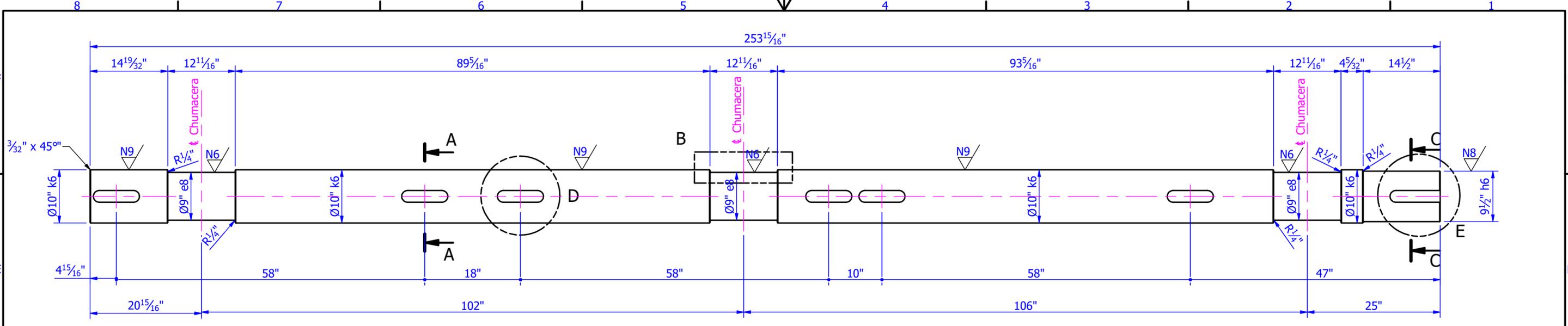
VISTA ISOMETRICA
1 : 45

VISTA ISOMETRICA
1 : 35

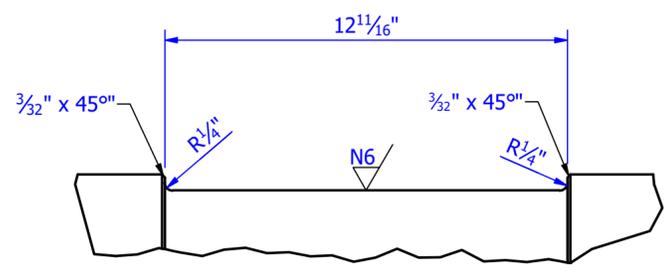
NOTAS GENERALES
1. Todas las dimensiones en milímetros.

LISTA DE MATERIALES					
ITEM	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL	MASA	REFERENCIA
1	2	Eje de mando	AISI 1045	2466.2 kg	SJ-T-LS-031
2	1	Reductor PHD9115P4-LR		1020.6 kg	Cat. PARAMAX Serie 9000
3	1	Reductor PHD9115P4-RL		1020.6 kg	Cat. PARAMAX Serie 9000
4	12	Estrella		190.9 kg	Cat. GENERAL CHAINS
5	6	Chumacera		314.0 kg	Cat. GENERAL CHAINS
6	2	Motor WEG 40 HP		67.2 kg	Cat. WEG
7	2	Falk T10 - 1070T		1.3 kg	Cat. Falk
8	2	Falk G20 - 1070 G		35.9 kg	Cat. Falk
9	12	Chaveta 56x32x220	SAE 1020	2.9 kg	SJ-T-LS-032
10	2	Chaveta 56x32x240	SAE 1020	3.2 kg	SJ-T-LS-032

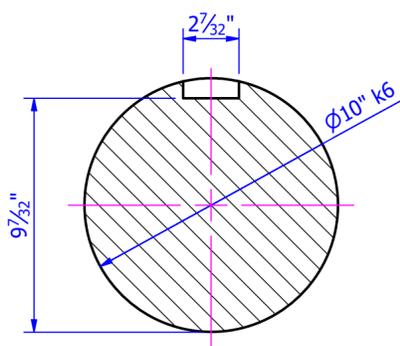
PROYECTADO: Eder Orbegoso	---/---/2021	PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO
DISENADO: Eder Orbegoso	---/---/2021	TITULO: MONTAJE DE SISTEMA DE POTENCIA
REVISADO: AISJ	---/---/2021	CODIGO: SJ-T-LS-030
APROBADO: AISJ	---/---/2021	ESCALA A2
		HOJA 1 / 1
PRELIMINAR <input checked="" type="checkbox"/> PARA APROBACIÓN <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> NO APROBADO <input type="checkbox"/>		REV.



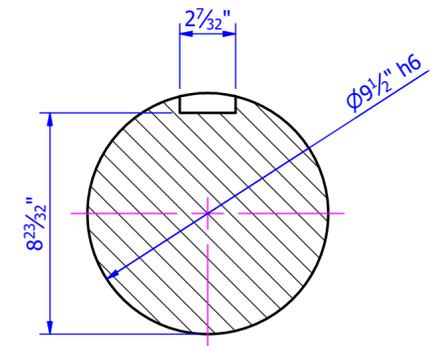
VISTA SUPERIOR
1 : 13



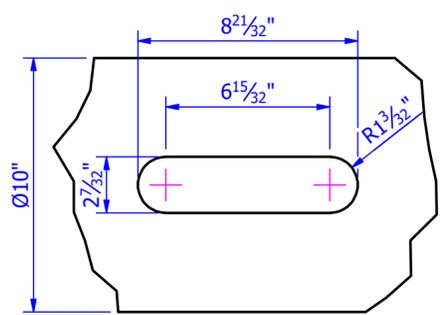
DETALLE B
1 : 4



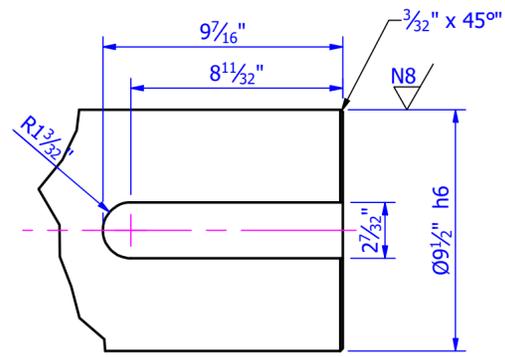
SECCION A-A
1 : 5



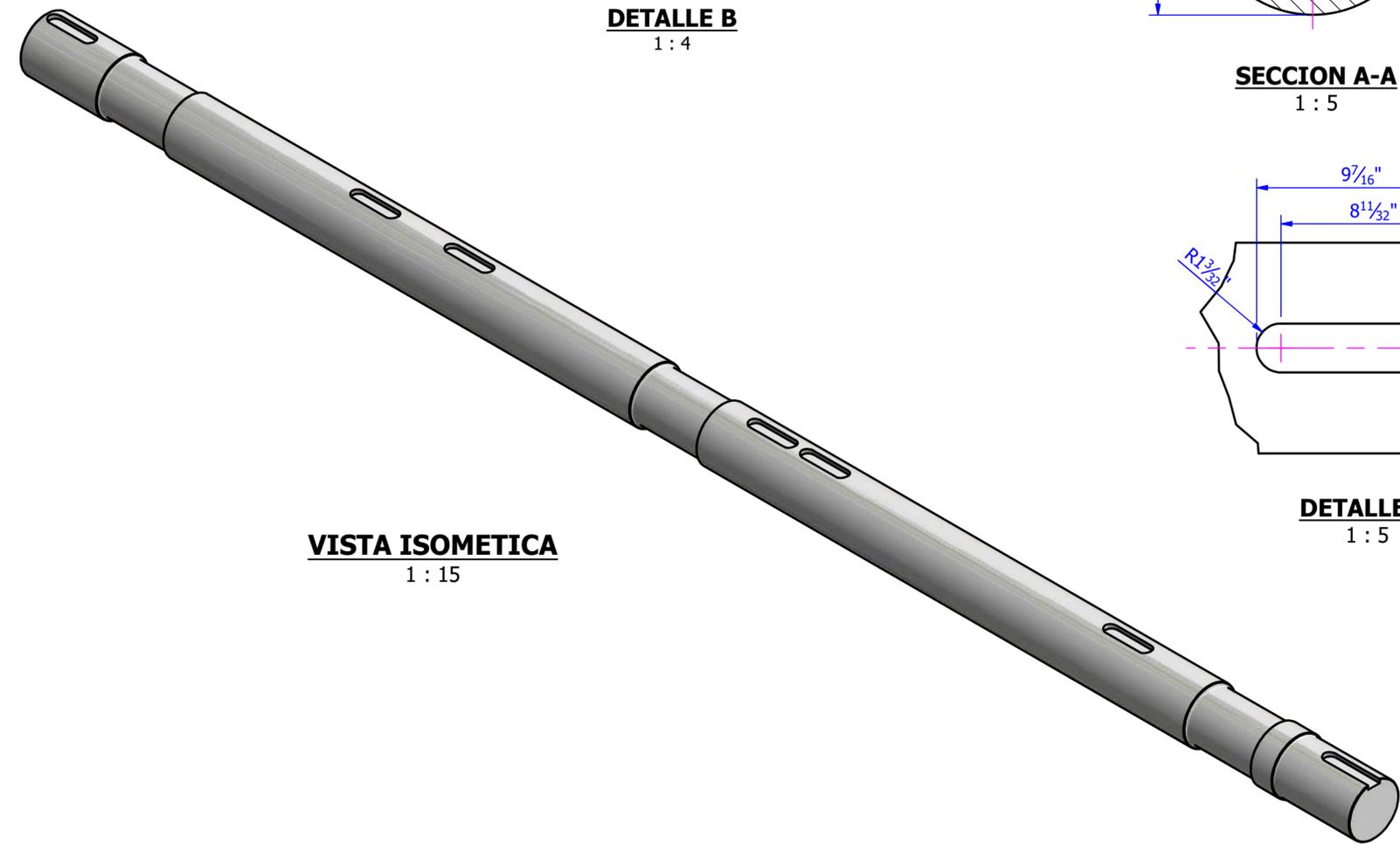
SECCION C-C
1 : 5



DETALLE D
1 : 5



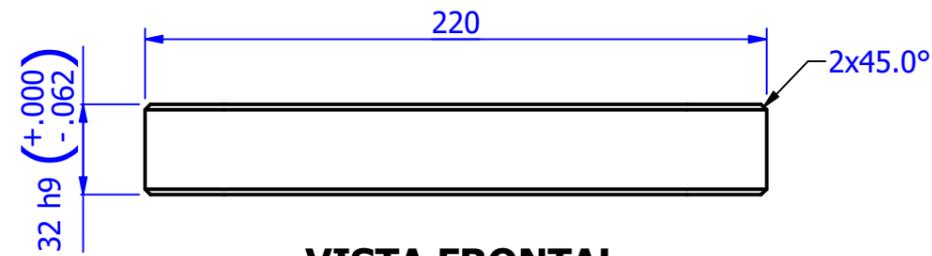
DETALLE E
1 : 5



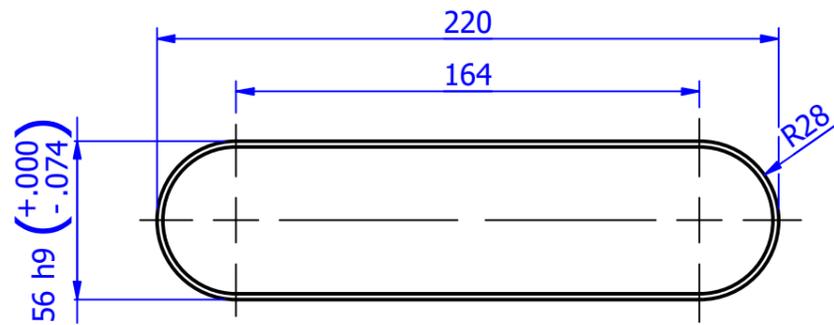
VISTA ISOMETRICA
1 : 15

- NOTAS GENERALES**
1. Todas las dimensiones en pulgadas.
 2. Material: Acero SAE 1045
 3. Forjado normalizado
 4. Dureza superficial: 170 / 210 HB
 5. Cantidad a fabricar: 2 unds.
 6. Masa aprox.: 2466.2 kg / und.
 7. Tolerancias en micras.

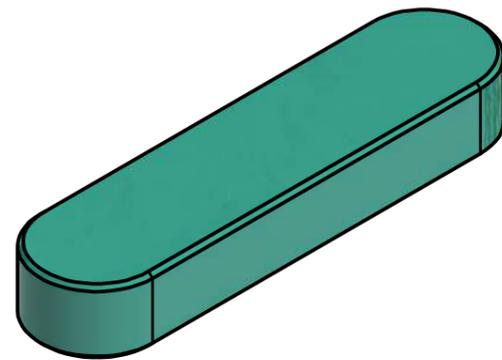
PROYECTADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO
BIENADO: Eder orbegoso	--/--/2021	TITULO: Eje de mando
REVISADO: AISJ	--/--/2021	CODIGO: SJ-T-LS-031
APROBADO: AISJ	--/--/2021	ESCALA A2
		HOJA 1 / 1
PRELIMINAR <input checked="" type="checkbox"/> PARA APROBACIÓN <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> NO APROBADO <input type="checkbox"/>		REV. 0



VISTA FRONTAL
1 : 2.5



VISTA SUPERIOR
1 : 2.5

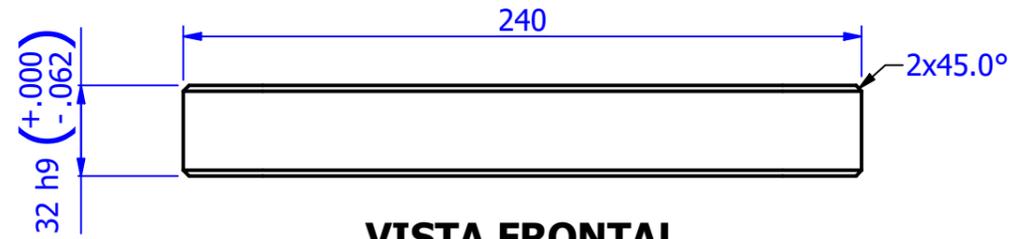


CHAVERA 32x56x220
VISTA ISOMETRICA
1 : 2.5

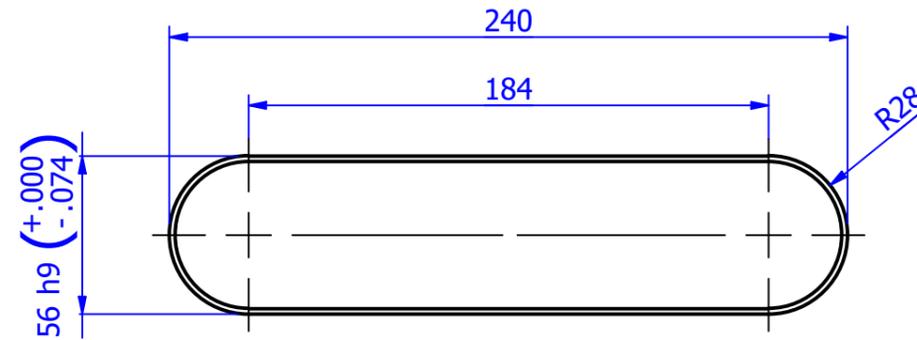
NOTAS GENERALES

1. Todas las dimensiones en milímetros.

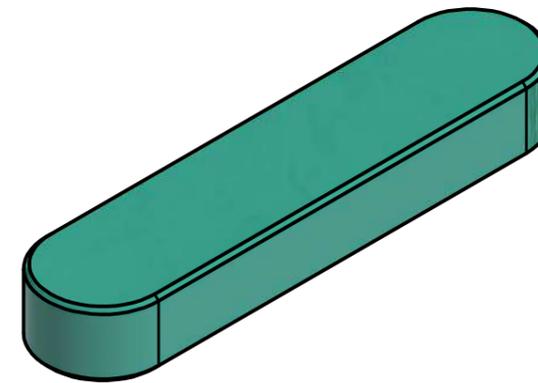
LISTA DE MATERIALES				
ITEM	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL	MASA
1	6	Chavera 32x56x220	SAE 1020	2.9
2	2	Chavera 32x56x240	SAE 1020	3.2 kg



VISTA FRONTAL
1 : 2.5

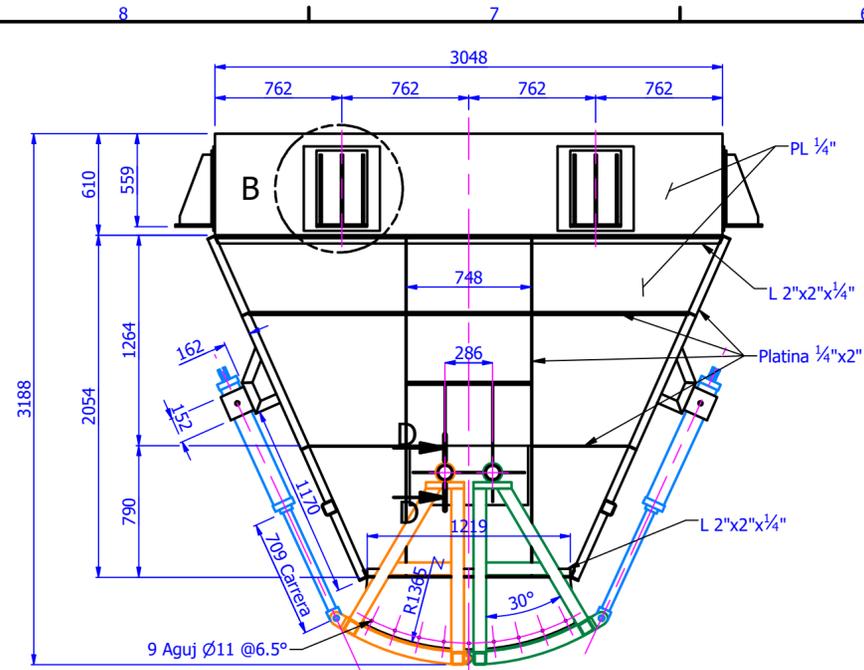


VISTA SUPERIOR
1 : 2.5

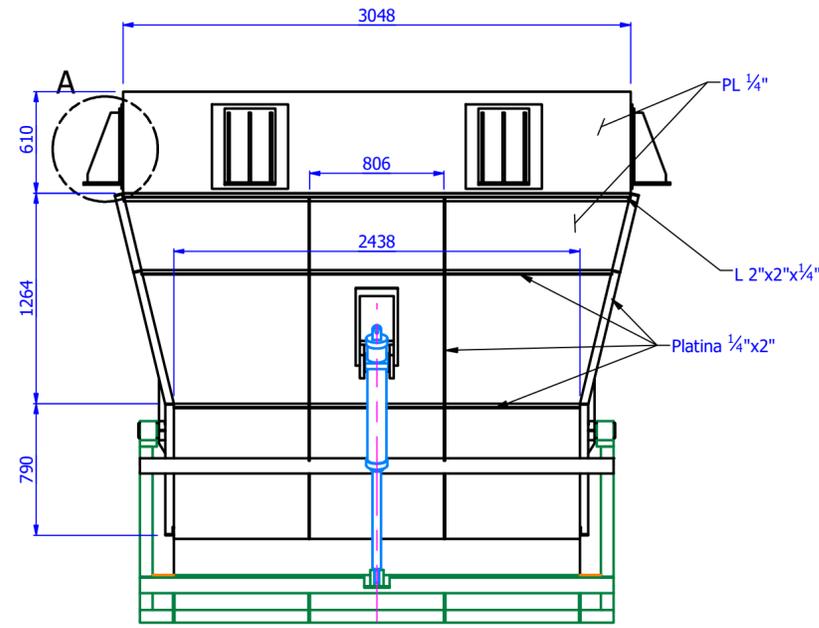


CHAVERA 32x56x240
VISTA ISOMETRICA
1 : 2.5

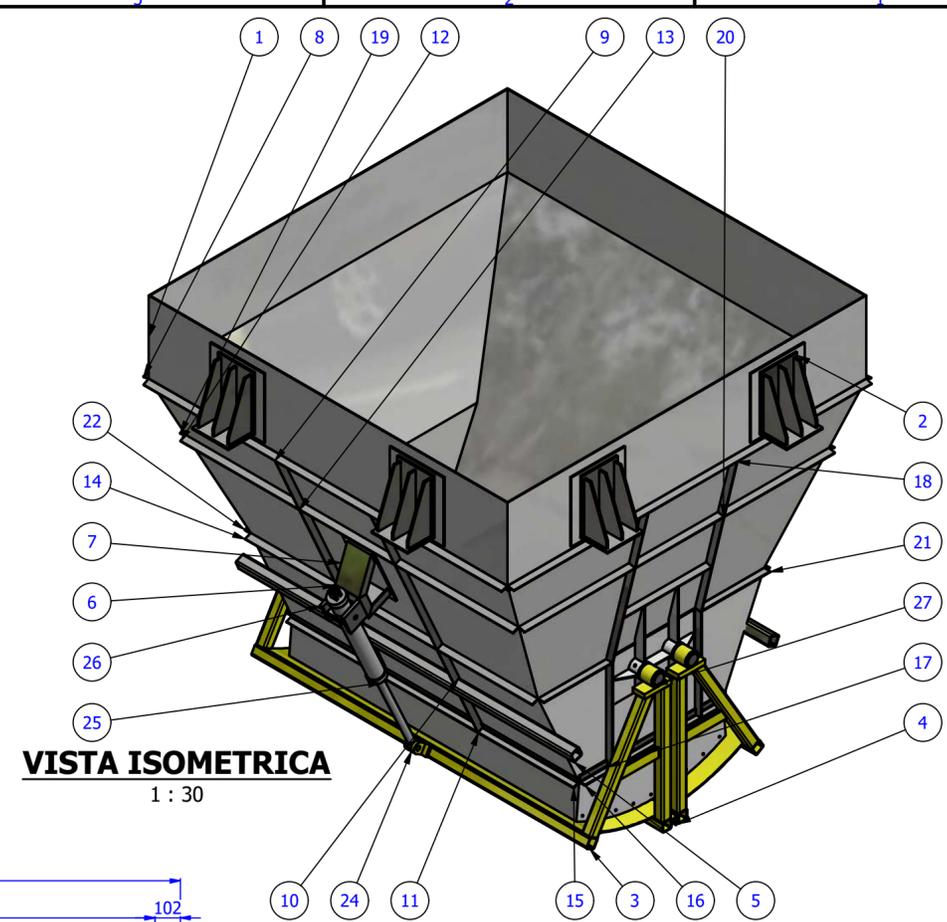
PROYECTADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO								
DISEÑADO: Eder Orbegoso	--/--/2021									
REVISADO: AISJ	--/--/2021	TITULO: CHAVETAS								
APROBADO: AISJ	--/--/2021	CODIGO: SJ-T-LS-032								
	PRELIMINAR	<table border="1"> <tr> <td>A3</td> <td>ESCALA</td> <td>HOJA</td> <td>REV.</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>1 / 1</td> <td></td> </tr> </table>	A3	ESCALA	HOJA	REV.			1 / 1	
	A3		ESCALA	HOJA	REV.					
				1 / 1						
PARA APROBACIÓN	X									
APROBADO										
NO APROBADO										



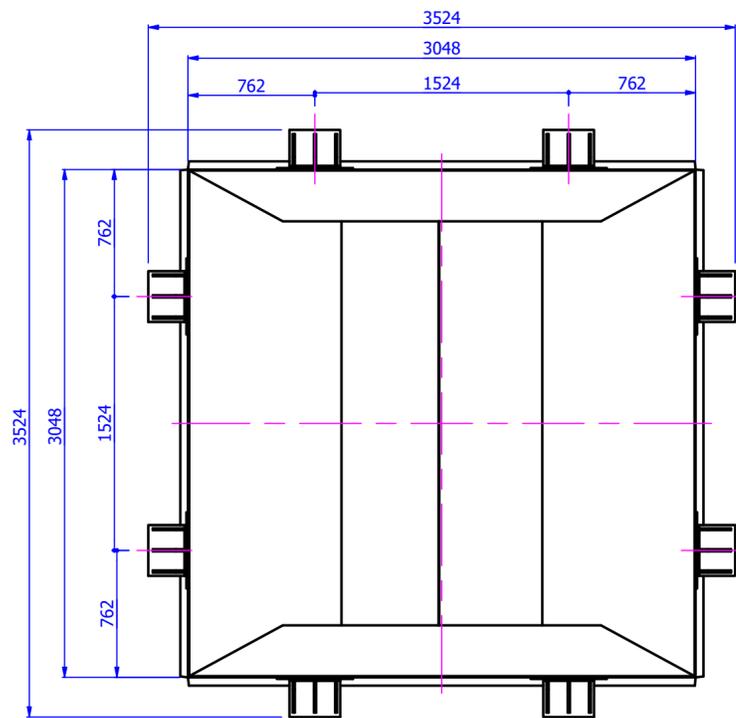
VISTA FRONTAL
1 : 30



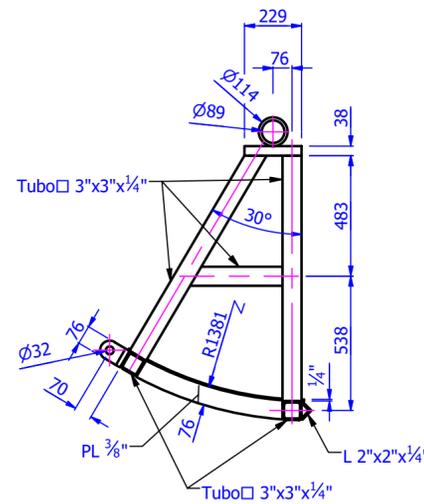
VISTA LATERAL
1 : 30



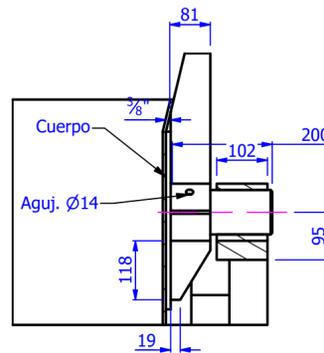
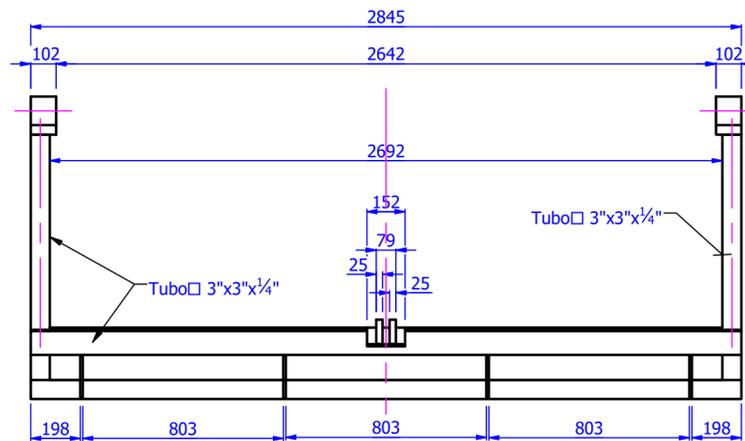
VISTA ISOMETRICA
1 : 30



VISTA DE PLANTA
1 : 30



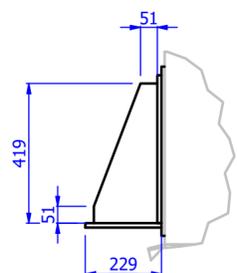
COMPUERTA MACHO
1 : 20



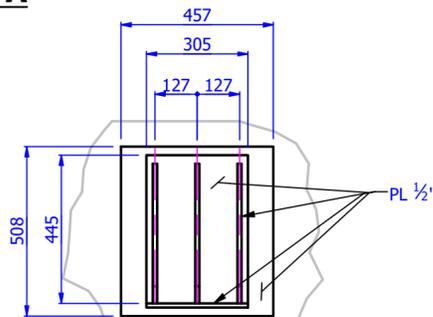
SECCION D-D
1 : 10

NOTAS GENERALES

1. Todas las dimensiones en milímetros, excepto indicadas.
2. Mas aproximada sin carga: 2.9 Ton.
3. Mas aproximada con carga: 27.7 Ton.
4. Capacidad: 16 m³



DETALLE A
1 : 15



DETALLE B
1 : 15

LISTA DE MATERIALES				
ITEM	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL	MASA
1	1	Cuerpo Tolva	ASTM A36	1731.4 kg
2	8	Cartela de Soporte de Tolva	ASTM A36	36.6 kg
3	1	Compuerta hembra	ASTM A36	284.1 kg
4	1	Compuerta Macho	ASTM A36	279.3 kg
5	2	Tubo Cuadrado 3x3x1/4 - 112	ASTM A36	37.3 kg
6	4	C 8 x 11.5 - 203mm	ASTM A36	20.8 kg
7	2	C 8 x 11.5 - 288mm	ASTM A36	4.5 kg
8	4	L 2 x 2 x 1/4 - 3048mm	ASTM A36	14.5 kg
9	4	Platina 2x1/4 - 1383mm	ASTM A36	3.5 kg
10	4	Platina 2x1/4 - 356mm	ASTM A36	.9 kg
11	4	Platina 2x1/4 - 435mm	ASTM A36	1.1 kg
12	4	Platina 2x1/4 - 1005mm	ASTM A36	2.5 kg
13	2	Platina 2x1/4 - 813mm	ASTM A36	2.0 kg
14	2	Platina 2x1/4 - 2438mm	ASTM A36	6.2 kg
15	2	L 2 x 2 x 1/4 - 2438mm	ASTM A36	11.7 kg
16	2	L 2 x 2 x 1/4 - 1219mm	ASTM A36	5.8 kg
17	4	Platina 2x1/4 - 790mm	ASTM A36	2.0 kg
18	4	Platina 2x1/4 - 1295mm	ASTM A36	3.3 kg
19	4	Platina 2x1/4 - 37.015mm	ASTM A36	2.4 kg
20	4	Platina 2x1/4 - 940mm	ASTM A36	1.9 kg
21	2	Platina 2x1/4 - 584mm	ASTM A36	1.5 kg
22	1	Platina 2x1/4 - 579mm	ASTM A36	1.5 kg
23	1	AISC - 2x1/4 - 582mm	ASTM A36	1.5 kg
24	2	Vastago 1		2.0 kg
25	2	Cilindro 1		3.0 kg
26	4	PL 6 x 6 x1	ASTM A36	4.5 kg
27	4	PIN de Compuertas	ASTM A36	9.6 kg

PROYECTADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	PROYECTO: SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO
DISEÑADO: Eder Orbegoso	--/--/2021	TITULO: TOLVA DE ALMACENAMIENTO
REVISADO: AISJ	--/--/2021	CODIGO: SJ-T-LS-034
APROBADO: AISJ	--/--/2021	ESCALA A2
		HOJA 1 / 1
PRELIMINAR <input checked="" type="checkbox"/> PARA APROBACIÓN <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> NO APROBADO <input type="checkbox"/>		REV.

IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO PARA REDUCIR EL CONSUMO DE AGUA EN LA EMPRESA AGROINDUSTRIAL SAN JACINTO S.A.A

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	1%
3	www.buenastareas.com Fuente de Internet	<1%
4	docplayer.es Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1%
8	bibliotecas.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1%

9	repositorio.ucv.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %
10	red.uao.edu.co	Fuente de Internet	<1 %
11	tesis.ucsm.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %
12	bibdigital.epn.edu.ec	Fuente de Internet	<1 %
13	biblioteca.usac.edu.gt	Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.uladech.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to tec	Trabajo del estudiante	<1 %
16	repositorio.uancv.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.uwiener.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %
18	documents.mx	Fuente de Internet	<1 %
19	idoc.pub	Fuente de Internet	<1 %
20	Submitted to Universidad Continental	Trabajo del estudiante	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo



Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: Eder Carlos Orbegoso Laureano
Assignment title: IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO PARA...
Submission title: IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE LIMPIEZA EN SECO PARA...
File name: IFT_-_ORBEGOSO_LAUREANO_compressed_3_-_copia.pdf
File size: 1.75M
Page count: 111
Word count: 17,211
Character count: 90,138
Submission date: 19-Oct-2021 11:15AM (UTC-0500)
Submission ID: 1678186696

