



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería Eléctrica

**DISEÑO, ANÁLISIS Y CÁLCULO DE LA
INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UNA
BODEGA DE VINO**

Autor:

Estébanez Román, Mario

Tutor:

Muñoz Cano, Manuel

Dpto. de Ingeniería Eléctrica

Valladolid, junio de 2025.

RESUMEN:

El presente Trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo el diseño, estudio y análisis de la instalación eléctrica para una bodega productora de vino en la localidad vallisoletana de Serrada.

Para ello hemos definido los tipos de producto que se fabricarán en dicha instalación, así como su origen, materia prima utilizada, proceso productivo necesario para la obtención del producto final y maquinaria utilizada.

Una vez definidos los apartados anteriores se ha procedido a la asignación de una potencia estimada de cada punto de consumo y maquinaria implicada, para la posterior repartición de dichas cargas de la manera más eficiente posible y realizar los cálculos pertinentes.

La instalación se alimentará desde un punto de conexión a 13,2 kV situado en las proximidades de la instalación. Después se unirá este mediante una línea subterránea de Media Tensión a un Centro de Transformación propio, que contará con un transformador de una potencia de 1.600 kVA, y éste alimentará a la instalación de Baja Tensión que dará suministro eléctrico a los puntos de consumo de esta bodega.

PALABRAS CLAVE:

- Vino
- Media Tensión
- Baja Tensión
- Centro de Transformación
- Instalación Eléctrica

ABSTRACT:

The purpose of this Final Degree Project is to design, study, and analyze the electrical installation for a winery located in the town of Serrada, in the Valladolid region of Spain.

To this end, we have defined the types of products that will be manufactured in this facility, as well as their origin, raw materials used, the production process required to obtain the final product, and the machinery used.

Once the previous sections were defined, we proceeded to assign an estimated power to each consumption point and the machinery involved, in order to subsequently distribute these loads as efficiently as possible and to do the relevant calculations.

The installation will be powered from a 13.2 kV connection point located near the facility. This will then be connected via an underground medium-voltage line to a 1600 kVA transformer station on the facility's premises, which will feed the low-voltage installation that will provide electricity to the winery's consumption points.

KEYWORDS:

- Wine
- Medium Voltage
- Low Voltage
- Transformer Center
- Electrical Installation

ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	10
2.	MEMORIA DESCRIPTIVA	21
3.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS:.....	115
4.	PRESUPUESTO Y MEDICIONES.....	157
5.	CONCLUSIONES.....	169
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	174
7.	AGRADECIMIENTOS.....	184
8.	ANEXOS.....	DOCUMENTO EXTERNO



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 INTRODUCCIÓN:

El vino, bebida milenaria conocida por cualquier persona independientemente del lugar en el que te encuentres, es una de las bebidas más consumidas en el mundo hoy en día, llegando alcanzar niveles de una media de 20 litros consumidos por persona en España según el Observatorio Español del Mercado del Vino (OEMV).

En cuanto a la producción de vino, España se sitúa además en el podio de los mayores productores y consumidores de vino en el mundo, ocupando la tercera plaza de este ranking con una producción estimada de 33,6 millones de hectolitros de vino producidos en 2024, según la Organización Internacional de la Viña y el Vino.

A pesar de estos datos, y de ser uno de los países punteros en la producción de esta milenaria bebida, es poca la gente que de verdad conoce el proceso de elaboración que se lleva a cabo desde que se recolecta la uva hasta que finalmente se convierte en esta deliciosa bebida, y aún más importante y si cabe resaltar más desconocido, es el lugar donde se elabora, las bodegas.

España cuenta hoy en día con cerca de 4.000 bodegas productoras de todo tipo de vino, situándose mayoritariamente éstas en las comunidades autónomas de Cataluña, Castilla y León y Galicia según el OEMV, debido a su gran extensión de terreno y sus buenas condiciones climáticas, ideales para el cultivo de la vid.

Es precisamente en Castilla y León donde se situará la bodega objeto de este proyecto.

1.2 OBJETIVOS:

Es por los motivos del apartado anterior que me he decidido a tratar este tema en mi trabajo de fin de grado.

El trabajo de fin de grado presente tiene por objetivo explicar el proceso productivo del vino en España, concretamente del vino blanco y el vino tinto, de principio a fin, así como la especificación de la maquinaria que atraviesa durante este proceso y por supuesto el diseño y análisis del sistema eléctrico que alimentará esta bodega.

La mencionada bodega sobre la que se trabajará en este proyecto estará situada en el municipio vallisoletano de Serrada, en un terreno urbanizable de 120 x 75 metros aproximadamente, contando con una superficie aproximada de 9.000 m².

En el diseño de esta instalación nos centraremos en la red de distribución de baja tensión de esta edificación y en el centro de transformación que alimentará a la misma.

El centro de transformación estará situado dentro de las instalaciones de la bodega, contando con un transformador de aislamiento en seco de potencia aparente de 1.600 kVA y ocupando una superficie de 8 x 4 metros.

La red de distribución de baja tensión empezará en el Cuadro General de Distribución de Baja Tensión, desde donde partirán un total de 15 líneas para alimentar los diferentes subcuadros de la instalación.

Los mencionados subcuadros se situarán en las inmediaciones de las cargas con el objetivo de reducir las longitudes de los conductores y de esta manera las pérdidas eléctricas, y además estarán subdivididos aguas abajo de la instalación, con el objetivo de minimizar daños en caso de fallos en la instalación.

Todos los cuadros contarán con las protecciones pertinentes para proteger tanto a los usuarios de la instalación como a la propia instalación.

Cabe destacar que en el presente proyecto se priorizará el criterio económico, pero sin dejar de lado el criterio técnico, obteniendo un equilibrio entre los dos.

La instalación será catalogada como obra nueva.

La potencia activa total de la instalación será de 1.321,6 kW, de los cuales específicamente 50,4 kW estarán dedicados a consumo de alumbrado y 1.271,2 kW estarán dedicados al abastecimiento de los circuitos de potencia.

El presente proyecto contará con los siguientes documentos necesarios para la correcta elaboración del mismo, y en el siguiente orden:

- MEMORIA DESCRIPTIVA
- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS
- PRESUPUESTO Y MEDICIONES
- CONCLUSIONES
- BIBLIOGRAFÍA
- ANEXOS

En el documento de la memoria descriptiva, trataremos toda la instalación eléctrica.

Para ello, primeramente, será necesario definir con precisión el proceso productivo del vino, entrando en detalle sobre la materia prima, el orden de los diferentes procesos de fabricación y que tipos de vino se fabricarán. Seguidamente será necesario precisar que máquinas intervienen en cada proceso, y trasladar la potencia consumida por cada una de ellas a un listado de cargas, para su posterior organización en los diferentes subcuadros mencionados anteriormente, con el objetivo de realizar un correcto equilibrio de las cargas eléctricas de BT y evitando así la sobrecarga en alguno de los circuitos, atendiendo de esta manera a una correcta calidad, disposición y gestión de la energía eléctrica utilizada.

Posteriormente se procederá al correcto diseño del centro de transformación necesario para nuestra instalación y, por último, se procederá al diseño de la línea subterránea de Media Tensión que lo alimentará.

En cuanto al documento de Cálculos Justificativos, se detallarán los cálculos necesarios para los tres proyectos que aplican. Los resultados se mostrarán de manera ordenada al terminar el apartado, y serán realizados con el apoyo del software dmELECT.

En el siguiente documento, Presupuesto y Mediciones, se detallará con precisión una lista de materiales necesarios para la elaboración del presente proyecto, junto con un precio estimado de cada elemento, aportando al final un precio a la elaboración del proyecto.

En el apartado de las Conclusiones, extraeremos las más importantes y a destacar que hemos obtenido en la realización de este proyecto.

En cuanto a la Bibliografía, se detallarán los enlaces de las páginas web, documentos y artículos consultados para la elaboración de este proyecto, con el fin de aportar veracidad a la información mencionada.

Para finalizar, los Anexos contarán con los diferentes planos elaborados personalmente con ayuda del software AutoCAD referentes al presente proyecto y que puedan aportar información útil, así como los respectivos Pliegos de Condiciones y Estudios Básicos de Seguridad, Higiene y Salud en el Trabajo de cada instalación mencionada del proyecto.



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE DE LA MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1	ANTECEDENTES DEL PROYECTO:	21
2.2	ALCANCE DEL PROYECTO:	22
2.3	OBJETO DEL PROYECTO:	22
2.4	NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE	23
2.5	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO:	25
2.6	¿QUÉ ES EL VINO?:	26
2.6.1	ORIGENES DEL VINO:	27
2.7	TIPOS DE VINO:	29
2.8	MATERIA PRIMA DEL VINO:	31
2.9	PROCESO PRODUCTIVO DEL VINO:	36
2.9.1	PROCESO PRODUCTIVO DEL VINO BLANCO:	36
2.9.2	PROCESO PRODUCTIVO DEL VINO TINTO:	45
2.9.3	COMPARACIÓN DE LOS PROCESOS:	55
2.10	LINEAS DE FABRICACIÓN:	56
2.11	MAQUINARIA Y EQUIPOS DEL PROCESO	59
2.11.2	TABLA RESUMEN DE LA MAQUINARIA:	70
2.12	COMPLEJO INDUSTRIAL	70
2.13	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	74
2.13.1	LÍNEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSIÓN:	75
2.13.2	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:	76
2.13.3	INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN:	79
2.14	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	87
2.14.1	LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN	87
2.14.2	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	88
2.14.3	INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN:	90
2.15	CARGAS ELÉCTRICAS NECESARIAS	107
2.15.1	CARGAS DEL PROCESO PRODUCTIVO	107
2.15.2	CARGAS DE SERVICIOS AUXILIARES	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: imagen vía satélite de la parcela (Fuente: Google Maps).....	21
Figura 2: situación de la parcela vía satélite (Fuente: Google Earth).....	25
Figura 3: copas de vino blanco y tinto [3].....	26
Figura 4: vasija antigua para guardar vino [4]	27
Figura 5: indicios del vino en Egipto [5].....	28
Figura 6: Dionisio, dios griego del vino [5].....	28
Figura 7: monje de la Edad Media bebiendo vino [5]	28
Figura 8: vino tinto, rosado y blanco [7]	29
Figura 9: tipos de uva [16].....	32
Figura 10: proceso de vendimia a mano [24]	37
Figura 11: proceso de vendimia a máquina [24]	38
Figura 12: proceso recepción de la uva en la bodega [25]	39
Figura 13: proceso de prensado de la uva tinta [29].....	50
Figura 14: barricas para envejecimiento del vino [30].....	51
Figura 15: proceso de embotellado del vino [33].....	53
Figura 16: fases de producción del vino (Fuente: elaboración propia)	57
Figura 16-b: plano en planta de la instalación (Fuente: elaboración propia)	58
Figura 17: báscula puente de hormigón [38].....	59
Figura 18: sinfines rotativos [39].....	60
Figura 19: mesa vibratoria de selección [40]	60
Figura 20: despalladora industrial [41]	61
Figura 21: bomba peristáltica portátil [42].....	62
Figura 22: prensa hidráulica [43]	62
Figura 23: grupo de compresión industrial [44].....	63
Figura 24: depósitos unidad frigorífica [45].....	64
Figura 25: clarificador centrífugo [46].....	65
Figura 26: filtro de membrana horizontal [47]	65
Figura 27: llenadora automática [48]	66
Figura 28: taponadora automática [49]	67
Figura 29: etiquetadora rotativa [50].....	67
Figura 30: empaquetadora automática [51].....	68
Figura 31: enfardadora automática [52]	69
Figura 32: transformador de potencia de aislamiento en seco [53]	76
Figura 33: celdas de media tensión [54].....	77
Figuras 34 y 35: cables unipolares de 450/750 V y multiconductores de 0,6/1 kV [55] y [56].....	82
Figura 36: puesta a tierra de servicio y protección de un transformador [57]	83
Figura 37: boceto de la CGDBT (Fuente: elaboración propia).....	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: fermentación del vino blanco (Fuente: elaboración propia).....	41
Tabla 2: fermentación del vino tinto (Fuente: elaboración propia)	48
Tabla 3: comparativa de procesos productivos (Fuente: elaboración propia).....	55
Tabla 4: resumen de maquinaria utilizada (Fuente: elaboración propia)	70
Tabla 5: características del transformados (Fuente: elaboración propia)	91
Tabla 7: características de las líneas del CGDBT (Fuente: elaboración propia)	92
Tabla 8: líneas de los subcuadros de nivel 1 (Fuente: elaboración propia)	99
Tabla 9: consumos en ruta de los subcuadros de nivel 1 (Fuente: elaboración propia)	101
Tabla 10: líneas de los subcuadros de nivel 2 (Fuente: elaboración propia)	104
Tabla 11: consumos en ruta de los subcuadros de nivel 2 (Fuente: elaboración propia)	105
Tabla 12: consumos totales por circuito (Fuente: elaboración propia).....	105
Tabla 13: cargas eléctricas vino blanco (Fuente: elaboración propia).....	107
Tabla 14: cargas eléctricas vino tinto (Fuente: elaboración propia)	108

2. MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO:

Para comenzar el presente Trabajo de Fin de Grado del Grado en Ingeniería eléctrica, correspondiente al “DISEÑO, ANÁLISIS Y CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UNA BODEGA DE VINO” hay que especificar los antecedentes del proyecto.

La empresa promotora de dicho proyecto será INVERSIONES ROEST, S.L. con CIF B99965477, y domicilio social en Carretera Valdestillas, 9, 47231, Serrada (Valladolid).

La instalación recibe el nombre de “BODEGAS HERMANOS ESTÉBANEZ ROMÁN”, con domicilio en Avenida Portugal, 33, 47231, Serrada (Valladolid).

El proyecto se basará en el diseño de una instalación eléctrica en baja tensión de una bodega de vino en construcción en el término municipal de Serrada (Valladolid), con código postal 47231.

Será objeto de proyecto únicamente el diseño de la instalación eléctrica, compuesta por la red de distribución de baja tensión, el centro de transformación y la línea subterránea de media tensión que alimentará al mismo.

El proyecto será referido a una obra nueva, aplicando la normativa vigente en la actualidad.

La obra estará situada en una parcela de suelo urbanizable del término municipal de Serrada.



Figura 1: imagen vía satélite de la parcela (Fuente: Google Maps)

2.2 ALCANCE DEL PROYECTO:

El alcance del presente proyecto será el diseño, análisis y cálculo de la instalación eléctrica de la instalación “BODEGAS HERMANOS ESTÉBANEZ ROMÁN, S.L.”, con todos los documentos correspondientes.

Serán objeto de proyecto el diseño, análisis y cálculo de las mencionadas partes de la instalación eléctrica:

- LÍNEA DE MT QUE CONECTARÁ EL CT CON EL PUNTO DE CONEXIÓN
- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN QUE ALIMENTA A LA INSTALACIÓN
- RED DE DISTRIBUCIÓN DE BAJA TENSIÓN DE LA PRESENTE INSTALACIÓN.

No será objeto de proyecto el diseño estructural de la misma, así como la edificación y todo lo que ello conlleva.

Únicamente será objeto de este proyecto la instalación eléctrica mencionada anteriormente.

2.3 OBJETO DEL PROYECTO:

El objeto de este proyecto es el de exponer ante los Organismos competentes que la instalación mencionada reúne los requisitos y garantías mínimas exigidas por la normativa vigente actual que concierne a este proyecto, con la finalidad de recibir las Autorizaciones Administrativas y Permisos de Ejecución, así como servir de base de la ejecución de dicha obra.

2.4 NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE

- ❖ Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- ❖ Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- ❖ Normas particulares y de normalización de la Compañía suministradora de energía eléctrica.
- ❖ Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- ❖ Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias ITC-BT 01 a 52. (Actualización 9 de enero de 2020).
- ❖ RD 314/2006 del Ministerio de Vivienda (BOE 28/3/2006). CTE HE 3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.
- ❖ REGLAMENTO (UE) 2019/1781 DE LA COMISIÓN, de 1 de octubre de 2019, por el que se establecen requisitos de diseño ecológico para los motores eléctricos y los variadores de velocidad.
- ❖ Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de riesgos laborales.
- ❖ Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- ❖ Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- ❖ Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- ❖ Real Decreto 317/2006, de 17 de marzo. Código Técnico de la edificación.

- ❖ Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- ❖ Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- ❖ UNE-EN 60076-1: Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
- ❖ UNE-EN 60076-5: Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud para soportar cortocircuitos.
- ❖ UNE-EN 60076-10: Transformadores de potencia. Parte 10: Determinación de los niveles de ruido.
- ❖ UNE 21428-1: Transformadores trifásicos sumergidos en aceite, para distribución en Baja Tensión de 50 a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos Generales.
- ❖ REGLAMENTO (UE) No 548/2014 DE LA COMISIÓN, de 21 de mayo de 2014, por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes.
- ❖ UNE-EN 50588-1: Transformadores de media potencia a 50Hz, con tensión más elevada para el material no superior a 36kV. Parte 1: Requisitos Generales
- ❖ UNE-EN 61099: Líquidos aislantes. Especificaciones para ésteres orgánicos sintéticos nuevos para uso eléctrico.
- ❖ UNE-EN IEC 60296:2021 Fluidos para aplicaciones electrotécnicas. Aceites minerales aislantes para equipos eléctricos.
- ❖ UNE 207019 IN: Modelo único de protocolo de ensayos individuales para transformadores de distribución MT/BT.
- ❖ GUÍA RAT 07. Edición: Diciembre 2021 – Revisión: 2. Guía técnica de aplicación – Transformadores y autotransformadores de potencia. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

2.5 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO:

La bodega donde se llevará a cabo la instalación eléctrica estará situada en la parcela “4114404UL4941S”, con referencia catastral: “4114404UL4941S0001FF”, colindante con la Avenida Portugal, 33 (B), 47231, Serrada (Valladolid), con centro geométrico en las coordenadas:

UTM EDRS89: 30T, X: 343952,52 m E, Y: 4591320,02 m N

Además, la parcela cuenta con unas dimensiones aproximadas de 120 x 75 metros y una superficie total según la Sede Electrónica del Catastro de 9227 m²



Figura 2: situación de la parcela vía satélite (Fuente: Google Earth)

2.6 ¿QUÉ ES EL VINO?:

Para empezar, el vino es una bebida alcohólica muy popular a lo largo de la historia, con cerca de 6.000 años de antigüedad, que, según estudios realizados y hallazgos recientes, sitúan y datan de su invención en la zona del Cáucaso Sur y Mesopotamia, en la zona perteneciente a las actuales Georgia, Armenia, así como también en la zona de la actual Irán.

Como ya hemos mencionado antes, esta bebida es una bebida alcohólica, esta se obtiene a partir del jugo exprimido de las uvas maduras mediante un proceso de fermentación, mediante el cual se transforman los azúcares presentes en dicho jugo en alcohol etílico y dióxido de carbono, dando lugar a esta deliciosa bebida con un aroma complejo que puede recordar desde a fruta hasta tonos florales.



Figura 3: copas de vino blanco y tinto [3]

A pesar de ser una bebida más obtenida por fermentación, esta tiene una peculiaridad, ya que es de las pocas bebidas obtenidas por este método a la cual no se le debe añadir almidones y azúcares externos para obtenerla, sino que se utiliza única y exclusivamente los propios azúcares presentes en el propio jugo de la uva, llamado comúnmente mosto.

Además cabe resaltar como detalle que el hecho de que el vino sea una bebida con tanta antigüedad ha provocado que esta famosa bebida adquiriera una gran diversidad a lo largo del tiempo, ya que factores como el tipo de uva, el propio clima, el proceso de vinificación del mosto, las prácticas y métodos de cultivo, el tiempo de crianza e incluso detalles menos obvios como el tipo de suelo donde se cultive, influyen en detalles tales como su color, sabor, textura e

incluso en su aroma, dando lugar a una gran variedad cultural provocada por un producto tan simple pero a la vez versátil como es el vino.

2.6.1 ORIGENES DEL VINO:

Dicho producto muestra sus primeros indicios de existencia entre las regiones del Cáucaso Sur y la antigua Mesopotamia entre los años 6.000 a 4.000 a.C. Encontrándose hallazgos de pequeñas vasijas fabricadas con materiales cerámicos y con sellos herméticos bastante avanzados para la época con restos de vinos muy primitivos de elaboración muy básica, nada que ver con el vino que conocemos hoy en día, pero, al fin y al cabo, con restos de vino.



Figura 4: vasija antigua para guardar vino [4]

Se tiene constancia de la utilización de esta bebida en las culturas antiguas, como la egipcia, la griega y la romana, encontrando evidencias del cultivo de la uva y de la elaboración de vino en las 3 civilizaciones.

Además, esta bebida ha estado ligada a prácticas sociales, costumbres cotidianas e incluso rituales religiosos en estas diferentes culturas a pesar de su diferencia cronológica, encontrando evidencias de que por ejemplo en la sociedad egipcia, se realizaban ceremonias religiosas en las cuales se les ofrecía vino a los dioses, así como en actos fúnebres también.



Figura 5: indicios del vino en Egipto [5]

En las civilizaciones griega y romana, por ejemplo, tenemos constancia de la importancia de dicha bebida, hasta tal punto que sabemos, a día de hoy, que ambas culturas “endiosaron” dicha bebida, llegando incluso a creer en un dios del vino, llamado Dionisio en la antigua Grecia, o Baco para la cultura romana.



Figura 6: Dionisio, dios griego del vino [5]

Además, se sabe que dicha bebida no existiría en la actualidad si no fuera gracias a los monjes, los cuales después de la caída del Imperio Romano, periodo donde la pobreza asoló la civilización, conservaron y perfeccionaron las técnicas de elaboración del vino, conservándolas y mejorándolas hasta el día de hoy.

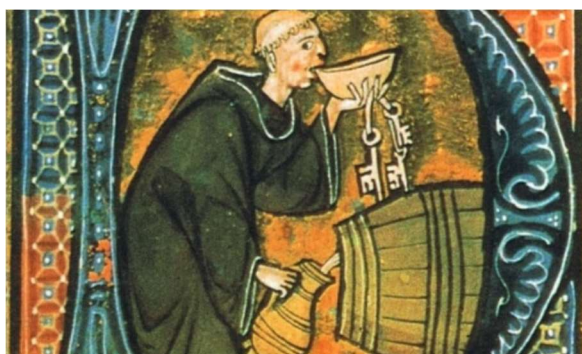


Figura 7: monje de la Edad Media bebiendo vino [5]

2.7 TIPOS DE VINO:

Como se ha mencionado en el apartado anterior, el vino posee una gran diversidad de variantes, las cuales tienen la misma base, el mosto proveniente de la uva, pero una gran variedad de características que los hacen diferenciarse los unos de los otros, dando lugar a los diferentes tipos de vino que conocemos hoy en día.

Se pueden clasificar según diversos criterios:

1. SEGÚN SU COLOR:

- **Vino Tinto:** su característico color granate es el resultado de su elaboración con uvas tintas maceradas con la piel de las mismas.
- **Vino Blanco:** tiene un color verde amarillento muy cristalino. Se produce con uvas blancas sin maceración con la piel.
- **Vino Rosado:** como su nombre indica, es de color rosa pálido y es el resultado de la fermentación de las uvas blancas con la maceración con la piel de las uvas tintas.



Figura 8: vino tinto, rosado y blanco [7]

2. SEGÚN SU CONTENIDO EN AZÚCAR:

- **Vino Seco:** con muy bajo contenido en azúcar, lo que le otorga un carácter fuerte.
- **Vino Semi dulce:** con un contenido intermedio de azúcar, lo que le otorga un sabor más suave, agradable y para todos los paladares.
- **Vino Dulce:** es un vino con alto contenido en azúcar, lo que le aporta un sabor muy agradable para todos los públicos.

3. SEGÚN SU CRIANZA:

- **Vino Joven:** con un paso breve por bodega, lo que acorta su tiempo de elaboración. Es el vino más asequible.
- **Vino Crianza:** este tipo de vino sufre un proceso de reposo en de al menos dos años, de los cuales deberá pasar al menos seis meses dentro de una bodega para adquirir ciertos sabores proporcionados por la madera de la misma.
- **Vino Reserva:** para que un vino pertenezca a esta categoría, este debe haber envejecido tres años, de los cuales debe haber pasado uno de ellos en bodega.
- **Vino Gran Reserva:** estos vinos representan la mejor calidad posible, habiendo envejecido durante un mínimo de cinco años, de los cuales debe haber pasado al menos dos en bodega.

Estos son solo algunos de los criterios para clasificar el vino. Como se puede apreciar, las características físicas influyen en su clasificación al igual que su precio de venta.

Como aporte a este apartado, quiero especificar que la bodega objeto de este proyecto solamente fabricará vino tinto y vino blanco.

2.8 MATERIA PRIMA DEL VINO:

Para la fabricación del vino, es necesario contar con una materia prima muy específica sin la cual no sería posible su elaboración. Cabe destacar que no en todos los vinos que se fabrican son necesarios todos los productos utilizados, pero en general, son productos esenciales en la gran mayoría de los procesos de producción del vino.

A continuación, hablaremos de los más esenciales:

Uva

Es la base principal del vino, sin esta rica fruta de secano, proveniente de la vid, y cosechada entre finales del mes de agosto y todo el mes de septiembre (dependiendo de la variedad) no se concibe el concepto del vino.

Esta fruta es rica en azúcares, lo cual hace posible el proceso de fermentación del vino transformando los mismos en alcohol. Además, cuenta con otros elementos como son los ácidos, compuestos aromáticos y los taninos, los cuales son compuestos astringentes localizados en la piel y en las semillas de la uva, con capacidad de precipitar proteínas y cuya función es aportar cuerpo en el vino, así como astringencia, es decir, una sensación de sequedad y aspereza en la boca, con tonos amargos, cuya sensación es muy característica del vino.

Además, hoy en día, existe gran variedad de tipos de uva, cada una con unas características propias y diferentes. A continuación, se exponen las más famosas:

- **Uvas Tintas:** este tipo de uva se caracteriza principalmente por su color, morado o rojizo, y son las utilizadas en vinos tintos. Cabe destacar que la pulpa de estas uvas es incolora, y que su color se lo aporta su piel, la cual tiene altos contenidos en antocianos, compuesto químico que le aporta ese color.

Tienen alto contenido en taninos y poseen una baja acidez.

Las variedades más conocidas en España son por ejemplo el “Tempranillo”, variedad que se da principalmente en la zona de la Ribera del Duero, La Rioja y Castilla La Mancha, o la variedad “Garnacha

Tinta”, natural principalmente de las zonas de Aragón, Navarra y Cataluña.

- **Uvas Blancas:** esta variedad es la contraparte de la uva tinta. Su color natural es el verde amarillento, y estas se utilizan como su nombre indica, para elaborar el vino blanco. Curiosamente al igual que pasa con las uvas tintas, la pulpa de estas uvas también es incolora, y hay que destacar que una diferencia que tienen respecto a las uvas tintas es que las uvas blancas no tienen antocianos, responsables del color de las uvas tintas, provocando así el color verdoso de esta variedad.

Además, esta variedad de uva tiene bajo contenido en taninos, y también, contiene un grado de acidez más elevado.

Las variedades más conocidas de este tipo de uva son por ejemplo la variedad “Verdejo”, natural de la zona del municipio de Rueda, en Castilla y León, o una variedad muy famosa por su vino y que le da nombre al mismo, la variedad “Pedro Ximenez” natural de la zona de Andalucía.



Figura 9: tipos de uva [16]

Levaduras

Otro ingrediente fundamental en la elaboración del vino son las levaduras. Estos microorganismos son los principales responsables de transformar los azúcares de la uva, ya sean naturales o añadidos, en alcohol y dióxido de carbono, proceso al cual llamamos “fermentación” y del cual hablaremos más adelante en este proyecto.

Hay que destacar principalmente dos tipos de levaduras que influyen en el proceso de elaboración de esta bebida:

- **Levaduras autóctonas:** son las que viven de forma natural en la propia piel de la uva y en la propia bodega donde se fabrica el vino. Para algunas variedades de vino son suficientes.
- **Levaduras seleccionadas:** se añaden intencionadamente durante el proceso de fabricación del vino en algunas ocasiones y a unos tipos de vino concretamente para asegurar una fermentación más controlada y predecible.

Esta sustancia es fundamental a la hora de fabricar cualquier tipo de vino ya que sin la presencia de levaduras no sería posible el proceso de fermentación y por lo tanto no se podría producir el alcohol naturalmente, y como consecuencia de esto, no existiría el vino.

Anhídrido Sulfuroso

Es un compuesto químico, cuya composición es SO_2 , y este también es fundamental en la elaboración del vino a nivel industrial.

Este compuesto es incoloro, muy soluble en agua, o en este caso, en el mosto de la uva y se puede presentar de tres formas:

- **Gas puro (incoloro)**
- **En forma de sales (como metabisulfito de sodio o de potasio)**
- **Soluciones líquidas de SO_2**

Cuando este compuesto se disuelve en el vino, este se transforma en diferentes formas químicas que interactúan con microorganismos, oxígeno y otras sustancias del vino.

Sus funciones principales en el proceso de elaboración son:

- ✓ **Antiséptica:** eliminando los microorganismos no deseados, así como ciertas levaduras que podrían estropear el vino.
- ✓ **Antioxidante:** evitan el proceso de oxidación del vino, evitando así que adquieran un color marrón y unos sabores y aromas no deseados.
- ✓ **Estabilizante:** ayudando a mantener el vino estable en botella durante el transporte y almacenamiento.
- ✓ **Conservante:** ayuda a prolongar la vida útil del vino.

Para terminar, cabe resaltar que la utilización de este producto en la fabricación del vino es totalmente legal, pero está regulada por la Unión Europea, estableciendo los siguientes límites máximos:

- **Vino Tinto: 150 mg/L**
- **Vino Blanco o Rosado: 200 mg/L**
- **Vino Dulce: 400 mg/L**

Azúcar

Llegamos al primer compuesto opcional utilizado en la fabricación del vino. El principal azúcar que se utiliza en la elaboración de este producto es la “sacarosa”, aunque también es común ver la utilización de mostos concentrados para equilibrar estos niveles de azúcar en el vino.

El proceso de añadir azúcar al mosto durante la elaboración del vino recibe el nombre de “chaptalización”, y es más común verlo en zonas donde debido al clima frío, la uva no alcanza la suficiente madurez, y por lo tanto no alcanza los suficientes niveles de azúcar durante su crecimiento.

Este proceso está totalmente regulado por la legislación enológica de cada país, y a pesar de que es legal, se suele utilizar como último recurso debido a que le resta calidad al vino, ya que es más preciada la uva que adquiere esos niveles de madurez de forma natural.

Clarificantes

Seguimos con otro de los compuestos “opcionales” en el proceso productivo. Si bien es verdad que su utilización no es obligatoria a la hora de producir el vino, es muy favorable su utilización ya que le aporta unas propiedades estéticas muy favorables de cara a la presentación y al sabor de este.

El fundamento de la utilización de estos compuestos es el de eliminar partículas en suspensión en el mosto durante su tratamiento, como pueden ser por ejemplo restos de fangos y proteínas en suspensión. Se puede decir que se utilizan los clarificantes a modo de “decantador natural”.

Algunos de los clarificantes más utilizados en esta industria son:

- **Bentonina:** es un tipo de arcilla natural, utilizada como clarificante natural en los vinos blancos para eliminar las proteínas en suspensión.
- **Clara de huevo:** aunque hoy en día es mucho menos común su utilización, tradicionalmente se utilizaba sobre todo en vinos tintos para eliminar los taninos más fuertes.
- **Gelatina o caseína:** este compuesto animal o vegetal es utilizado en algunos casos, dependiendo del proceso productivo utilizado en cada bodega.
- **Carbón activo:** debido a sus propiedades extremadamente porosas, es utilizado para retener los elementos en suspensión no deseados más grandes.

2.9 PROCESO PRODUCTIVO DEL VINO:

En este apartado de la memoria descriptiva del proceso trataremos el tema del proceso productivo del vino, desde la recolección de la uva, hasta el empaquetado de las propias botellas listas para su consumo, es decir, de principio a fin.

Cabe destacar que, como mencionamos anteriormente, en la bodega objeto de proyecto únicamente se tratará la fabricación de vinos blancos y tintos, dejando fuera de este proyecto el resto de las variedades mencionadas a modo de cultura general.

A pesar de ser muy parecidos, estos dos procesos tienen fases diferentes, las cuales vamos a explicar a continuación.

2.9.1 PROCESO PRODUCTIVO DEL VINO BLANCO:

Para empezar, este proceso productivo constará de 12 fases, las cuales vamos a explicar detalladamente y en orden de elaboración:

1. Vendimia

Este es el primer paso del proceso productivo. Este proceso tiene lugar anualmente, desde mitad del mes de agosto hasta finales del mes de septiembre, dependiendo de la variedad de uva.

Su objetivo es el de recolectar las uvas blancas sanas, con la madurez adecuada, para obtener un mosto de calidad, evitando además la oxidación de este o procesos de fermentación precoces en el mosto.

Es extremadamente importante la integridad total de las uvas recolectadas ya que recordemos que la uva blanca no debe tener contacto con las pieles que la recubren durante el proceso de fermentación, para así evitar oxidaciones y facilitar la extracción de compuestos no deseados.

Para poder realizar este proceso, se deben cumplir unas características específicas en la uva, que son las siguientes:

- **Azúcares:** debe estar entre 20 y 22 grados en la escala Brix.
- **Acidez total:** debe contener entre 6 y 8 g/L de ácido tartárico.
- **pH:** el mosto de esta uva debe tener un pH aproximado de entre 3.0 y 3.3.

Este proceso se puede realizar de dos maneras, de forma manual o de forma mecanizada, pero cada una con unos horarios diferentes y con unas características diferentes:

- **Vendimia Manual:** se realiza de día ya que es un proceso selectivo y se necesita luz natural para facilitar la visión durante el proceso. Este método es más lento, pero tiene la ventaja de que se posibilita una selección más exhaustiva de los racimos recolectados.

Estos se recolectan en cajas de 10 a 20 kg. Se utiliza principalmente en viñedos de tipo “vaso”, ya que se imposibilita la utilización de maquinaria de recolección. Es posible que se corra el riesgo de que se oxide el mosto de la uva y el vino pierda calidad.



Figura 10: proceso de vendimia a mano [24]

- **Vendimia Mecanizada:** se suele realizar durante la noche, ya que en este caso se sustituye la mano de obra humana por unos vehículos llamados “vendimiadoras” que pasan por encima de la propia vid, agitándola y haciendo de esta manera que los racimos se desprendan de la planta, para posteriormente ser transportado a unos depósitos abatibles que tiene la maquina en su parte superior, facilitando su posterior descarga en una bañera para su transporte.

Este tipo de vendimia es la más utilizada a día de hoy por su mayor rapidez y eficiencia, ya que es posible vendimiar la misma cantidad de

terreno, en condiciones mejores, sin calor, con menos mano de obra y en una cantidad de tiempo infinitamente menor.

Se suele utilizar en viñedos de tipo “espaldera”, donde la vid ha crecido entre unos alambres guía que la imposibilitan crecer hacia los lados, y únicamente la dejan crecer hacia arriba, para que la máquina pueda pasar sin causar daños a la hora de la recolección.



Figura 11: proceso de vendimia a máquina [24]

Después de este proceso de recolección, la vendimia termina con el transporte de la uva en remolques isotérmicos, coloquialmente llamados “bañeras” hacia la bodega de destino donde se elaborará el vino.

Es realmente importante que este proceso sea lo más rápido posible ya que se necesita que la uva no supere los 20 °C de temperatura para evitar que disminuya su calidad.

2. Recepción, selección y descarga

Una vez la uva llega a la bodega, previamente se debe pesar en una báscula especial para grandes pesos que posee la bodega sin descargar aún de la bañera.

Si se cumple el peso acordado de entrega pactado anteriormente con la bodega por el cliente, se procede a tomar un muestreo de dicha uva para comprobar que todos los factores mencionados anteriormente cumplen los requisitos establecidos para la elaboración del vino.

Una vez todas las comprobaciones están en orden, se procede a la descarga en las tolvas, que son unos sinfines rotativos que empujan la uva hasta dentro de las instalaciones de la bodega.



Figura 12: proceso recepción de la uva en la bodega [25]

3. Despalillado y estrujado

Una vez la uva está dentro de la bodega, se procede primero al proceso de despalillado y después al de estrujado, en este orden.

El despalillado consiste en separar los posibles raspones que hayan quedado adheridos a la uva con el propósito de evitar el verdor del vino y el exceso de taninos en el proceso de elaboración.

Este proceso tiene lugar en una máquina llamada “Despalilladora”, la cual es una máquina rotativa hecha de acero inoxidable con tambor perforado.

Después de esto se procede al proceso de estrujado de la uva. Este proceso consiste en aplastar delicadamente la uva para romper su piel, también llamada hollejo, pero sin aplastar las pepitas, para evitar tonos amargos en el vino. Esto se hace con el objetivo de que la uva comience a soltar el mosto poco a poco, y se realiza con unas máquinas rotativas compuestas por unos rodillos ajustables de acero inoxidable o de caucho alimentario.

4. Prensado

A continuación, se procede al prensado de la uva, el cual consiste en aplastar definitivamente las uvas para la extracción definitiva del mosto.

En este proceso viene la primera diferencia del proceso productivo del vino blanco respecto al vino tinto, ya que las uvas blancas se presan con o sin estrujado, ya que, en este tipo de vino, la uva no se fermenta con los hollejos, y estos serán desechados una vez termine este proceso de prensado.

Esta es la fase más crítica del proceso de cara a conservar los aromas propios de la uva.

Este proceso ocurre en unas máquinas llamadas “prensas neumáticas de membrana horizontal o vertical”, las cuales trabajan a una presión baja, de 0,2 a 1,6 bares y en ciclos suaves y programables automáticamente, con una atmósfera inerte de N₂ o CO₂ en los modelos más avanzados incluso.

Hay que destacar que no todo el mosto extraído del prensado es de la misma calidad, ya que se puede hacer la distinción en 2 tipos de mosto diferente:

- **Mosto flor:** es el primer 60 o 70 % del mosto extraído del prensado. Se utiliza para los vinos de mayor calidad.
- **Mosto prensa:** es el 30% restante del final. Es un mosto más turbio y de peor calidad, y como es lógico, se utiliza para vinos de peor calidad. Se fermenta por separado.

5. Desfangado

Después del prensado, este es el siguiente proceso en la lista. Este proceso consiste en clarificar el mosto para reducir la materia en suspensión. De esta manera se pueden evitar aromas defectuosos en el vino y aromas no deseados, así como también ayuda a mejorar la eficiencia de las levaduras en el proceso de fermentación posterior.

Existen varios métodos de desfangado para el mosto, pero los dos más utilizados son:

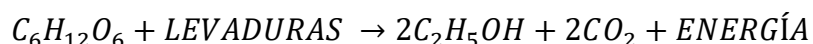
- **Desfangado estático:** este proceso ocurre en los depósitos de acero inoxidable, y consiste en enfriar el mosto entre 5 y 10 °C para posteriormente aplicar enzimas pectolíticas, las cuales facilitan la sedimentación de los sólidos. Una vez este proceso está hecho se dejará reposar el vino durante 12 a 36 horas en dicho depósito, provocando que los fangos no deseados se precipiten al fondo del

depósito por gravedad y el mosto clarificado quede en la parte superior del depósito para su posterior extracción.

- **Desfangado por flotación:** este proceso también ocurre en los depósitos de acero inoxidable y consiste en agregarle al mosto ciertos productos clarificantes como la bentonina y la gelatina y esperar a que haga efecto. Una vez los sólidos en suspensión se han agrupado, se inyectará un gas como N_2 o simplemente aire a presión que arrastrarán las partículas en suspensión hacia la superficie, dejando en el fondo del depósito el mosto clarificado listo para su trasvase.

6. Fermentación alcohólica

La fermentación alcohólica es el proceso bioquímico mediante el cual los azúcares presentes en el mosto (principalmente glucosa y fructosa) son transformados por acción de las levaduras en etanol, dióxido de carbono, energía en forma de calor normalmente, y una serie de compuestos secundarios que aportan aroma, sabor y textura al vino. Su reacción química es la siguiente:



Este proceso es el paso de convertir el mosto a vino, y por lo tanto uno de los más importantes, por lo tanto, debe estar controlado bajo ciertos parámetros, a continuación, explicados en una tabla:

Parámetro	Rango óptimo	Importancia
Temperatura	12–18 °C	Conserva aromas volátiles y frescura
pH	3.0–3.4	Favorece la dominancia de levaduras y estabilidad microbiana
Nivel de azúcares	170–240 g/L (varía por estilo)	Define el potencial alcohólico
Nutrientes	Aporte de nitrógeno (YAN $\geq$ 150 mg/L)	Evita fermentaciones lentas o detenidas

Tabla 1: fermentación del vino blanco (Fuente: elaboración propia)

Además, este proceso no es un proceso del todo pasivo, ya que deberemos tener un control adecuado del proceso utilizando, entre otras, estas prácticas clave:

- **Corrección del mosto:** si fuese necesario, se añadirá ácido tartárico para mantener bajo el pH durante el proceso y proteger el vino. Además, se añadirán nutrientes orgánicos a la mezcla para enriquecer y alimentar a las levaduras.

- **Inoculación:** las levaduras se rehidratarán a una temperatura aproximada de 37 °C y se aclimatarán con mosto.
- **Oxidación:** se debe aportar oxígeno a la mezcla, sobre todo en las fases iniciales de la fermentación, esto para favorecer el crecimiento de las levaduras. Después se minimizará la oxigenación para evitar la oxidación y así perder los aromas deseados.
- **Control térmico:** es esencial mantener la temperatura del proceso por debajo de 18 a 12 °C para evitar la aparición de aromas indeseables. Para esto se utilizan unas camisas de frío o intercambiadores de calor para refrigerar los depósitos.

Esta fermentación como ya se ha mencionado tiene lugar en los depósitos de acero inoxidable por su facilidad para su reutilización y suele durar entre 10 y 21 días, todo dependiendo de la temperatura de fermentación, el tipo de levadura utilizado, la composición del mosto y el control del oxígeno y los nutrientes.

7. Estabilización

Este proceso es el siguiente a la fermentación y su objetivo principal es evitar que el vino se cristalice en la botella en un futuro.

Este proceso tiene lugar en los depósitos de acero inoxidable. Los métodos más utilizados a nivel industrial son los siguientes:

- Refrigeración a -4°C durante 1 o 2 semanas: este método es más artesanal y se utiliza para la producción de vino a pequeña escala.
- Electrodialisis o intercambio catiónico: es el más utilizado a nivel industrial. Consiste en aplicar una corriente al vino para que, mediante una membrana, se eliminen los iones de potasio y del ácido tartárico para evitar la cristalización una vez almacenado en la botella.

Este proceso ayuda a terminar de precipitar las proteínas termolábiles del vino, obteniendo así una mayor calidad en el producto final.

Al finalizar este proceso es común la utilización de carbón activo para terminar de clarificar el vino.

8. Filtrado

Este es uno de los pasos finales para la obtención del vino. Consiste en hacer pasar el vino ya estabilizado por una filtradora para obtener un vino brillante, limpio y microbiológicamente estable.

Existen varias fases de filtrado, algunas de las más características son las siguientes:

- **Filtrado de tierras:** es la prefiltración donde se separan los sólidos restantes más grandes.
- **Filtrado tangencial:** es una filtración cerrada de alta precisión, donde se corre un riesgo de oxidación.
- **Filtrado estéril:** se utiliza bajo presión, haciendo pasar el vino a través de una membrana de 0,45 micrómetros, para posteriormente proceder al embotellado.

9. Embotellado

Es de las etapas finales del proceso, donde se almacenará el vino definitivamente hasta que sea consumido.

El proceso de embotellado en una bodega a nivel industrial consta de 4 fases las cuales explicaremos a continuación:

- **Limpieza de botellas:** es importante la limpieza del interior de estas botellas con vapor de agua o solución desinfectante, ya que, si este proceso no se realizase, podrían mezclarse con el vino ciertas partículas no deseadas que alterasen la composición del mismo.
- **Llenado:** este proceso se realiza en una máquina en una atmósfera inerte de N_2 con el objetivo de evitar la oxidación del vino en la etapa final. Además, este proceso está controlado por un autómata que regula el control de volumen automáticamente para que el vino se distribuya equitativamente en todas las botellas.
- **Taponado:** para este proceso, se somete al vino a un vacío parcial para poder introducir el corcho o tapón en la botella con mayor facilidad.
- **Inyección de gas:** una vez realizado este proceso, se le inyecta al vino un gas para desplazar el oxígeno restante en la botella, evitando así una

atmósfera oxidante en el interior de la botella y reduciendo el riesgo de que se oxide hasta la fecha de su consumo.

10. Etiquetado y empaquetado

Este proceso es el penúltimo del proceso de elaboración del vino, y es en el cual se procesará la botella con el vino en su interior para aportarle una presentación más estética y proporcionar al cliente la información pertinente a la hora de su consumo.

Mediante una máquina etiquetadora, se le aplicará a cada una de las botellas 3 etiquetas fundamentales:

- **Etiqueta frontal:** es la que contiene el nombre del producto, su denominación de origen y el nombre de la bodega que lo ha procesado.
- **Etiqueta trasera:** contiene entre otras características, el aporte nutricional del producto y sus grados de alcohol.
- **Precinto del cuello de la botella:** es simplemente estético. En él suele aparecer el diseño del logotipo de la bodega o el nombre del vino.

Una vez todas las etiquetas están en su lugar correspondiente en cada botella, un robot automatizado se encarga de empaquetarlas para su posterior distribución, de manera que se almacenarán en cajas de 6 botellas, las cuales se precintarán, para su posterior paletización y embalaje, facilitando así su transporte a su lugar de destino.

11. Almacenamiento del producto terminado

Es la fase final de este proceso productivo, y consiste simplemente en almacenar estos palés mencionados anteriormente para su posterior emisión y distribución en camiones que vendrán a recoger estos palés de cajas a los muelles de carga y descarga de la bodega.

Es importante almacenar el vino blanco en unas condiciones de 12 a 18 °C de temperatura, con una humedad relativa menor al 70% y sin aportación de luz directa sobre las botellas.

2.9.2 PROCESO PRODUCTIVO DEL VINO TINTO:

A continuación, se explicará el proceso productivo del vino tinto. Cabe destacar que muchas de las fases de producción de este tipo de vino son idénticas a las del vino blanco, pero es necesario repetirlas para entender bien este proceso:

1. Vendimia

Este es el primer paso del proceso productivo. Este proceso tiene lugar anualmente, desde mitad del mes de agosto hasta finales del mes de septiembre, dependiendo de la variedad de uva.

Su objetivo es el de recolectar las uvas tintas sanas, con la madurez adecuada, para obtener un mosto de calidad, evitando además la oxidación de este o procesos de fermentación precoces en el mosto.

Para poder realizar este proceso, se deben cumplir unas características específicas en la uva, que son las siguientes:

- **Azúcares:** debe estar entre 22 y 25 grados en la escala Brix.
- **Acidez total:** debe contener entre 4,5 y 6,5 g/L de ácido tartárico.
- **pH:** el mosto de esta uva debe tener un pH aproximado de entre 3,3 y 3,6.

Este proceso se puede realizar de dos maneras, de forma manual o de forma mecanizada, pero cada una con unos horarios diferentes y con unas características diferentes:

- **Vendimia Manual:** se realiza de día ya que es un proceso selectivo y se necesita luz natural para facilitar la visión durante el proceso.

Este método es más lento, pero tiene la ventaja de que se posibilita una selección más exhaustiva de los racimos recolectados. Estos se recolectan en cajas de 10 a 20 kg. Se utiliza principalmente en viñedos de tipo “vaso”, ya que se imposibilita la utilización de maquinaria de recolección. Es posible que se corra el riesgo de que se oxide el mosto de la uva y el vino pierda calidad.

- **Vendimia Mecanizada:** se suele realizar durante la noche, ya que en este caso se sustituye la mano de obra humana por unos vehículos llamados “vendimiadoras” que pasan por encima de la propia vid,

agitándola y haciendo de esta manera que los racimos se desprendan de la planta, para posteriormente ser transportado a unos depósitos abatibles que tiene la maquina en su parte superior, facilitando su posterior descarga en una bañera para su transporte.

Este tipo de vendimia es la más utilizada a día de hoy por su mayor rapidez y eficiencia, ya que es posible vendimiar la misma cantidad de terreno, en condiciones mejores, sin calor, con menos mano de obra y en una cantidad de tiempo infinitamente menor.

Se suele utilizar en viñedos de tipo “espaldera”, donde la vid ha crecido entre unos alambres guía que la imposibilitan crecer hacia los lados, y únicamente la dejan crecer hacia arriba, para que la maquina pueda pasar sin causar daños a la hora de la recolección.

Después de este proceso de recolección, la vendimia termina con el transporte de la uva en remolques isotérmicos, coloquialmente llamados “bañeras” hacia la bodega de destino donde se elaborará el vino.

2. Recepción, selección y descarga

Una vez la uva llega a la bodega, previamente se debe pesar en una báscula especial para grandes pesos que posee la bodega sin descargar aún de la bañera.

Si se cumple el peso acordado de entrega pactado anteriormente con la bodega por el cliente, se procede a tomar un muestreo de dicha uva para comprobar que todos los factores mencionados anteriormente cumplen los requisitos establecidos para la elaboración del vino.

Una vez todas las comprobaciones están en orden, se procede a la descarga en las tolvas, que son unos sinfines rotativos que empujan la uva hasta dentro de las instalaciones de la bodega.

3. Despalillado y estrujado

Una vez la uva está dentro de la bodega, se procede primero al proceso de despalillado y después al de estrujado, en este orden.

El despalillado consiste en separar los posibles raspones que hayan quedado adheridos a la uva con el propósito de evitar el verdor del vino y el exceso de taninos en el proceso de elaboración.

Este proceso tiene lugar en una máquina llamada “Despalilladora”, la cual es una máquina rotativa hecha de acero inoxidable con tambor perforado.

Después de esto se procede al proceso de estrujado de la uva. Este proceso consiste en aplastar delicadamente la uva para romper su piel, también llamada hollejo, pero sin aplastar las pepitas, para evitar tonos amargos en el vino. Esto se hace con el objetivo de que la uva comience a soltar el mosto poco a poco, y se realiza con unas máquinas rotativas compuestas por unos rodillos ajustables de acero inoxidable o de caucho alimentario.

4. Encubado

Esta es la primera diferencia respecto al proceso productivo del vino blanco. Como ya se ha mencionado anteriormente, una de las diferencias que caracteriza al vino tinto es que, a diferencia del blanco, este se fermenta en contacto con las pieles y hollejos de la propia uva, mezclándose así el mosto con los sólidos.

Este proceso se realiza en los tanques de acero inoxidable correspondientes y consiste en llenar estos tanques con esta mezcla con la ayuda de bombas motorizadas.

Precisamente el hecho de que la fermentación ocurra en estas condiciones es lo que hace que el vino tinto obtenga ese color característico.

5. Maceración prefermentativa

Este proceso se realiza justo después del encube, y se realiza en ambientes fríos. Consiste básicamente en dejar reposar esta mezcla que se ha realizado durante el encube a una temperatura de entre 5 y 10 °C durante 1 o 2 días, con el objetivo de extraer compuestos aromáticos y que adquiera ese color característico el mosto tinto antes de que empiece la fermentación.

Es una técnica simple que tiene lugar en los depósitos de acero inoxidable, pero es indispensable a la hora de elaborar vinos tintos frutales y suaves para el paladar.

6. Fermentación alcohólica

Este proceso es el paso de convertir el mosto a vino, y por lo tanto uno de los más importantes, por lo tanto, debe estar controlado bajo ciertos parámetros.

En este caso se deja ver otra de las diferencias con respecto a la fermentación del vino blanco, ya que este proceso se realiza con la mezcla de mosto y hollejos tintos y necesita ser removido en todo momento para favorecer su oxigenación, a continuación, explicados en una tabla:

Parámetro	Rango óptimo	Importancia
Temperatura	24–30 °C	Conserva aromas volátiles y frescura
pH	3,3–3,6	Favorece la dominancia de levaduras y estabilidad microbiana
Nivel de azúcares	22 a 25 ° Brix	Define el potencial alcohólico
Nutrientes	Aporte de nitrógeno	Evita fermentaciones lentas o detenidas

Tabla 2: fermentación del vino tinto (Fuente: elaboración propia)

Además, este proceso no es un proceso del todo pasivo, ya que deberemos tener un control adecuado del proceso utilizando, entre otras, estas prácticas clave:

- **Remontados:** extracción del mosto por la parte inferior del depósito para su posterior inserción por la parte superior, favoreciendo así la oxigenación de la mezcla.
- **Délestage:** es el vaciado total del mosto, para la separación de los sólidos y su posterior inserción por la parte superior del depósito.

- **Oxigenación controlada:** se debe aportar oxígeno a la mezcla de manera controlada para estabilizar los antocianos y los taninos del vino.
- **Fermentación maloláctica:** puede iniciarse por sí sola de manera natural o inducirse después. Consiste en la transformación del ácido málico en ácido láctico, lo cual reduce la acidez y suaviza el vino.

Esta fermentación como ya se ha mencionado tiene lugar en los depósitos de acero inoxidable por su facilidad para su reutilización y suele durar entre 5 y 15 días, todo dependiendo de la temperatura de fermentación, el tipo de levadura utilizado, la composición del mosto y el control del oxígeno y los nutrientes.

7. Descube y prensado

En este caso se aprecia otra diferencia más, ya que, en el proceso productivo del vino tinto, el prensado se realiza después de la fermentación, pero primero tiene lugar el descube.

El descube consiste en sacar de los depósitos de acero inoxidable esa mezcla ya fermentada y llevarla a las prensas.

A continuación, se procede al prensado de la uva, el cual consiste en aplastar definitivamente las uvas para la extracción definitiva del mosto.

En este proceso se da otra diferencia del proceso productivo del vino blanco respecto al vino tinto, ya que las uvas tintas se prensan con los hollejos, ya que, en este tipo de vino, la uva se fermenta con los hollejos, y estos serán desechados una vez termine este proceso de prensado.

Esta es la fase más crítica del proceso de cara a conservar los aromas propios de la uva.

Este proceso ocurre en unas máquinas llamadas “prensas neumáticas de membrana horizontal o vertical”, las cuales trabajan a una presión baja, de 0,2 a 1,6 bares y en ciclos suaves y programables automáticamente, con una atmósfera inerte de N_2 o CO_2 en los modelos más avanzados incluso.

Hay que destacar que no todo el mosto extraído del prensado es de la misma calidad, ya que se puede hacer la distinción en 2 tipos de mosto diferente:

- **Mosto flor:** es el primer 60 o 70 % del mosto extraído del prensado. Se utiliza para los vinos de mayor calidad.
- **Mosto prensa:** es el 30% restante del final. Es un mosto más turbio y de peor calidad, y como es lógico, se utiliza para vinos de peor calidad. Se fermenta por separado.



Figura 13: proceso de prensado de la uva tinta [29]

8. Crianza

Este proceso es el posterior al prensado y consiste en introducir de nuevo el vino ya prensado en un depósito de acero inoxidable u otro recipiente para su posterior reposo durante un determinado tiempo, para la mejora de sus cualidades y propiedades.

Este vino puede pasar almacenado y reposando desde 3 meses hasta años incluso, adquiriendo mayor calidad cuanto mayor sea el proceso de reposo.



Figura 14: barricas para envejecimiento del vino [30]

9. Estabilización

Su objetivo principal es evitar que el vino se cristalice en la botella en un futuro.

Este proceso tiene lugar en los depósitos de acero inoxidable. Los métodos más utilizados a nivel industrial son los siguientes:

- Refrigeración a -4°C durante 1 o 2 semanas: este método es más artesanal y se utiliza para la producción de vino a pequeña escala.
- Electrodialisis o intercambio catiónico: es el más utilizado a nivel industrial. Consiste en aplicar una corriente al vino para que, mediante una membrana, se eliminen los iones de potasio y del ácido tartárico para evitar la cristalización una vez almacenado en la botella.

Este proceso ayuda a terminar de precipitar las proteínas termolábiles del vino, obteniendo así una mayor calidad en el producto final.

Al finalizar este proceso es común la utilización de carbón activo para terminar de clarificar el vino.

10. Filtración

Este es uno de los pasos finales para la obtención del vino. Consiste en hacer pasar el vino ya estabilizado por una filtradora para obtener un vino brillante, limpio y microbiológicamente estable.

Existen varias fases de filtrado, algunos de las más características son las siguientes:

- **Filtración de tierras:** es la prefiltración donde se separan los sólidos restantes más grandes.
- **Filtración tangencial:** es una filtración cerrada de alta precisión, donde se corre un riesgo de oxidación.
- **Filtración estéril:** se utiliza bajo presión, haciendo pasar el vino a través de una membrana de 0,45 micrómetros, para posteriormente proceder al embotellado.

11. Embotellado

Es de las etapas finales del proceso, donde se almacenará el vino definitivamente hasta que sea consumido.

El proceso de embotellado en una bodega a nivel industrial consta de 4 fases las cuales explicaremos a continuación:

- **Limpieza de botellas:** es importante la limpieza del interior de estas botellas con vapor de agua o solución desinfectante, ya que, si este proceso no se realizase, podrían mezclarse con el vino ciertas partículas no deseadas que alterasen la composición del mismo.
- **Llenado:** este proceso se realiza en una máquina en una atmósfera inerte de N₂ con el objetivo de evitar la oxidación del vino en la etapa final. Además, este proceso está controlado por un autómata que regula el control de volumen automáticamente para que el vino se distribuya equitativamente en todas las botellas.
- **Taponado:** para este proceso, se somete al vino a un vacío parcial para poder introducir el corcho o tapón en la botella con mayor facilidad.
- **Inyección de gas:** una vez realizado este proceso, se le inyecta al vino un gas para desplazar el oxígeno restante en la botella, evitando así una

atmósfera oxidante en el interior de la botella y reduciendo el riesgo de que se oxide hasta la fecha de su consumo.



Figura 15: proceso de embotellado del vino [33]

12. Etiquetado y empaquetado

Este proceso es el penúltimo del proceso de elaboración del vino, y es en el cual se procesará la botella con el vino en su interior para aportarle una presentación más estética y proporcionar al cliente la información pertinente a la hora de su consumo.

Mediante una máquina etiquetadora, se le aplicará a cada una de las botellas 3 etiquetas fundamentales:

- **Etiqueta frontal:** es la que contiene el nombre del producto, su denominación de origen y el nombre de la bodega que lo ha procesado.
- **Etiqueta trasera:** contiene entre otras características, el aporte nutricional del producto y sus grados de alcohol.
- **Precinto del cuello de la botella:** es simplemente estético. En él suele aparecer el diseño del logotipo de la bodega o el nombre del vino.

Una vez todas las etiquetas están en su lugar correspondiente en cada botella, un robot automatizado se encarga de empaquetarlas para su posterior distribución, de manera que se almacenarán en cajas de 6 botellas, las cuales

se precintarán, para su posterior paletización y embalaje, facilitando así su transporte a su lugar de destino.

13. Almacenamiento del producto terminado

Es la fase final de este proceso productivo, y consiste simplemente en almacenar estos palés mencionados anteriormente para su posterior emisión y distribución en camiones que vendrán a recoger estos palés de cajas a los muelles de carga y descarga de la bodega.

Es importante almacenar el vino blanco en unas condiciones de 24 a 30 °C de temperatura, con una humedad relativa menor al 70% y sin aportación de luz directa sobre las botellas.

2.9.3 COMPARACIÓN DE LOS PROCESOS:

A continuación, se muestra una tabla comparativa en la que se muestran las diferencias entre los dos procesos productivos, ya que, a pesar de tener ciertas diferencias, es más fácil apreciarlas de manera gráfica:

Etapa	Vino Blanco	Vino Tinto
Vendimia	Suele ser más temprana para conservar acidez y frescura.	Más tardía, buscando madurez fenólica (color y taninos).
Transporte y recepción	Rápido, con protección contra oxidación (uso de CO ₂ o SO ₂).	Rápido, pero más tolerante a oxidación inicial. A veces se enfrían las uvas.
Despalillado	Se puede prescindir (prensado directo con racimos).	Casi siempre se despalilla para evitar taninos herbáceos.
Estrujado	Ligero o evitado. Se busca mosto limpio sin sólidos.	Ligero, para liberar jugo, pero conservar hollejos para maceración.
Prensado	Se realiza antes de la fermentación (prensado inmediato).	Se realiza después de la fermentación y maceración.
Maceración	Opcional y muy breve (horas o días, prefermentativa).	Esencial, prolongada (días o semanas) durante la fermentación con pieles.
Fermentación alcohólica	Solo con el mosto (sin sólidos). Temperaturas más bajas (12–18 °C).	Con sólidos (hollejos y pepitas). Temperaturas más altas (24–30 °C).
Fermentación maloláctica	Opcional, solo en blancos con cuerpo o crianza.	Prácticamente obligatoria para suavizar acidez y aportar complejidad.
Remontados	No se realiza (no hay sólidos).	Sí, fundamentales para extraer color y taninos.
Descube	No aplica (ya se separó el mosto antes de fermentar).	Fundamental: separación del vino de flor y vino de prensa.
Prensado	Se realiza al inicio (antes de fermentar).	Se realiza al final, tras la fermentación y maceración.
Crianza	Común en bodega solo en blancos fermentados en madera. Mayormente en acero.	Muy frecuente en roble. Crianza sobre lías y microoxigenación comunes.
Clarificación	Orientada a eliminar proteínas y evitar turbidez.	Orientada a suavizar taninos y estabilizar el color.
Estabilización	Más crítica (más sensibles a la precipitación de cristales).	Menos crítica, pero también necesaria.
Electrodíálisis	Se aplica con frecuencia para estabilización tartárica.	Puede aplicarse, pero menos habitual que en blancos.
Filtración	Más rigurosa (se exige limpidez y estabilidad microbiológica).	Menos estricta, especialmente en vinos de guarda o naturales.
Embotellado	En atmósfera inerte, con protección contra oxidación.	También cuidadoso, pero menos sensible a la oxidación.
Estilo final	Enfocado en frescura, acidez y aromas primarios.	Enfocado en estructura, cuerpo, taninos y complejidad.

Tabla 3: comparativa de procesos productivos (Fuente: elaboración propia)

2.10 LINEAS DE FABRICACIÓN:

Como se ha mencionado con anterioridad en el presente proyecto, las bodegas HERMANOS ESTÉBANEZ ROMÁN S.L. únicamente se dedicarán a la producción de vino blanco y vino tinto, pero a su vez dentro del vino blanco podremos distinguir entre una gama más básica de vino y una más selectiva, al igual que pasará con el vino tinto.

Este modelo de fabricación nos lleva a tener que distribuir el proceso productivo general en 4 líneas, dos para vino blanco y las dos restantes para vino tinto.

Dentro de esta división de líneas, realizaremos una subdivisión que constará de dedicar una línea para la elaboración del vino blanco de gama estándar y la otra línea para la fabricación de vino blanco de gama alta.

Lo mismo ocurrirá con el proceso productivo del vino tinto, al cual se le dedicará una línea para el vino tinto de menor calidad y la línea restante para la fabricación del vino tinto de mayor calidad, completando así las 4 líneas de fabricación mencionadas.

Como apunte, las dos líneas de vino blanco poseerán la misma maquinaria y por lo tanto la misma carga eléctrica, al igual que sucederá con las líneas dedicadas al vino tinto.

En las dos figuras siguientes presentamos un diagrama con las diferentes fases para la producción del vino, y un plano en planta de la situación de la diferente maquinaria y diferentes espacios de nuestra instalación.

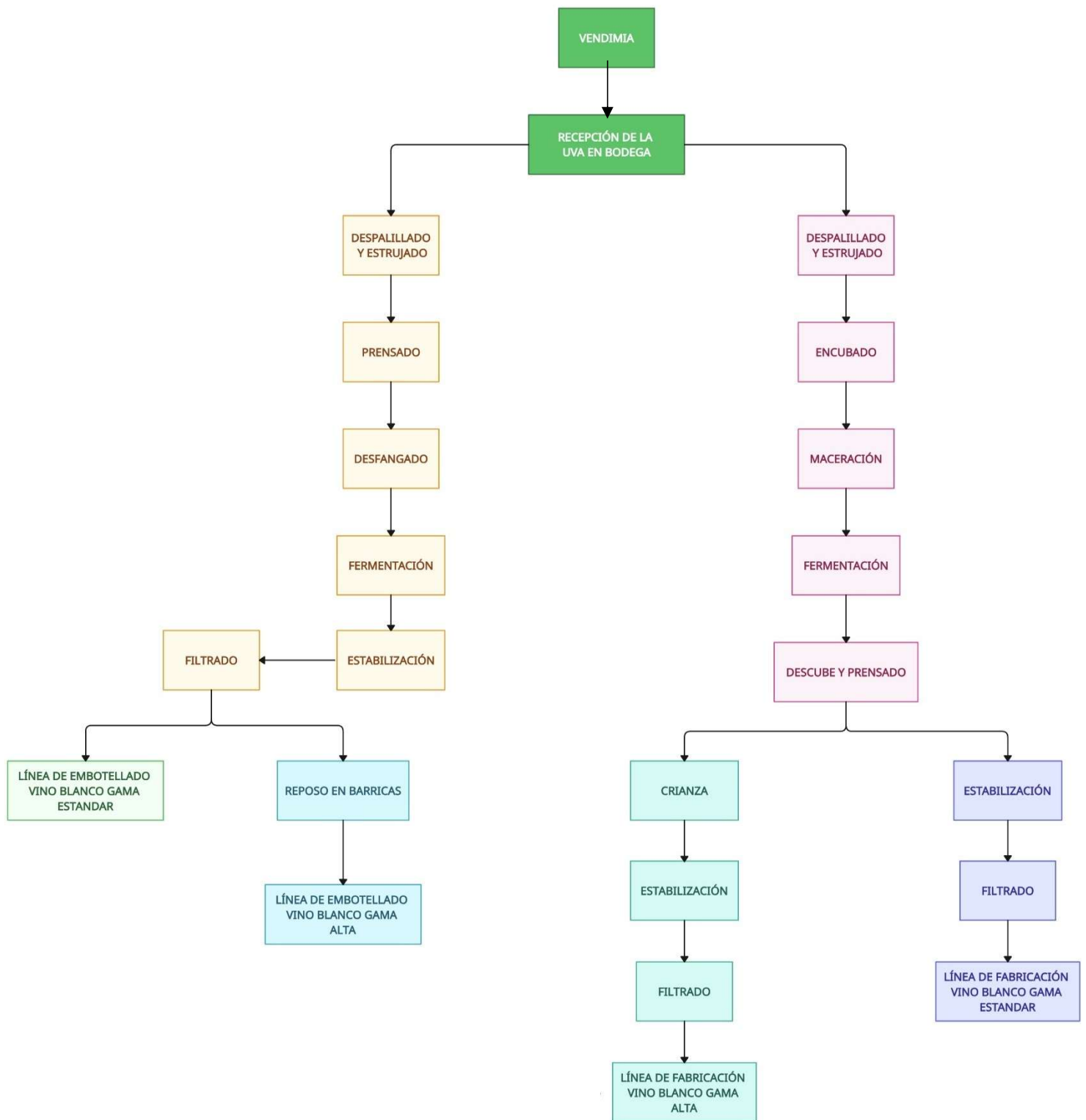
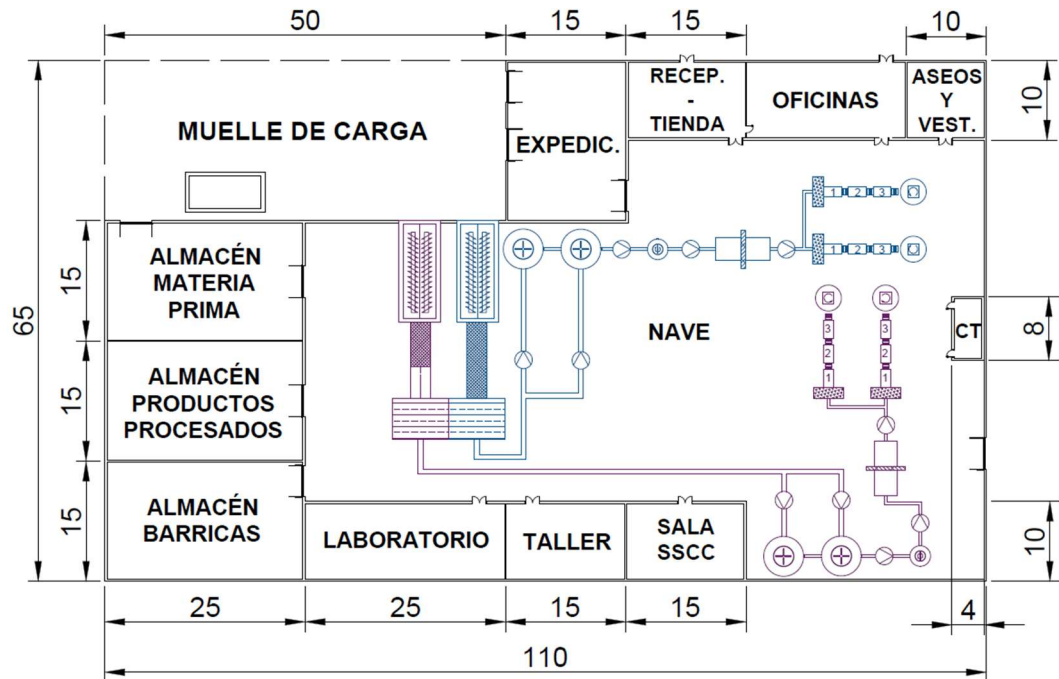


Figura 16: fases de producción del vino (Fuente: elaboración propia)



LEYENDA	
	SINFÍN TRANSPORTADOR
	MESA VIBRATORIA
	DESPALLADORA
	BOMBA
	PRENSA NEUMÁTICA
	UNIDAD FRIGORÍFICA
	CLARIFICADOR CENT.
	FILTRO DE MEMBRANA
	LLENADORA
	TAPONADORA
	ETIQUETADORA
	EMPAQUETADORA
	ENFARDADORA
	LÍNEA DE VINO BLANCO
	LÍNEA DE VINO TINTO

Figura 16-b: plano en planta de la instalación (Fuente: elaboración propia)

2.11 MAQUINARIA Y EQUIPOS DEL PROCESO

A continuación, vamos a presentar los tipos de máquinas y modelos que se van a utilizar en este proyecto para la instalación en baja tensión de la bodega HERMANOS ESTÉBANEZ ROMÁN, S.L.

En este apartado se aportará una descripción de cada máquina, así como una estimación de la potencia de cada modelo.

1. BÁSCULA ELECTRÓNICA DE PLATAFORMA:

Es la primera máquina por la que pasará la uva durante la estancia en la bodega. Su función consiste en recibir a los tractores con las bañeras llenas de uva. Una estos se posicionan encima de la plataforma, la báscula pesará el conjunto total y a este resultado le restará el peso del tractor y de la bañera, obteniendo así el peso neto de la uva que se pretende introducir en la bodega.

Es un elemento indispensable en la etapa de recepción de la uva, ya que sin él sería imposible contar con un control exhaustivo de la cantidad de uva que se introduce en la bodega y por lo tanto sería imposible saber con exactitud el alcance de la producción.

El modelo de báscula elegido para nuestra bodega es el BILANCIAI – WBSA 60T, con capacidad para 60.000 kg, lectura digital, hecha de acero galvanizado y con célula de carga de compresión de 18 x 3 metros de plataforma. Su potencia estimada es de 3 kW.



Figura 17: báscula puente de hormigón [38]

2. SINFÍN TRANSPORTADOR INCLINADO:

Esta máquina se ubica en el proceso de recepción de la uva y es la encargada de introducir la uva descargada hacia la mesa vibratoria. Consiste en un tornillo sinfín de acero inoxidable ASIS 304, que mediante su giro arrastra la uva hacia la mesa vibratoria de forma uniforme y constante. El modelo elegido para nuestra bodega es el ENOVENTA – SINFÍN ELEVADOR E100 de unos 15 kW de potencia.

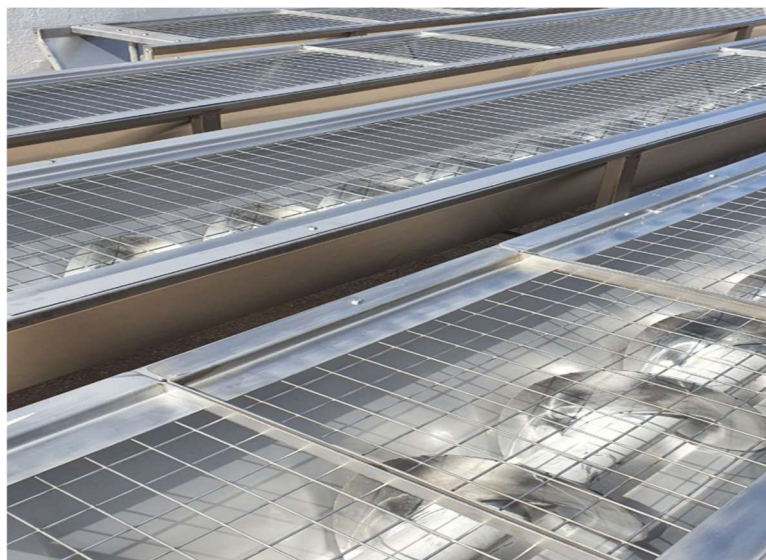


Figura 18: sinfines rotativos [39]

3. MESA VIBRATORIA DE SELECCIÓN:

Se ubica en el proceso de despallado, y consiste en una especie de mesa vibratoria, impulsada por dos motores, cuyo objetivo es el de separar la materia no deseada de los racimos que entran en la bodega para poder comenzar el proceso de despallado de una manera más limpia. El modelo elegido es el MORI-TEM – TAB VIBRANTE de potencia 12,5 kW.



Figura 19: mesa vibratoria de selección [40]

4. DESPALILLADORA ESTRUJADORA:

Esta máquina, como su nombre indica, participa en el proceso de despalillado a la vez que en el de estrujado. Consiste en un motor giratorio de cilindro hueco donde se introducen los racimos de uva. Mientras estos siguen dando vueltas en el interior de esta máquina, las uvas se van desprendiendo de los racimos, quedando así separado el racimo del fruto. Además, cuenta con unas ruedas de acero inoxidable o de caucho que estrujarán la uva para romper levemente su hollejo y que la uva comience a soltar su mosto.

El modelo que hemos elegido para nuestra bodega es el PULEO – VEGA 25 de 17,5 kW.



Figura 20: despalilladora industrial [41]

5. BOMBA PERISTÁLTICA:

Se trata de un tipo de motobombas que serán utilizados a lo largo de muchas etapas del proceso productivo, con el objetivo de ayudar a trasvasar diferentes líquidos como agua, mosto, o vino de un depósito a otro a través de diferentes mangueras.

El modelo que hemos decidido utilizar en nuestra instalación es el CME – MOE P60 de 4,5 kW por unidad, con un caudal regulable de hasta 60 hL/h.



Figura 21: bomba peristáltica portátil [42]

6. PRENSA NEUMÁTICA:

Como se puede intuir, esta máquina será partícipe de la fase de prensado del proceso productivo del vino.

Esta máquina se encargará de prensar la uva para obtener el mosto o el vino, dependiendo del proceso productivo, bajo una atmósfera inerte para evitar la oxidación del producto. Esta prensa realizará su trabajo de compresión gracias a un tambor rotativo que aplastará la uva con mucha presión.

El modelo concreto que hemos elegido para nuestra instalación es el BUCHER VASLIN – XPLUS que cuenta con una potencia de 30 kW.



Figura 22: prensa hidráulica [43]

7. COMPRESOR DE AIRE:

A continuación, llegamos a una máquina que integra el proceso productivo pero que habitualmente suele pasar desapercibida. Hablamos del compresor de aire. La función de esta máquina es esencial durante la etapa de fermentación del producto, ya que es necesario oxigenar la mezcla durante este proceso para evitar que las levaduras mueran, sobre todo al inicio de este proceso.

El modelo de compresor que hemos elegido para nuestra instalación es el compresor de aire KAESER – SM 13 de 19 kW, el cual es un compresor de tipo tornillo con secador incorporado por si fuese necesario.



Figura 23: grupo de compresión industrial [44]

8. UNIDAD FRIGORÍFICA:

Esta máquina es una de las más importantes a la hora de la conservación en condiciones específicas del producto, pero a pesar de su importancia, no está tan a la vista, ya que se esconde en el interior de los depósitos de acero inoxidable.

Se trata de un intercambiador de calor que puede adoptar la utilización como calefactor, así como de enfriador, manteniendo a la temperatura seleccionada el líquido depositado en el interior del depósito, siendo controlado mediante un autómatas con un sistema SCADA incorporado.

El modelo que hemos elegido es el KREYER – MCK 105 que consta de un consumo de 25 kW por unidad, y recordemos que cada depósito de acero inoxidable debe contener uno.



Figura 24: depósitos unidad frigorífica [45]

9. CLARIFICADOR CENTRÍFUGO:

Esta máquina será de exclusiva utilización en el proceso productivo del vino tinto, pero en algunos casos se podría utilizar en el proceso productivo del vino blanco y consiste en un motor unido a unas aspas las cuales, al girar, producirán un efecto centrífugo que expulsará hacia los extremos del depósito los materiales sólidos que enturbian el vino, quedando así este clarificado y libre de impurezas.

El modelo que hemos utilizado en nuestras instalaciones es el FLOTTWEG – AC 2000, que cuenta con un consumo de 16,4 kW.



Figura 25: clarificador centrífugo [46]

10. FILTRO DE MEMBRANA:

El filtro elegido para realizar la etapa de filtrado de nuestros procesos productivos es el modelo TMCI -PADOVAN NITOR+, de 11 kW de potencia, el cual consiste en un filtro tangencial con membranas intercambiables que librerá a nuestro vino de sus impurezas más pequeñas y lo dejará listo para su consumo.



Figura 26: filtro de membrana horizontal [47]

11.LLENADORA AUTOMÁTICA:

Llegando al final del proceso productivo, nos encontramos con la maquina encargada de la limpieza de las botellas, encargada del llenado de las mismas con el vino producido y a su vez también encargada del control del volumen durante el proceso de llenado de las mismas.

La precisión de esta máquina es la clave de su éxito, ya que estará controlada mediante un autómata con un controlador tipo SCADA que permitirá ajustar los parámetros de la operación.

El modelo de máquina que hemos elegido para nuestra instalación es el GAI – SERIE 5000, que cuenta con una potencia de 6,5 kW.



Figura 27: Llenadora automática [48]

12. TAPONADORA AUTOMÁTICA:

Seguida de la llenadora, se colocará esta máquina, que actuará durante el proceso de embotellado del vino.

Su función en la línea es la de generar una cantidad pequeña de vacío dentro de la botella para posteriormente introducir un corcho en el orificio de la misma, de esta manera el proceso quedará más automatizado y se ganará eficiencia durante el mismo, ahorrando dinero en mano de obra y tiempo.

El modelo seleccionado para la instalación es el BERTOLASO – SERIE 800, cuya potencia nominal será de 7 kW.

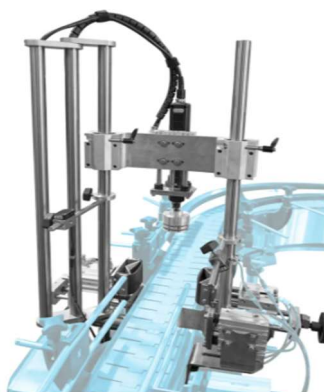


Figura 28: taponadora automática [49]

13. ETIQUETADORA ROTATIVA:

Finalizando la puesta a punto del embotellado, tenemos la etiquetadora. Esta máquina contará con diversos servomotores, controlados por un autómata programable y un sistema SCADA a su vez, los cuales permitirán el colocado de las etiquetas con una alta precisión y a su vez agilizarán el proceso productivo, elevando su eficiencia infinitamente.

El modelo elegido para la ocasión ha sido el PE LABELLERS – MODULAR CM de 5,6 kW de potencia.



Figura 29: etiquetadora rotativa [50]

14.EMPAQUETADORA AUTOMÁTICA:

Acercándonos al final de la línea productiva tenemos la empaquetadora automática. Esta máquina se encuentra al final de la línea, en el proceso de empaquetado concretamente, y su misión será la de armar las cajas e introducir las botellas listas para su consumo dentro de ellas, para por último precintar las mismas y dejar listas las cajas para su paletización.

El modelo escogido para este servicio ha sido el ROBOPAC – AROUND 20 que consta de un consumo de 9 kW.



Figura 30: empaquetadora automática [51]

15. ENFARDADORA AUTOMÁTICA:

Es la máquina que se encontrará al final del proceso productivo de nuestra bodega.

Su misión será la de colocar las cajas listas para su consumo en palés ordenadamente, de forma que se queden dispuestas para su posterior embalaje y el proceso final, su transporte para consumo.

El modelo que vamos a utilizar en nuestras líneas es el ROBOPAC -ROBOTECH 3000, con una potencia por unidad de 9,5 kW.

A mayores de todas las máquinas mencionadas anteriormente, hay que mencionar que se instalará un grupo de presión para posibilitar el flujo de agua corriente en nuestra instalación.

Su modelo será el GRUNDFOS – HYDRO MULTI E 2 CRE 10-4 de 6,5 kW de potencia, el cual contará con 2 bombas verticales, variadores integrados para el control de la presión y control digital de los mismos.



Figura 31: enfardadora automática [52]

2.11.2 TABLA RESUMEN DE LA MAQUINARIA:

A continuación, se deja una tabla a modo de resumen con el nombre, modelo y potencia de cada máquina utilizada en la instalación:

Nº	Equipo	Marca / Modelo	Potencia estimada (kW)
1	Báscula 60 t	Bilanciai – WBSA 60t	3,0
2	Sinfín transportador inclinado	Enoveneta – Sinfín Elevador E100	15,0
3	Mesa vibratoria de selección	Mori-Tem – TAV Vibrante	12,5
4	Despalilladora-estrujadora	Puleo – Vega 25	17,5
5	Bomba peristáltica	CME – MOE-P 60	4,5
6	Prensa neumática	Bucher Vaslin – XPlus	30,0
7	Compresor de aire	Kaeser – SM 13	19,0
8	Unidad frigorífica (fermentación)	Kreyer – MCK 105	25,0
9	Clarificador centrífugo	Flottweg – AC 2000	16,4
10	Filtro de membrana (cross-flow)	TMCI Padovan – Nitor+	11,0
11	Llenadora automática	GAI – Serie 5000	6,5
12	Taponadora automática	Bertolaso – Serie 800	7,0
13	Etiquetadora rotativa	PE Labellers – Modular CM	5,6
14	Empaquetadora automática	Robopac – Wrap Around 20	9,0
15	Enfardadora automática	Robopac – Rototech 3000	9,5

Tabla 4: resumen de maquinaria utilizada (Fuente: elaboración propia)

2.12 COMPLEJO INDUSTRIAL

En este apartado se realizará una breve descripción de las diferentes áreas de trabajo de la bodega, así como se especificará su superficie y su utilización durante el proceso productivo.

LABORATORIO ENOLÓGICO:

Este primer espacio consiste en un pequeño laboratorio dedicado a la realización de las pruebas de calidad pertinentes de la uva, mosto y vino que se utilizarán durante la fabricación del vino.

Concretamente, su función será la de evaluar los parámetros de la uva recibida en la bodega, como puede ser el pH o el grado de azúcar, así como el control de parámetros durante la fermentación del mosto o el análisis del vino una vez terminado. También llevará un control de calidad del embotellado para asegurar la correcta presentación del producto final.

Su superficie será de 234,3 metros cuadrados.

MUELLE DE CARGA:

La función de este espacio será la de recibir a los vehículos que transportan la materia prima para la fabricación, como puede ser la uva, las botellas, las cajas de cartón, los corchos y demás productos esenciales para el proceso productivo.

Además, esta será la zona donde se ubicará la báscula para el pesaje de la uva, junto con su cabina de telemando para recibir los datos aportados por la misma.

La superficie de esta zona será de 1.000 metros cuadrados.

ALMACÉN DE MATERIA PRIMA:

Este será el espacio dedicado al almacenamiento de todos esos productos recibidos en el muelle de carga y que aún se encuentran sin procesar.

Hay que mencionar que también contará con 4 depósitos de acero inoxidable destinados al almacenamiento del mosto aún sin procesar, dos para el almacenamiento del mosto procedente de la uva tinta y los otros dos se destinarán al almacenamiento del mosto procedente del mosto de uva blanca.

Su superficie será de 356,85 metros cuadrados.

ALMACEN DE PRODUCTOS PROCESADOS:

Esta superficie será destinada para el almacenamiento del producto terminado, es decir, del vino ya empaquetado y paletizado, es decir, listo para su expedición de la bodega.

Su superficie eficaz será de 362,34 metros cuadrados.

MUELLE DE EXPEDICIONES:

Este espacio se encuentra situado a continuación del almacén de productos procesados, y consistirá en un espacio con 2 puertas de garaje automatizadas que también se podrán abrir automáticamente. Este espacio tendrá acceso al exterior de la parcela y estará preparado para recibir camiones vacíos listos para cargar los lotes de vino elaborado y paletizado para su distribución en los comercios pertinentes.

Su extensión será de 289,59 metros cuadrados.

NAVE DE FABRICACIÓN:

Este es el espacio donde se desarrollará la actividad principal de la bodega, la elaboración del vino.

Este espacio contará con la mayor extensión de terreno de las instalaciones, contando con 3.684,5 metros cuadrados de superficie, y es el lugar donde se desarrollará la gran mayoría del proceso productivo del vino.

A la vez es el espacio que más potencia demandará para la alimentación de los equipos eléctricos.

ALMACÉN DE BARRICAS:

Este lugar en la instalación estará dedicado al almacenamiento de barricas de madera para la crianza del vino, pudiendo de esta manera obtener un vino añejado y de mejor calidad.

Este será un espacio con baja demanda de potencia ya que únicamente necesitará de una baja iluminación y un buen aislamiento térmico para mantener las temperaturas constantes a la hora de elaborar el vino.

Su superficie será de 356,85 metros cuadrados.

OFICINAS:

Este espacio estará dedicado a la unidad de administración del equipo de trabajo de la bodega. En él se albergan los equipos electrónicos necesarios para un correcto desarrollo del trabajo administrativo requerido en cualquier entidad, así como los Recursos Humanos de la empresa.

Su demanda de potencia será relativamente pequeña en comparación con otras superficies, y contará con 186,59 metros cuadrados de superficie.

TALLER DE MANTENIMIENTO:

Este espacio estará dedicado al mantenimiento de los diferentes equipos eléctricos y mecánicos de la bodega, para poder de esta manera solventar las diferentes averías que ocurran durante el proceso productivo y tener un lugar donde poder tratar estos problemas.

Su superficie será de 139,59 metros cuadrados.

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:

Este espacio será el encargado de albergar la caseta prefabricada del centro de transformación que dará suministro eléctrico a nuestra instalación. Este espacio tendrá acceso desde el interior de la nave industrial, y no se necesitará dejar una servidumbre ni ceder una entrada al recinto desde el exterior debido a que el centro será propiedad de un particular, en este caso del promotor.

Su superficie será de 32 metros cuadrados, y sus dimensiones son de 8 x 4 x 3 metros.

SALA DE SERVICIOS COMUNES:

Este espacio estará dedicado a albergar tanto el grupo de presión de la instalación como el compresor dedicado a generar la presión necesaria para el circuito neumático de la instalación.

También albergará el grupo de agua caliente sanitaria necesario para la instalación.

Su superficie será de 137,48 metros cuadrados.

ASEOS Y VESTUARIOS:

Este será el espacio donde los trabajadores podrán cambiarse de ropa al comenzar o finalizar su jornada laboral, así como ducharse o poder hacer sus necesidades. En resumidas cuentas, es una zona dedicada a la higiene del personal, y contará además con taquillas personales para cada trabajador donde podrán almacenar sus pertenencias durante su jornada laboral.

Su extensión será de 90,48 metros cuadrados.

RECEPCIÓN – TIENDA:

Este último espacio contará además con una doble función, ya que se destinará a recibir las visitas programadas a la bodega, así como la de personas ajenas a la empresa que busques cualquiera de los servicios ofrecidos por la bodega.

Además, contará también con un espacio dedicado a la venta del vino fabricado en las instalaciones, donde también se podrán realizar pedidos a gran escala.

Se situará a la entrada de la bodega y contará con una superficie de 137,35 metros cuadrados.

2.13 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

En este apartado se marcarán unas pautas para el diseño y la realización de nuestra instalación eléctrica, atendiendo a unos criterios que hagan que nuestra instalación aproveche de la manera más eficiente y segura los recursos energéticos disponibles para su elaboración.

Además, se marcarán unas especificaciones técnicas en cada uno de los apartados, las cuales marcarán la base de nuestra instalación, pudiéndose modificar a conveniencia dichas pautas siempre y cuando no pongan en peligro la integridad de la instalación.

2.13.1 LÍNEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSIÓN:

La alimentación de la instalación eléctrica se realizará mediante a conexión a la red de distribución en el punto más adecuado, siendo el propio gestor de la red de distribución el encargado de fijar un punto para nuestro suministro, teniendo en cuenta por supuesto los datos como la ubicación de nuestra instalación, la potencia instalada total de la misma y la accesibilidad de esta, ya que será este último factor determinante para la elección del punto de conexión.

En nuestro caso particular, la distribuidora, I-DE Redes Inteligentes S.L.U., nos propone el punto de conexión en barras de 13,2 kV de la subestación ST SERRADA, a una frecuencia de 50 Hz, la cual se encuentra situada a una distancia aproximada de 600 metros de la instalación.

La línea que se dispondrá desde el centro de transformación de nuestra instalación hasta dicho punto de conexión se dimensionará con conductores unipolares de aluminio aislados y enterrados bajo tubo, con un aislamiento no inferior a 12/20 kV.

En nuestro caso se utilizará una terna de 3 conductores unipolares de aluminio RHZ1 12/20 kV de 95 mm² de sección.

Además, esta línea deberá estar protegida contra sobreintensidades y, cuando sea necesario, sobretensiones.

Para ello se instalarán al principio de dicha línea una protección contra estas sobreintensidades, la cual constará de un interruptor-seccionador con fusibles extraíbles, dimensionados según los cálculos que veremos más adelante.

Hay que mencionar también que esta línea estará sobredimensionada para soportar una ampliación de potencia de hasta el 10%, para poder soportar futuras ampliaciones de la instalación.

Por último, esta línea será cedida al gestor de la red de distribución, que será el encargado de su correcto mantenimiento y cuidado.

2.13.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:

El centro de transformación de la instalación será único y de tipo prefabricado para abonados, y se situará en una zona accesible al personal autorizado, como se establece en los planos.

Este seguirá la normativa UNESA, y utilizará las máximas dimensiones que dicha norma permite para su puesta a tierra, es decir, nuestro centro de transformación contará con unas dimensiones de 8 x 4 metros.

Este deberá disponer de las siguientes características y Aparamenta mínimas para su correcta utilización en la instalación:

❖ TRANSFORMADOR:

Deberá disponer de un transformador como mínimo que reduzca el nivel de tensión adquirido por la red de distribución y lo convierta a tensiones nominales establecidas por la normativa, es decir, 400 voltios y 230 voltios.

Además, deberá poseer un sistema de refrigeración para evitar sobrecalentamientos en el equipo y evitar en consecuencia deterioros del mismo.

En nuestro caso, el transformador será de la marca JARA con una relación de transformación de 13.200 / 400 voltios, de aislamiento seco y cuyo neutro será puesto a tierra, de lo cual hablaremos en un subapartado más adelante.



Figura 32: transformador de potencia de aislamiento en seco [53]

❖ **CELDA DE MEDIA TENSIÓN:**

Serán celdas prefabricadas con envolvente metálica y poseerán un poder de corte de no menos de 24 kA_r y con aislamiento de hexafluoruro de azufre (SF₆).

Las celdas de las que dispondrá nuestra instalación son:

- **1 celda de Línea.**
- **1 celda de medida**
- **1 celda de protección del transformador mediante interruptor automático.**



Figura 33: celdas de media tensión [54]

❖ **CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN**

Este cuadro estará conectado a las bornas de baja tensión del transformador, y recibirá dicha tensión en su embarrado, desde el cual proporcionará energía eléctrica al resto de circuitos, cuadros y subcuadros que derivan de este.

Este elemento albergará protección diferencial y magnetotérmica para cada uno de los circuitos que deriven de él, permitiendo así proporcionar seguridad tanto a las personas en caso de derivación de corrientes como a los elementos de la instalación, evitando así su deterioro.

Además, este cuadro debe permitir como mínimo un 20% de ampliación en cuanto a circuitos se refiere.

❖ CUADROS AUXILIARES

Estos elementos albergarán las protecciones necesarias para los servicios auxiliares del propio centro de transformación, como son el circuito de alumbrado interior y el circuito de fuerza interior del centro de transformación.

❖ BATERÍA DE CONDENSADORES

Se instalará una batería de condensadores automática para compensar el factor de potencia de nuestra instalación, debido al consumo de energía reactiva en parte de nuestra instalación.

El objetivo será conseguir un factor de potencia de 0,98 inductivo, para ello se instalará una batería de 371,72 kVAr.

2.13.3 INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN:

Esta instalación será la encargada de dar suministro eléctrico a las diferentes cargas que se instalarán en la bodega y también, proporcionar las protecciones suficientes a los diferentes circuitos de la instalación.

Estará diseñada de la manera que sea más eficiente en cuanto al aprovechamiento de la energía eléctrica se refiere y además contará con un sobredimensionamiento del 10% para permitir pequeñas ampliaciones de potencia en un futuro.

❖ ALIMENTACIÓN:

La alimentación de dicha instalación provendrá del transformador mencionado en el apartado anterior, proporcionando un nivel de tensión de 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro.

Dicha alimentación se conectará a las barras de cobre del Cuadro General de Baja Tensión de la instalación, situado en el interior del centro de transformación, desde el que se repartirá la energía a los diferentes puntos de la instalación.

❖ SUBDIVISIÓN DE LAS INSTALACIONES

La instalación de baja tensión partirá desde el Cuadro General de Baja Tensión y para mejorar su eficiencia y accesibilidad, se repartirá desde éste en subcuadros de nivel 1 y nivel 2 por toda la instalación.

Cada habitáculo de la bodega contará con su propio subcuadro, alimentado por el CGBT y del que colgarán aguas abajo los diferentes circuitos encargados de suministrar energía eléctrica a las diferentes cargas de dicho habitáculo.

Además, en casos en los que se supere cierto número de circuitos o bien se determine que es necesario para su mejor organización, se instalarán subcuadros de nivel 2, que se alimentarán de los cuadros de nivel 1 y albergarán los circuitos encargados de suministrar energía eléctrica a los diferentes consumos secundarios o bien en ruta de dicho habitáculo o circuito.

❖ SISTEMAS DE INSTALACIÓN

Para nuestra instalación, hemos decidido utilizar los siguientes sistemas de instalación según la ITC-BT-28 REBT, dedicada a locales de pública concurrencia:

- **MONTAJE TIPO B1:** los circuitos de nuestra instalación que se monten de acuerdo con este sistema de instalación se dispondrán como conductores unipolares bajo tubo, en montaje superficial, en falso techo o empotrado en obra.
- **MONTAJE TIPO C:** los circuitos de nuestra instalación que se monten de acuerdo a este tipo de montaje se dispondrán como conductores unipolares instalados sobre techo, o en su defecto, sobre pared.

❖ CAIDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE

Según la ITC-BT-19 del REBT se considerará el valor máximo de la caída de tensión para nuestra instalación:

- 4,5% para los circuitos de alumbrado
- 6,5% para los circuitos de fuerza

Estos valores están justificados ya que nuestra instalación estará destinada a fines industriales y además estará alimentada mediante un transformador de distribución propio.

❖ PROTECCIONES

Las líneas y puntos de consumo de nuestra instalación estarán protegidas contra sobrecargas y contra contactos directos e indirectos de personas mediante protección diferencial, magnetotérmica y en algunos casos puntuales, mediante guardamotores, tal y como establece la ITC-BT-22 y la ITC-BT-24 del REBT.

Para esta labor se han utilizado los siguientes dispositivos de protección:

- **INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO:** este tipo de protecciones se utilizarán para proteger la instalación de sobrecargas y cortocircuitos que puedan dañar las líneas y los equipos conectados a ellas.

Tiene dos maneras de proteger la instalación. La primera, por disparo térmico, actúa cuando este dispositivo detecta una sobrecarga en la

línea que está protegiendo. Si la corriente que circula a través de esta protección es superior a la nominal durante un tiempo elevado, el bimetálico que contiene en su interior se calentará y se curvará, provocando el disparo del elemento y abriendo así el circuito.

La otra manera que tiene de proteger la instalación es mediante el disparo magnético, lo cual protege la instalación de cortocircuitos mediante un mecanismo de electroimán, el cual será activado cuando circule una corriente súbita y extremadamente alta.

- **INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DIFERENCIAL:** su funcionamiento consiste en comparar la corriente que circula a través del conductor que porta la corriente y su vuelta.

Si este dispositivo detecta una diferencia en la corriente comparada superior a la establecida por su sensibilidad, abrirá el circuito, ya que significa que se está derivando parte de esa corriente y esta no está volviendo por el camino establecido, lo que puede resultar en una electrocución de una persona o animal o simplemente una derivación a tierra de esta corriente.

- **GUARDAMOTOR:** Este tipo de protección es de carácter trifásico y se utiliza en la protección de motores, como su propio nombre indica. Su función es comparativa, ya que detecta la temperatura de cada uno de los conductores que pasan por él, y si esta se eleva debido a un aumento inusual de la corriente, este abrirá un contacto el cual abrirá el circuito y protegerá a la máquina de esa sobreintensidad.

Cada una de estas protecciones tendrá una intensidad máxima admisible para su correcto funcionamiento, la cual no puede ser superada y en base a la cual se dimensionarán las protecciones de dicha instalación.

En cuanto al diseño de la instalación, se diseñarán las protecciones para que actúen en cascada desde abajo hasta arriba, permitiendo cumplir con los criterios de diseño: sensibilidad, confiabilidad, selectividad, rapidez...

❖ CONDUCTORES

Los conductores utilizados para nuestra instalación en baja tensión deberán seguir la normativa impuesta en la ITC-BT-19 del REBT.

Esta ITC nos marca que los conductores deben ser de aluminio o cobre, aislados frente a contactos, y seleccionados según la tensión de servicio, siendo esta no inferior a 450/750 V.

La sección de cada conductor debe ser adecuada y justificada mediante cálculos eléctricos, evitando así los sobrecalentamientos y la caída de tensión excesiva en los circuitos.

Los conductores neutros y de protección deben ser fácilmente identificables mediante un código de colores, siendo el primero normalmente de color azul, y el segundo de colores amarillo y verde a rallas.

Los cables utilizados pueden ser unipolares o multiconductores, siendo estos últimos comúnmente llamados “mangueras” y conteniendo en su interior 3 conductores unifilares, uno para la fase, otro para el neutro y el último el conductor de protección.

Además, el aislante de dichos conductores puede ser de varios materiales como el PVC, XLPE o el EPR.

En nuestro caso hemos elegido conductores unipolares con aislamiento de XLPE, de tensiones nominales 450/750 V y 0,6/1 kV, siendo estos ignífugos y bajos en emisiones de gases nocivos en caso de incendio.



Figuras 34 y 35: cables unipolares de 450/750 V y multiconductores de 0,6/1 kV [55] y [56]

❖ PUESTA A TIERRA

La ITC-BT-18 del REBT, dedicada a las puestas a tierra de las instalaciones en baja tensión define puesta a tierra como “la unión eléctrica, directa y sin protecciones, de partes metálicas de una instalación a un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo”.

Existen dos tipos de puestas a tierra:

- **DE SERVICIO:** consiste en unir el neutro de algunos equipos como transformadores a tierra para asegurar su correcto funcionamiento.
- **DE PROTECCIÓN:** para proteger contra contactos indirectos.

Para cumplir con esta ITC, se ha utilizado en nuestra instalación electrodos de tierra enterrados bajo los cimientos de la misma como son, por ejemplo:

- ✓ **Picas de cobre desnudo:** las cuales tienen una longitud de 2 metros y se clavan en la tierra por completo.
- ✓ **Conductor de cobre desnudo:** se entierra directamente bajo los cimientos de la instalación con el objetivo de estar en contacto con el terreno a la hora de disipar una corriente de defecto.
- ✓ **Mallazo:** cumple la misma función que los anteriores electrodos, pero abarcan más superficie, pero en contraparte, menor profundidad.

Es muy importante la instalación de estos electrodos y la correcta disposición de las puestas a tierra de la instalación, ya que su función es disipar una corriente de defecto inusual en el terreno para evitar diferencias de potencial peligrosas para las personas.

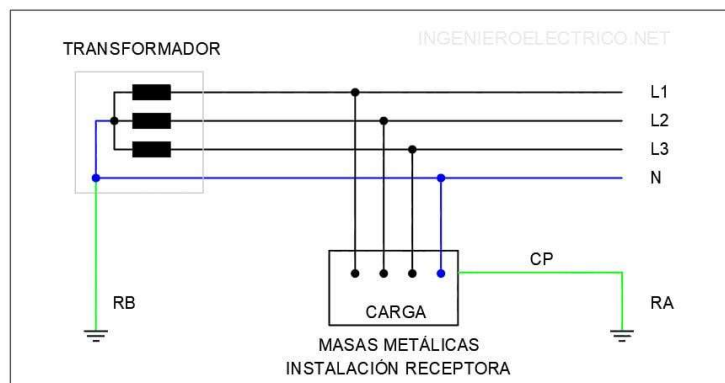


Figura 36: puesta a tierra de servicio y protección de un transformador [57]

❖ RECEPTORES

Los receptores de nuestra instalación deben cumplir sus normativas correspondientes y se pueden dividir en 3 tipos, los cuales trataremos a continuación y los cuales deberán cumplir con lo establecido en la ITC-BT-43 del REBT, dedicada a los diferentes tipos de receptores de la instalación:

Alumbrado

Según el apartado HE-3 de Código Técnico de Edificación (CTE), se determina que todos los edificios deben disponer de instalaciones de alumbrado adecuadas al trabajo realizado y a la vez eficaces energéticamente hablando.

Para conseguir esa eficiencia energética mencionada, se debe disponer de un sistema externo a cada cuadro y subcuadro que permita la regulación de dichos circuitos, evitando así la mala utilización de la iluminación y reduciendo consumos en horas innecesarias.

Este control se puede lograr utilizando mecanismos de encendidos y apagados temporales o con detectores de presencia en zonas de uso esporádico o menos habitual y con mecanismos de encendido y apagado en zonas donde se vayan a desarrollar actividades durante más tiempo a lo largo del día.

En nuestra instalación utilizaremos 3 tipos de alumbrados diferentes, cada uno dedicado a unas zonas en concreto o a unas situaciones específicas:

- **Alumbrado interior:** este se encontrará dentro de las diferentes zonas y habitáculos de la instalación, proporcionando iluminación en cada parte de la bodega. Cabe destacar que se puede distinguir entre el alumbrado de la nave y el del resto de zonas, ya que el de la nave no contará con un encendido manual, sino que contará con encendido mediante sensores de luminosidad, y tiempo, los cuales activarán las luces cuando detecten que hay menos de cierta cantidad de luz en la nave y que se encuentran dentro de cierta franja horaria.
- **Alumbrado exterior:** este se situará en cada una de las 4 fachadas de la bodega, y tendrá un sistema de encendido por sensor de luminosidad, al igual que ocurre en la nave, pero esta vez sin estar limitado por la hora, ya que se encuentran al aire libre.

- **Alumbrado de emergencia:** este tendrá la función de señalar las salidas de emergencia y visibilizar la ruta de salida más cercana en caso de pérdida de suministro eléctrico de la instalación de alumbrado.

Motores

Los motores o cargas similares consideradas como tal para la simplificación de los cálculos cumplirán con el Reglamento (UE) 2019/1781 de la Comisión, de 1 de octubre de 2019, por el que se establecen requisitos de diseño ecológico para los motores eléctricos y los variadores de velocidad de conformidad con la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

Estas cargas se encuentran principalmente alojadas en las líneas del proceso productivo, y estarán reguladas en algunos casos mediante variadores de velocidad, los cuales supondrán un pequeño aumento de consumo en la instalación pero que hemos decidido obviar para la simplificación de los cálculos.

Usos Varios

Estos receptores son considerados principalmente las tomas de corriente tanto monofásicas como trifásicas que se añadirán a la instalación para la alimentación de equipos auxiliares en momentos puntuales, y no para la alimentación de equipos en régimen permanente.

Estos equipos están diseñados para suministrar un punto de conexión a 230V en caso de las tomas de corriente monofásicas, y a 400V en caso de las tomas de corriente trifásicas.

❖ **COMPENSACIÓN DE POTENCIA REACTIVA:**

Uno de los grandes problemas de las instalaciones industriales como es nuestro caso, es el posible desajuste entre la potencia activa y reactiva, provocado principalmente por los receptores que poseen en su interior reactancias, principal y normalmente inductivas, como pueden ser los motores, ya estas aportan directamente potencia reactiva a nuestra instalación, aumentando así la potencia aparente necesaria para el funcionamiento de la instalación y aumentando por ejemplo las caídas de tensión en las líneas.

Esto se puede resumir en que el factor de potencia de nuestra instalación empeora, llegando a poder alcanzar valores muy malos como menos de 0,9, y recibiendo por ello penalizaciones del gestor de la red de distribución.

La manera de resolver este inconveniente y mejorar así el factor de potencia de nuestra instalación es mediante la instalación de baterías de condensadores conectadas en paralelo directamente a nuestro Cuadro General de Distribución.

Estas baterías deben cumplir con la ITC-BT-43 del REBT, y serán de obligatoria instalación cuando el factor de potencia de la instalación sea inferior a 0,95.

2.14 DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica objeto de este proyecto tendrá como alcance desde el punto de conexión a la red de Alta Tensión, situado en la ST SERRADA, a 621 metros de nuestro centro de transformación hasta los puntos de consumo de la instalación de baja tensión ubicados en la bodega y gestionados mediante el Cuadro General de Distribución, situado en el interior del Centro de Transformación.

Al constar de 3 instalaciones, se requerirán 3 proyectos para la instalación eléctrica, los cuales trataremos a continuación en el orden mencionado y son los siguientes:

1. PROYECTO DE LA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN.
2. PROYECTO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.
3. PROYECTO DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.

Estos proyectos estarán regulados por la normativa vigente y aplicable a este proyecto y seguirán los criterios aplicados en el apartado “2.13 INSTALACIÓN ELÉCTRICA” DE ESTE PROYECTO.

2.14.1 LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN

La Línea de Media Tensión diseñada para nuestra instalación conectará el centro de transformación de nuestra instalación con la Subestación alimentadora, concretamente la ST SERRADA, y se conectará en las barras de 13,2 kV de dicha subestación.

La línea tendrá una longitud aproximada de 621 metros, estará a una tensión de 13,2 kV y a una frecuencia de 50 Hz.

Dicha línea se dispondrá enterrada bajo tubo y constará de 3 conductores unipolares RHZ1 H16 de aluminio de sección de 95 mm², para una tensión de 12/20 kV y estará protegida por un interruptor automático para protegerlo de sobreintensidades y una serie de autoválvulas de poder de corte de 10 kA y tensión más elevada soportada de 18 kV que la protegerán de sobretensiones atmosféricas.

Esta línea también estará diseñada para soportar un futuro aumento del 10% de la potencia instalada de la bodega.

2.14.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El Centro de Transformación prefabricado elegido para nuestra instalación será de la marca ORMAZABAL, con dimensiones 8 x 4 metros, y estará ubicado dentro de la instalación, más concretamente dentro de la nave industrial.

Dicho Centro de Transformación contará con las condiciones de diseño adecuadas para su utilización dentro de la instalación, separando el propio transformador del espacio habilitado para maniobras mediante una rejilla que impida su manipulación sin autorización y estará ventilado mediante rejillas que permitan su ventilación y comunicación con el exterior del mismo.

A continuación, se describen las celdas utilizadas:

- **CELDA DE LÍNEA:** se utilizará para recibir los conductores que forman la línea de media tensión.
- **CELDA DE MEDIDA:** portará los equipos de medida, los cuales se encargarán de la medición de la energía consumida para su posterior facturación por parte de la distribuidora.
- **CELDA DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO:** proporcionará protección al transformador, esta vez mediante un interruptor automático con capacidad de corte en carga.

Los cuadros que se instalarán dentro del Centro de transformación son los siguientes:

- **CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN DE BAJA TENSIÓN:** será el encargado de recibir los conductores procedentes del secundario del transformador y será el encargado de albergar las protecciones de las líneas de alimentación de los subcuadros de nivel 1.
- **CUADROS DE SERVICIOS AUXILIARES DEL CT:** dedicado a albergar las protecciones para los circuitos de alumbrado y fuerza del propio centro de transformación.
- **BATERÍAS DE CONDENSADORES:** serán las encargadas de aportar potencia reactiva capacitiva a la instalación para corregir el factor de potencia de la instalación, para llevar este valor de 0,9 a 0,98.

Para terminar, el transformador elegido para nuestra instalación es un transformador trifásico de la marca JARA S.A. de funcionamiento a 50 Hz y de aislamiento en seco, con relación de transformación 13.200 / 400 V y con

capacidad de regulación en vacío del $\pm 2,5\%$ y con 5 tomas intermedias de regulación.

Además, el Centro de Transformación cuenta con espacio y capacidad suficientes para posibilitar una ampliación de un 10% en la potencia instalada, y no se dispondrá de transformador de reserva en la instalación.

2.14.3 INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN:

Este apartado consiste en la explicación del diseño de la red de distribución de baja tensión utilizada para la alimentación a 400 V y 230 V de los equipos eléctricos utilizados en la bodega.

La alimentación de esta instalación proviene del embarrado de baja tensión del Cuadro General de Distribución situado en el Cetro de Transformación Prefabricado de relación de transformación 13,2 / 0,4 kV, de marca Ormazabal.

Este cuadro general dará alimentación a los diferentes subcuadros de la instalación, los cuales estarán divididos en subniveles para una mejor organización de la instalación eléctrica y, los cuales albergarán a su vez los diferentes puntos de consumo de la bodega.

A continuación, un desglose de las características de los diferentes cuadros y subcuadros separados por niveles:

Cuadro General de Distribución de Baja Tensión (CGDBT)

Este cuadro estará situado en el interior del Centro de Transformación y su esquema de la distribución de los diferentes interruptores automáticos que alberga es el siguiente:

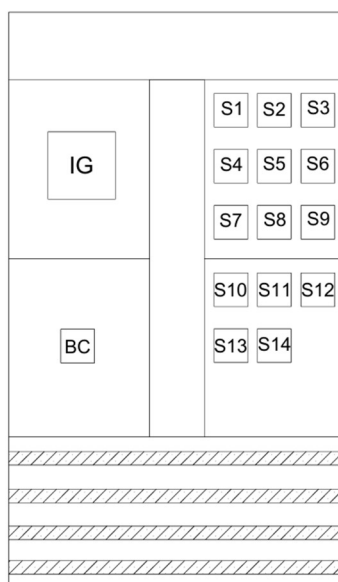


Figura 37: boceto de la CGDBT (Fuente: elaboración propia)

A continuación, se detallan las especificaciones necesarias para el cálculo posterior:

Estas son las especificaciones de la línea que alimentará al CGDBT.

PUNTO DE CONEXIÓN	REFERENCIA	INSTALACIÓN RECEPTORA			
Bornas BT Trafo TRANSFORM.		CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN			
		Tensión (V)	Longitud (m)	F. Sim.	cos ϕ
		400 / 230	5	0,9	0,98

Tabla 5: características del transformados (Fuente: elaboración propia)

Estos son los interruptores automáticos que posee el CGD y sus referencias de ahora en adelante.

INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS DEL CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN			
IG	INTERRUPTOR GENERAL	S7	SERVICIOS Y VESTUARIOS
BC	BATERÍA DE CONDENSADORES	S8	ALMACÉN DE MATERIA PRIMA
S1	LÍNEA DE VINO BLANCO	S9	ALMACÉN DE PRODUCTOS PROC.
S2	LÍNEA DE VINO TINTO	S10	ALMACÉN DE BARRICAS
S3	MUELLE DE CARGA	S11	LABORATORIO
S4	EXPEDICIONES	S12	TALLER
S5	RECEPCIÓN - TIENDA	S13	SALA DE SERVICIOS COMUNES
S6	OFICINAS	S14	ALUMBRADO Y FUERZA GENERAL

Tabla 6: características de la CGDBT (Fuente: elaboración propia)

Y estas son las especificaciones de las líneas que partirán desde el CGDBT hasta los diferentes subcuadros de Nivel 1.

LÍNEAS DEL CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN				
REF. CIRCUITO	INSTALACIÓN RECEPTORA			
S1. CGD - LVB	Alimentación subcuadro Nivel 1: Línea Vino Blanco			
	Tensión (V)	Longitud (m)	F. Sim.	$\cos\varphi$
	400	97	0,9	0,85
S2. CGD - LVT	Alimentación subcuadro Nivel 1: Línea Vino Tinto			
	Tensión (V)	Longitud (m)	F. Sim.	$\cos\varphi$
	400	101	0,9	0,85
S1. CGD - MC	Alimentación subcuadro Nivel 1: Muelle de Carga			
	Tensión (V)	Longitud (m)	F. Sim.	$\cos\varphi$
	400	99	0,6	0,9
S4. CGD - EX	Alimentación subcuadro Nivel 1: Expediciones			
	Tensión (V)	Longitud (m)	F. Sim.	$\cos\varphi$
	400/230	76	0,6	0,9
S5. CGD - RT	Alimentación subcuadro Nivel 1: Recepción y Tienda			
	Tensión (V)	Longitud (m)	F. Sim.	$\cos\varphi$
	230	66	0,8	0,9
S6. CGD - OF	Alimentación subcuadro Nivel 1: Oficinas			
	Tensión (V)	Longitud (m)	F. Sim.	$\cos\varphi$
	230	33	0,8	0,9
S7. CGD - AYV	Alimentación subcuadro Nivel 1: Aseos y Vestuarios			
	Tensión (V)	Longitud (m)	F. Sim.	$\cos\varphi$
	230	23	0,4	0,9
S8. CGD - AMP	Alimentación subcuadro Nivel 1: Almacén de Materia Prima			
	Tensión (V)	Longitud (m)	F. Sim.	$\cos\varphi$
	400/230	88	0,6	0,9
S9. CGD - APP	Alimentación subcuadro Nivel 1: Almacén de Productos Proc.			
	Tensión (V)	Longitud (m)	F. Sim.	$\cos\varphi$
	400/230	104	0,6	0,9
S10. CGD - AB	Alimentación subcuadro Nivel 1: Almacén de Barricas			
	Tensión (V)	Longitud (m)	F. Sim.	$\cos\varphi$
	400/230	119	0,6	0,9
S11. CGD - LBT	Alimentación subcuadro Nivel 1: Laboratorio			
	Tensión (V)	Longitud (m)	F. Sim.	$\cos\varphi$
	400/230	102	0,6	0,9
S12. CGD - TLL	Alimentación subcuadro Nivel 1: Taller			
	Tensión (V)	Longitud (m)	F. Sim.	$\cos\varphi$
	400/230	89	0,6	0,9
S13. CGD - SCC	Alimentación subcuadro Nivel 1: Sala de Servicios Comunes			
	Tensión (V)	Longitud (m)	F. Sim.	$\cos\varphi$
	400/230	74	0,7	0,9
S14. CGD - AFG	Alimentación subcuadro Nivel 1: Alumbrado y Fuerza General			
	Tensión (V)	Longitud (m)	F. Sim.	$\cos\varphi$
	400/230	106	0,4	0,9
BC	Alimentación subcuadro Nivel 1: Batería de Condensadores			
	Tensión (V)	Longitud (m)	F. Sim.	$\cos\varphi$
	400	3	1	0,98

Tabla 7: características de las líneas del CGDBT (Fuente: elaboración propia)

Subcuadros de Nivel 1

Estas son las especificaciones de las líneas que colgarán de los subcuadros de nivel 1.

LÍNEAS DE LOS SUBCUADROS DE NIVEL 1				
REF. CUADRO	INSTALACIÓN RECEPTORA			
LVB	LÍNEA DE VINO BLANCO			
	Sinfines Rotativos			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	20	15	0,85
	Mesa Vibratoria			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	30	12,5	0,85
	Prensa Neumática			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	38	30	0,85
	Alimentación subcuadro Nivel 2: Bombas Línea Vino Blanco			
	Tensión (V)	Longitud (m)	F. Sim.	cos ϕ
	400	38	0,9	0,85
	Alimentación subcuadro Nivel 2: Unidad Frío Línea Vino Blanco			
	Tensión (V)	Longitud (m)	F. Sim.	cos ϕ
	400	30	0,8	0,85
	Alimentación subcuadro Nivel 2: Línea Embotellado VB Gama Est.			
	Tensión (V)	Longitud (m)	F. Sim.	cos ϕ
	400	92	0,8	0,85
	Alimentación subcuadro Nivel 2: Línea Embotellado VB Gama Alta			
	Tensión (V)	Longitud (m)	F. Sim.	cos ϕ
	400	87	0,8	0,85
	Clarificador Centrífugo			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	43	16,4	0,85
	Filtradora de Membrana			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	55	11	0,85

LVT	LÍNEA DE VINO TINTO			
	Sinfines Rotativos			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	10	15	0,85
	Mesa Vibratoria			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	25	12,5	0,85
	Despalilladora			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	32	17,5	0,85
	Prensa Neumática			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	35	30	0,85
	Alimentación subcuadro Nivel 2: Bombas Línea Vino Tinto			
	Tensión (V)	Longitud (m)	F. Sim.	cos ϕ
	400	126	0,9	0,85
	Alimentación subcuadro Nivel 2: Unidad Frío Línea Vino Blanco			
	Tensión (V)	Longitud (m)	F. Sim.	cos ϕ
	400	89	0,8	0,85
	Alimentación subcuadro Nivel 2: Línea Embotellado VT Gama Est.			
	Tensión (V)	Longitud (m)	F. Sim.	cos ϕ
	400	95	0,8	0,85
	Alimentación subcuadro Nivel 2: Línea Embotellado VT Gama Est.			
	Tensión (V)	Longitud (m)	F. Sim.	cos ϕ
	400	92	0,8	0,85
	Clarificador Centrífugo			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	118	16,4	0,85
	Filtradora de Membrana			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	106	11	0,85
MC	MUELLE DE CARGA			
	Báscula			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	10	3	0,85
	Alumbrado Muelle Carga			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	15	1,2	0,9
	Tomas de Corriente Monofásicas Muelle Carga			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	5	6	0,9
	Tomas de Corriente Trifásicas Muelle Carga			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	6	20	0,9

EX	EXPEDICIONES			
	Alumbrado Expediciones			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	15	2,4	0,9
	Tomas de Corriente Monofásicas Expediciones			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	10	6	0,9
	Tomas de Corriente Trifásicas Expediciones			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	11	20	0,9
RT	RECEPCIÓN Y TIENDA			
	Alumbrado Recepción y Tienda			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	7	1,2	0,9
	Tomas de Corriente Monofásicas Recepción y Tienda			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	7	18	0,9
OF	OFICINAS			
	Alumbrado Oficinas			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	10	2,4	0,9
	Tomas de Corriente Monofásicas Oficinas			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	10	18	0,9
AYV	ASEOS Y VESTUARIOS			
	Alumbrado Aseos y Vestuarios			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	5	1,2	0,9
	Tomas de Corriente Monofásicas Aseos y Vestuarios			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	5	6	0,9
AMP	ALMACÉN DE MATERIA PRIMA			
	Alumbrado Almacén Materia Prima			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	15	2,4	0,9
	Tomas de Corriente Monofásicas Almacén Materia Prima			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	15	6	0,9
	Tomas de Corriente Trifásicas Almacén Materia Prima			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	16	20	0,9

APP	ALMACÉN DE PRODUCTOS PROCESADOS			
	Alumbrado Almacén Productos Procesados			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	15	2,4	0,9
	Tomas de Corriente Monofásicas Almacén Productos Procesados			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	15	6	0,9
	Tomas de Corriente Trifásicas Almacén Productos Procesados			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
AB	400	16	20	0,9
	ALMACÉN DE BARRICAS			
	Alumbrado Almacén Barricas			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	15	1,2	0,9
	Tomas de Corriente Monofásicas Almacén Barricas			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	15	6	0,9
	Tomas de Corriente Trifásicas Almacén Barricas			
LBT	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	16	20	0,9
	LABORATORIO			
	Alumbrado Laboratorio			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	13	2,4	0,9
	Tomas de Corriente Monofásicas Laboratorio			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	13	12	0,9
TLL	Tomas de Corriente Trifásicas Laboratorio			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	14	30	0,9
	TALLER			
	Alumbrado Taller			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	8	2,4	0,9
	Tomas de Corriente Monofásicas Taller			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
TLL	230	6	9	0,9
	Tomas de Corriente Trifásicas Taller			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
TLL	400	7	30	0,9

SCC	SALA DE SERVICIOS COMUNES			
	Alumbrado Sala SSCC			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	8	1,2	0,9
	Tomas de Corriente Monofásicas Sala SSCC			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	5	6	0,9
	Tomas de Corriente Trifásicas Sala SSCC			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	6	20	0,9
	Grupo de Climatización			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	10	14	0,85
	Grupo de Compresión			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	13	19	0,85
	Grupo de Presión de Agua			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	12	6,5	0,85

AFG	ALUMBRADO Y FUERZA GENERAL			
	ALUMBRADO INTERIOR			
	Línea 1 Alumbrado de la Nave			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	Consumos en ruta	0,9	
	Línea 2 Alumbrado de la Nave			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	Consumos en ruta	0,9	
	Línea 3 Alumbrado de la Nave			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	Consumos en ruta	0,9	
	Línea 4 Alumbrado de la Nave			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	Consumos en ruta	0,9	
	Línea 5 Alumbrado de la Nave			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	Consumos en ruta	0,9	
	Línea 6 Alumbrado de la Nave			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	Consumos en ruta	0,9	
	Línea 1 Alumbrado de Emergencia			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	Consumos en ruta	0,9	
	Línea 2 Alumbrado de Emergencia			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	Consumos en ruta	0,9	
	Línea 3 Alumbrado de Emergencia			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	Consumos en ruta	0,9	
	TOMAS DE CORRIENTE MONOFÁSICAS			
	Línea 1 Tomas de Corriente Monofásicas de la Nave			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	Consumos en ruta	0,9	
	Línea 2 Tomas de Corriente Monofásicas de la Nave			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	Consumos en ruta	0,9	
	Línea 3 Tomas de Corriente Monofásicas de la Nave			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	Consumos en ruta	0,9	
	Línea 4 Tomas de Corriente Monofásicas de la Nave			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	Consumos en ruta	0,9	
	Línea 5 Tomas de Corriente Monofásicas de la Nave			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	Consumos en ruta	0,9	
	Línea 6 Tomas de Corriente Monofásicas de la Nave			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	230	Consumos en ruta	0,9	

TOMAS DE CORRIENTE TRIFÁSICAS			
Línea 1 Tomas de Corriente Trifásicas de la Nave			
Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
400	Consumos en ruta		0,9
Línea 2 Tomas de Corriente Trifásicas de la Nave			
Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
400	Consumos en ruta		0,9
Línea 3 Tomas de Corriente Trifásicas de la Nave			
Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
400	Consumos en ruta		0,9
Línea 4 Tomas de Corriente Trifásicas de la Nave			
Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
400	Consumos en ruta		0,9
Línea 5 Tomas de Corriente Trifásicas de la Nave			
Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
400	Consumos en ruta		0,9
Línea 6 Tomas de Corriente Trifásicas de la Nave			
Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
400	Consumos en ruta		0,9
ALIMENTACIÓN SUBCUADRO ALUMBRADO EXTERIOR			
Tensión (V)	Longitud (m)	F. Sim.	cos ϕ
230	25	0,5	0,9

Tabla 8: líneas de los subcuadros de nivel 1 (Fuente: elaboración propia)

CONSUMOS EN RUTA DEL SUBCUADRO “ALUMBRADO Y FUERZA GENERAL”								
CARACTERÍSTICAS	INSTALACIÓN RECEPTORA							
ALUMBRADO INTERIOR DE LA NAVE								
	Línea 1 Alumbrado de la Nave							
Tramo	1	2	3	4	5	6		
Longitud (m)	10	8	8	8	8	8		
Potencia (kW)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3		
	Línea 2 Alumbrado de la Nave							
Tramo	1	2	3	4	5	6		
Longitud (m)	30	8	8	8	8	8		
Potencia (kW)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3		
	Línea 3 Alumbrado de la Nave							
Tramo	1	2	3	4	5	6		
Longitud (m)	25	8	8	8	8	8		
Potencia (kW)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3		
	Línea 4 Alumbrado de la Nave							
Tramo	1	2	3	4	5	6		
Longitud (m)	45	8	8	8	8	8		
Potencia (kW)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3		
	Línea 5 Alumbrado de la Nave							
Tramo	1	2	3	4	5	6		
Longitud (m)	40	8	8	8	8	8		
Potencia (kW)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3		
	Línea 6 Alumbrado de la Nave							
Tramo	1	2	3	4	5	6		
Longitud (m)	65	8	8	8	8	8		
Potencia (kW)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3		
	Línea 1 Alumbrado de Emergencia							
Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8
Longitud (m)	10	8	8	8	8	8	8	8
Potencia (kW)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Línea 2 Alumbrado de Emergencia							
Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8
Longitud (m)	25	8	8	8	8	8	8	8
Potencia (kW)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Línea 3 Alumbrado de Emergencia							
Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8
Longitud (m)	40	8	8	8	8	8	8	8
Potencia (kW)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

TOMAS DE CORRIENTE MONOFÁSICAS DE LA NAVE						
Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud (m)	20	7	7	7	7	7
Potencia (kW)	3	3	3	3	3	3
Línea 2 Tomas de Corriente Monofásicas de la Nave						
Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud (m)	40	7	7	7	7	7
Potencia (kW)	3	3	3	3	3	3
Línea 3 Tomas de Corriente Monofásicas de la Nave						
Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud (m)	35	7	7	7	7	7
Potencia (kW)	3	3	3	3	3	3
Línea 4 Tomas de Corriente Monofásicas de la Nave						
Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud (m)	55	7	7	7	7	7
Potencia (kW)	3	3	3	3	3	3
Línea 5 Tomas de Corriente Monofásicas de la Nave						
Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud (m)	50	7	7	7	7	7
Potencia (kW)	3	3	3	3	3	3
Línea 6 Tomas de Corriente Monofásicas de la Nave						
Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud (m)	70	7	7	7	7	7
Potencia (kW)	3	3	3	3	3	3
TOMAS DE CORRIENTE TRIFÁSICAS DE LA NAVE						
Línea 1 Tomas de Corriente Trifásicas de la Nave						
Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud (m)	20	7	7	7	7	7
Potencia (kW)	10	10	10	10	10	10
Línea 2 Tomas de Corriente Trifásicas de la Nave						
Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud (m)	40	7	7	7	7	7
Potencia (kW)	10	10	10	10	10	10
Línea 3 Tomas de Corriente Trifásicas de la Nave						
Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud (m)	35	7	7	7	7	7
Potencia (kW)	10	10	10	10	10	10
Línea 4 Tomas de Corriente Trifásicas de la Nave						
Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud (m)	55	7	7	7	7	7
Potencia (kW)	10	10	10	10	10	10
Línea 5 Tomas de Corriente Trifásicas de la Nave						
Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud (m)	50	7	7	7	7	7
Potencia (kW)	10	10	10	10	10	10
Línea 6 Tomas de Corriente Trifásicas de la Nave						
Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud (m)	70	7	7	7	7	7
Potencia (kW)	10	10	10	10	10	10

Tabla 9: consumos en ruta de los subcuadros de nivel 1 (Fuente: elaboración propia)

Subcuadros de Nivel 2

Estas son las especificaciones de cada circuito de los subcuadros de nivel 2.

LÍNEAS DE LOS SUBCUADROS DE NIVEL 2				
REF. CUADRO	INSTALACIÓN RECEPTORA			
VBGE	LÍNEA VINO BLANCO GAMA ESTANDAR			
	Llenadora			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	20	6,5	0,85
	Taponadora			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	17	7	0,85
	Etiquetadora			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	14	5,6	0,85
	Empaquetadora			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	11	9	0,85
	Enfardadora			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	8	9,5	0,85
VBGA	LÍNEA VINO BLANCO GAMA ALTA			
	Llenadora			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	22	6,5	0,85
	Taponadora			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	19	7	0,85
	Etiquetadora			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	16	5,6	0,85
	Empaquetadora			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	13	9	0,85
	Enfardadora			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	10	9,5	0,85
UFVB	UNIDADES FRIGORÍFICAS DE LA LÍNEA VINO BLANCO			
	Unidad Frigorífica 1			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	26	25	0,85
	Unidad Frigorífica 2			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	33	25	0,85

BLVB	BOMBAS DE LA LINEA VINO BLANCO			
	Bomba 1			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	33	4,5	0,85
	Bomba 2			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	40	4,5	0,85
	Bomba 3			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	40	4,5	0,85
	Bomba 4			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	50	4,5	0,85
	Bomba 5			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	60	4,5	0,85
VTGE	LÍNEA VINO TINTO GAMA ESTANDAR			
	Llenadora			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	30	6,5	0,85
	Taponadora			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	27	7	0,85
	Etiquetadora			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	24	5,6	0,85
	Empaquetadora			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	21	9	0,85
	Enfardadora			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	18	9,5	0,85
VTGA	LÍNEA VINO TINTO GAMA ALTA			
	Llenadora			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	20	6,5	0,85
	Taponadora			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	17	7	0,85
	Etiquetadora			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	14	5,6	0,85
	Empaquetadora			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	11	9	0,85
	Enfardadora			
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cos ϕ
	400	8	9,5	0,85

UFVT	UNIDADES FRIGORÍFICAS DE LA LÍNEA VINO TINTO				
	Unidad Frigorífica 1				
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cosϕ	
	400	4	25	0,85	
	Unidad Frigorífica 2				
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cosϕ	
400	11	25	0,85		
BLVT	BOMBAS DE LA LÍNEA VINO TINTO				
	Bomba 1				
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cosϕ	
	400	64	4,5	0,85	
	Bomba 2				
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cosϕ	
	400	71	4,5	0,85	
	Bomba 3				
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cosϕ	
	400	79	4,5	0,85	
	Bomba 4				
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cosϕ	
	400	81	4,5	0,85	
	Bomba 5				
	Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia (kW)	cosϕ	
	400	71	4,5	0,85	
	AEXT	ALUMBRADO EXTERIOR			
		Línea Alumbrado Exterior Fachada Norte			
Tensión (V)		Longitud (m)	Potencia (kW)	cosϕ	
400		Consumos en ruta		0,9	
Línea Alumbrado Exterior Fachada Sur					
Tensión (V)		Longitud (m)	Potencia (kW)	cosϕ	
400		Consumos en ruta		0,9	
Línea Alumbrado Exterior Fachada Este					
Tensión (V)		Longitud (m)	Potencia (kW)	cosϕ	
400		Consumos en ruta		0,9	
Línea Alumbrado Exterior Fachada Oeste					
Tensión (V)		Longitud (m)	Potencia (kW)	cosϕ	
400		Consumos en ruta		0,9	

Tabla 10: líneas de los subcuadros de nivel 2 (Fuente: elaboración propia)

CONSUMOS EN RUTA DEL SUBCUADRO “ALUMBRADO EXTERIOR”						
CARACTERÍSTICAS	INSTALACIÓN RECEPTORA					
	Línea Alumbrado Exterior Fachada Norte					
Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud (m)	50	20	20	20	20	20
Potencia (kW)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	Línea Alumbrado Exterior Fachada Sur					
Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud (m)	42	20	20	20	20	20
Potencia (kW)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	Línea Alumbrado Exterior Fachada Este					
Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud (m)	90	10	10	10	10	10
Potencia (kW)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	Línea Alumbrado Exterior Fachada Oeste					
Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud (m)	47	7	7	7	7	7
Potencia (kW)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

Tabla 11: consumos en ruta de los subcuadros de nivel 2 (Fuente: elaboración propia)

CONSUMO TOTAL DE LA INSTALACIÓN:

Una vez conocidas las necesidades de todas las cargas eléctricas de la bodega objeto de proyecto, se muestra en la siguiente tabla a modo de resumen, los consumos de cada circuito del cuadro general teniendo en cuenta los factores de simultaneidad correspondientes en cada caso:

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO	NOMBRE DEL CIRCUITO	POTENCIA PROYECTADA A INSTALAR (kW)
S1	LÍNEA DE VINO BLANCO	232,6
S2	LÍNEA DE VINO TINTO	250,1
S3	MUELLE DE CARGA	30,2
S4	EXPEDICIONES	28,4
S5	RECEPCIÓN - TIENDA	19,2
S6	OFICINAS	20,4
S7	SERVICIOS Y VESTUARIOS	7,2
S8	ALMACÉN DE MATERIA PRIMA	28,4
S9	ALMACÉN DE PRODUCTOS PROC.	28,4
S10	ALMACÉN DE BARRICAS	27,2
S11	LABORATORIO	44,4
S12	TALLER	41,4
S13	SALA DE SERVICIOS COMUNES	65,7
S14	ALUMBRADO Y FUERZA GENERAL	498
POTENCIA TOTAL PROYECTADA		1.321,6
POTENCIA TOTAL PROYECTADA CON UN 10% DE SOBREDIMENSIONAMIENTO		1.453,8

Tabla 12: consumos totales por circuito (Fuente: elaboración propia)

Si sumamos el total de las cargas estimadas en la instalación obtenemos la potencia activa necesaria para nuestra instalación, la cual sería de 1.321,6 kW, pero a este resultado se le va a aplicar un sobredimensionamiento de un 10% para evitar problemas de sobrecargas en las líneas, llegando a la conclusión de que nuestra instalación consumirá una potencia estimada de 1.453,8 kW.

2.15 CARGAS ELÉCTRICAS NECESARIAS

A continuación, se describen las cargas eléctricas traducidas a potencia que van a influir únicamente en el proceso productivo, separando las líneas de producción del vino blanco de las del vino tinto.

2.15.1 CARGAS DEL PROCESO PRODUCTIVO

Como se ha mencionado anteriormente, este proceso productivo se va a dividir en 4 líneas, de las cuales 2 de ellas serán utilizadas para el proceso productivo del vino tinto, uno para vino de mayor calidad con crianza y la otra para vino de menor calidad, sin crianza, y los 2 restantes para el proceso productivo del vino blanco, con crianza y sin ella también.

A pesar de la diferencia de crianza, la única variación que esto repercute en el proceso productivo es el tiempo en bodega, por lo que se utilizará la misma maquinaria en cada línea de cada tipo de vino, independientemente de la calidad del propio vino.

A continuación, se muestra una tabla con los consumos divididos por líneas de fabricación:

CARGAS ELÉCTRICAS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN VINO BLANCO				
Nº líneas de fabricación	Máquina	Unidades	Potencia unitaria (kW)	Potencia total (kW)
2	Sinfín Transportador	2	15,0	30,0
	Mesa Vibratoria	1	12,5	12,5
	Bomba	5	4,5	22,5
	Prensa neumática	1	30,0	30,0
	Unidad frigorífica	2	25,0	50,0
	Clarificador centrifugo	1	16,4	16,4
	Filtro de membrana (cross-flow)	1	11,0	11,0
	Llenadora automática	2	6,5	13,0
	Taponadora automática	2	7,0	14,0
	Etiquetadora rotativa	2	5,6	11,2
	Empaquetadora automática	2	9,0	18,0
	Enfardadora automática	2	9,5	19,0
POTENCIA DE UNA SOLA LÍNEA (kW)				210,0
POTENCIA TOTAL DE LAS LINEAS (kW)				247,6

Tabla 13: cargas eléctricas vino blanco (Fuente: elaboración propia)

CARGAS ELÉCTRICAS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN VINO TINTO				
Nº líneas de fabricación	Máquina	Unidades	Potencia unitaria (kW)	Potencia total (kW)
2	Sinfín Transportador	2	15,0	30,0
	Mesa Vibratoria	1	12,5	12,5
	Despalilladora – Estrujadora	1	17,5	17,5
	Bomba	5	4,5	22,5
	Prensa neumática	1	30,0	30,0
	Unidad frigorífica	2	25,0	50,0
	Clarificador centrifugo	1	16,4	16,4
	Filtro de membrana (cross-flow)	1	11,0	11,0
	Llenadora automática	2	6,5	13,0
	Taponadora automática	2	7,0	14,0
	Etiquetadora rotativa	2	5,6	11,2
	Empaquetadora automática	2	9,0	18,0
	Enfardadora automática	2	9,5	19,0
	POTENCIA DE UNA SOLA LÍNEA (kW)			227,5
	POTENCIA TOTAL DE LAS LINEAS (kW)			265,1

Tabla 14: cargas eléctricas vino tinto (Fuente: elaboración propia)

2.15.2 CARGAS DE SERVICIOS AUXILIARES

SERVICIOS AUXILIARES COMUNES:

Los servicios auxiliares de la nave abarcarán los consumos de la iluminación, tanto interior como exterior de la nave, el circuito de fuerza de la nave, dedicado a tomas de corriente monofásicas y trifásicas, y el sistema de refrigeración de la nave, para mantener la temperatura baja durante el proceso productivo.

- **ALUMBRADO:** se utilizará para alimentar el alumbrado tanto interior como exterior de la bodega.
- **TOMAS DE CORRIENTE:** se instalarán ubicadas en cuadros auxiliares y cerca de zonas donde puedan ser útiles, conteniendo tomas de corriente monofásicas a 230V y trifásicas a 400V.

SERVICIOS AUXILIARES CENTRALIZADOS:

Los servicios auxiliares comunes abarcarán los consumos de equipos cuya función sea proporcionar algún bien necesario en cualquier lugar de la instalación como puede ser:

- **GRUPO DE COMPRESIÓN:** dedicado a alimentar el grupo que suministrará aire a presión mediante un circuito neumático a través de toda la bodega.
- **GRUPO DE PRESIÓN DE AGUA:** dedicado a alimentar el grupo que suministrará presión al agua de la instalación para su correcto desplazamiento a través de las cañerías.
- **SISTEMA DE REFRIGERACIÓN:** se instalará un circuito dedicado a la refrigeración del ambiente de la zona industrial.



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

ÍNDICE DE CÁLCULOS

3.1	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS LSMT:	115
3.1.1	FÓRMULAS:	115
3.1.2	RESULTADOS:.....	116
3.2	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:	120
3.3	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN:	132
3.3.1	FÓRMULAS:	132
3.3.2	RESULTADOS.....	139

ÍNDICE DE TABLAS DE CÁLCULOS

Tabla 1: cálculos nudos LSMT (Fuente: elaboración propia)	117
Tabla 2: cálculos Cdt % (Fuente: elaboración propia)	117
Tabla 3: cálculos pérdidas potencia activa (Fuente: elaboración propia)	117
Tabla 4: cálculos protecciones LSMT (Fuente: elaboración propia)	117
Tabla 5: cálculos pararrayos (Fuente: elaboración propia)	118
Tabla 6: cálculos cortocircuito (Fuente: elaboración propia)	119
Tabla 7: cálculos CT (Fuente: elaboración propia)	120
Tabla 8: cálculos intensidad BT (Fuente: elaboración propia)	121
Tabla 9: cálculos Cc en AT (Fuente: elaboración propia)	122
Tabla 10: cálculos Cc en BT (Fuente: elaboración propia)	122
Tabla 11: cálculos tensión de paso exterior y acceso (Fuente: elaboración propia)	130
Tabla 12: cálculos tensión e intensidad de defecto (Fuente: elaboración propia)	131
Tabla 13: cálculos CGDBT (Fuente: elaboración propia)	139
Tabla 14: cálculos Cc CGDBT (Fuente: elaboración propia)	139
Tabla 15: resultados Subcuadro S1. CGD-LVB (Fuente: elaboración propia)	140
Tabla 16: resultados Cc Subcuadro S1. CGD-LVB (Fuente: elaboración propia)	140
Tabla 17: resultados Subcuadro L. EMB VB GAMA EST. (Fuente: elaboración propia)	140
Tabla 18: resultados Cc Subcuadro L. EMB VB GAMA EST. (Fuente: elaboración propia)...	140
Tabla 19: resultados Subcuadro L. EMB VB GAMA ALTA (Fuente: elaboración propia)	141
Tabla 20: resultados Subcuadro L. EMB VB GAMA ALTA (Fuente: elaboración propia)	141
Tabla 21: resultados Subcuadro U. FRÍO VINO BLANCO (Fuente: elaboración propia)	141
Tabla 22: resultados Subcuadro U. FRÍO VINO BLANCO (Fuente: elaboración propia)	141
Tabla 24: resultados Subcuadro U. FRÍO VINO BLANCO (Fuente: elaboración propia)	142
Tabla 26: resultados Subcuadro S2. CGD-LVT (Fuente: elaboración propia)	142
Tabla 28: resultados Subcuadro L. EMB VT GAMA EST. (Fuente: elaboración propia)	142
Tabla 30: resultados Subcuadro L. EMB VT GAMA ALTA. (Fuente: elaboración propia)	143
Tabla 32: resultados Subcuadro U. FRÍO VINO TINTO. (Fuente: elaboración propia)	143
Tabla 34: resultados Subcuadro BOMBAS VINO TINTO (Fuente: elaboración propia)	143
Tabla 36: resultados Subcuadro S3. CGD-MC (Fuente: elaboración propia)	144
Tabla 38: resultados Subcuadro S4. CGD-EX (Fuente: elaboración propia)	144
Tabla 40: resultados Subcuadro S5. CGD-RT (Fuente: elaboración propia)	144
Tabla 42: resultados Subcuadro S6. CGD-OF (Fuente: elaboración propia)	145
Tabla 44: resultados Subcuadro S7. CGD-AYV (Fuente: elaboración propia)	145
Tabla 46: resultados Subcuadro S8. CGD-AMP (Fuente: elaboración propia)	145
Tabla 48: resultados Subcuadro S9. CGD-APP (Fuente: elaboración propia)	146
Tabla 50: resultados Subcuadro S10. CGD-AB (Fuente: elaboración propia)	146
Tabla 52: resultados Subcuadro S11. CGD-LBT (Fuente: elaboración propia)	146
Tabla 54: resultados Subcuadro S12. CGD-TLL (Fuente: elaboración propia)	147
Tabla 56: resultados Subcuadro S13. CGD-SCC (Fuente: elaboración propia)	147
Tabla 58: resultados Subcuadro S14. CGD-AFG (Fuente: elaboración propia)	148
Tabla 60: resultados Subcuadro ALUMBRADO EXTERIOR (Fuente: elaboración propia)	149

3. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS:

Para la realización de estos cálculos justificativos de la instalación, hemos utilizado el software de apoyo dmELECT.

A continuación, se desglosan los cálculos empezando por la línea subterránea de media tensión, siguiendo por el centro de transformación prefabricado y terminando por la instalación de baja tensión.

3.1 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS LSMT:

3.1.1 FÓRMULAS:

Fórmulas Generales:

$$I = \frac{S \times 1000}{\sqrt{3} \times U}$$

$$e = \sqrt{3} \times I \times \left(\frac{L \times \cos\varphi}{k \times s \times n} \right) + \left(\frac{Xu \times L \times \sin\varphi}{1000 \times n} \right)$$

En donde:

- I = Intensidad en Amperios.
- e = Caída de tensión en Voltios.
- S = Potencia de cálculo en kVA.
- U = Tensión de servicio en voltios.
- s = Sección del conductor en mm².
- L = Longitud de cálculo en metros.
- K = Conductividad a 20°. Cobre 56. Aluminio 35. Aluminio-Acero 28. Aleación Aluminio 31.
- $\cos\varphi$ = Coseno de fi. Factor de potencia.
- Xu = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.
- n = N° de conductores por fase.

Fórmulas Cortocircuito:

$$I_{pccM} = \frac{S_{cc} \times 1000}{\sqrt{3} \times U}$$

Siendo:

- I_{pccM} : Intensidad permanente de c.c. máxima de la red en Amperios
- S_{cc} : Potencia de c.c. en MVA
- U : Tensión nominal en kV

$$I_{cccs} = \frac{Kc \times S}{\sqrt{tcc}}$$

Siendo:

- I_{cccs} : Intensidad de c.c. en Amperios soportada por un conductor de sección "S", en un tiempo determinado "tcc".
- S : Sección de un conductor en mm².
- tcc : Tiempo máximo de duración del c.c., en segundos.
- Kc : Cte del conductor que depende de la naturaleza y del aislamiento.

3.1.2 RESULTADOS:

Las características generales de la red son:

- Tensión(V): 13.200
- C.d.t. máx. (%): 3
- $\cos\varphi$: 0,98
- Coef. Simultaneidad: 1
- Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
 - Conductores aislados: 20
 - Conductores desnudos: 50

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (mW/m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm ²)	D.tubo (mm)	I. Admisi. (A)/Fci
1	CT BODEGAS HEMANOS ESTÉBANEZ ROMÁN S.L.	STR SERRADA	621,01	Al/0,13	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	-69,98	3x95	150	190/1

Tabla 1: cálculos nudos LSMT (Fuente: elaboración propia)

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
CT BODEGAS HEMANOS ESTÉBANEZ ROMÁN S.L.	- 24,133	13.175,867	0,183	-69,984 A (-1.600 KVA)
STR SERRADA	0	13.200	0	69,984 A (1.600 kVA)

Tabla 2: cálculos C.d.t % (Fuente: elaboración propia)

A continuación, se muestran las pérdidas de potencia activa en kW:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama. $3RI^2$ (kW)	Pérdida Potencia Activa Total, Itinerario. $3RI^2$ (kW)
1	CT BODEGAS HEMANOS ESTÉBANEZ ROMÁN S.L.	STR SERRADA	2,744	2,744

Tabla 3: cálculos pérdidas potencia activa (Fuente: elaboración propia)

Resultados obtenidos para las protecciones:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Un (kV)	U1 (kV)	U2 (kV)	Fusibles; In (Amp)	I.Aut; In/IReg (Amp)	I-Secc; In/Iter/I Fus (Amp)
1	CT BODEGAS HEMANOS ESTÉBANEZ ROMÁN S.L.	STR SERRADA	17,5	95	38		400/130	

Tabla 4: cálculos protecciones LSMT (Fuente: elaboración propia)

- $I_n(A)$: Intensidad nominal del elemento de protección o corte.
- $I_{reg}(A)$: Intensidad de regulación del relé térmico del interruptor automático.
- $I_{ter}(A)$: Intensidad nominal del relé térmico asociado al elemento de corte (seccionador interruptor).
- $I_{Fus}(A)$: Intensidad nominal de los fusibles asociados al elemento de corte (seccionador interruptor).

Resultados obtenidos para las Autoválvulas-Pararrayos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	I_n (kA)	U_n (kV)	U_1 (kV)	U_2 (kV)
1	CT BODEGAS HEMANOS ESTÉBANEZ ROMÁN S.L.	STR SERRADA	10	18	95	38

Tabla 5: cálculos pararrayos (Fuente: elaboración propia)

- $I_n(kA)$: Intensidad nominal de la autoválvula-pararrayos.
- $U_n(kV)$: Tensión más elevada de la red.
- $U_1(kV)$: Tensión de ensayo al choque con onda de impulso de 1,2/50 microsegundos. kV Cresta.
- $U_2(kV)$: Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50 Hz, bajo lluvia durante un minuto. kV Eficaces.

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

STR SERRADA - CT BODEGAS HEMANOS ESTÉBANEZ ROMÁN S.L. = 0.18 %

Según la configuración de la red, se obtienen los siguientes resultados del cálculo a cortocircuito:

- $S_{cc} = 250$ MVA.
- $U = 13$ kV.
- $t_{cc} = 0,5$ s.
- $I_{pccM} = 10.934,99$ A.

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Sección (mm ²)	I _{cccs} (A)	Prot. térmica/In	PdeC (kA)
1	CT BODEGAS HEMANOS ESTÉBANEZ ROMÁN S.L.	STR SERRADA	3x95	12.628,93	400	12,5

Tabla 6: cálculos cortocircuito (Fuente: elaboración propia)

Cálculo de Cortocircuito en Pantallas:Datos generales:

- I_{pcc} en la pantalla = 1.000 A.
- Tiempo de duración c.c. en la pantalla = 1 s.

Resultados:

- Sección pantalla = 16 mm².
- I_{cc} admisible en pantalla = 3.130 A.

3.2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:

A continuación, se muestra un desglose de las fórmulas y cálculos necesarios relativos al centro de transformación prefabricado:

1. INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN

En un transformador trifásico la intensidad del circuito primario I_p viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \times U_p}$$

siendo:

- S = Potencia del transformador en kVA.
- U_p = Tensión compuesta primaria en kV.
- I_p = Intensidad primaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	U_p (kV)	I_p (A)
Trafo 1	1600	13.2	69.98

Tabla 7: cálculos CT (Fuente: elaboración propia)

2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN

En un transformador trifásico la intensidad del circuito secundario I_s viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{S \times 1000}{\sqrt{3} \times U_s}$$

siendo:

- S = Potencia del transformador en kVA.
- U_s = Tensión compuesta secundaria en V.
- I_s = Intensidad secundaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	Us (V)	Is (A)
Trafo 1	1600	400	2309.47

Tabla 8: cálculos intensidad BT (Fuente: elaboración propia)

3. CORTOCIRCUITOS

3.1. Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad primaria de cortocircuito se tendrá en cuenta una potencia de cortocircuito de 350 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Cía suministradora.

3.2. Cálculo de corrientes de cortocircuito.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las siguientes expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de Alta Tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times U_p}$$

siendo:

- S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.
- U_p = Tensión compuesta primaria en kV.
- I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de Baja Tensión (despreciando la impedancia de la red de Alta Tensión):

$$I_{ccs} = \frac{100 \times S}{\sqrt{3} \times U_{cc} (\%) \times U_s}$$

siendo:

- S = Potencia del transformador en kVA.
- $U_{cc} (\%)$ = Tensión de cortocircuito en % del transformador.
- U_s = Tensión compuesta en carga en el secundario en V.
- I_{ccs} = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

3.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.

Scc (MVA)	Up (kV)	Iccp (kA)
350	13.2	15.31

Tabla 9: cálculos Cc en AT (Fuente: elaboración propia)

3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.

Transformador	Potencia (kVA)	Us (V)	Ucc (%)	Iccs (kA)
Trafo 1	1600	400	6	38.49

Tabla 10: cálculos Cc en BT (Fuente: elaboración propia)

4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

Las características del embarrado son:

- Intensidad asignada: 400 A.
- Límite térmico, 1 s.: 16 kA eficaces.
- Límite electrodinámico: 40 kA cresta.

Por lo tanto, dicho embarrado debe soportar la intensidad nominal sin superar la temperatura de régimen permanente (comprobación por densidad de corriente), así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

4.1. Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente. Dado que se utilizan celdas bajo envoltorio metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 400 A.

4.2. Comprobación por solicitación electrodinámica.

La resistencia mecánica de los conductores deberá verificar, en caso de cortocircuito que:

$$S_{max} \geq \frac{I_{ccp}^2 \times L^2}{60 \times d \times W}$$

siendo:

- $S_{máx}$ = Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores. Para cobre semiduro 2.800 Kg / cm².
- I_{ccp} = Intensidad permanente de cortocircuito trifásico, en kA.
- L = Separación longitudinal entre apoyos, en cm.
- d = Separación entre fases, en cm.
- W = Módulo resistente de los conductores, en cm³.

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente se garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

4.3. Comprobación por solicitación térmica a cortocircuito.

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina:

$$I_{th} = a \times S \times \sqrt{\frac{DT}{t}}$$

siendo:

- I_{th} = Intensidad eficaz, en A.
- $a = 13$ para el Cu.
- S = Sección del embarrado, en mm².
- DT = Elevación o incremento máximo de temperatura, 150°C para Cu.
- t = Tiempo de duración del cortocircuito, en s.

Puesto que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza que:

$I_{th} \geq 16$ kA durante 1 s.

5. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En Alta tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, y en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de BT.

Protección general en AT.

La protección general en AT de este CT se realiza utilizando una celda de interruptor automático dotado de relé electrónico con captadores toroidales de intensidad por fase, cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor y así efectuar la protección a sobrecargas, cortocircuitos.

Protección en Baja Tensión.

La descarga del trazo al cuadro de Baja Tensión se realizará con conductores XLPE 0,6/1kV 240 mm² Al unipolares instalados al aire cuya intensidad admisible a 40°C de temperatura ambiente es de 390 A.

Para el trazo 1, cuya potencia es de 1.600 kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 2, se emplearán 6 conductores por fase y 3 para el neutro.

6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para el cálculo de la superficie mínima de las rejillas de entrada de aire en el edificio del centro de transformación, se utiliza la siguiente expresión:

$$Sr = \frac{Wcu + Wfe}{0,24 \times k \times \sqrt{h} \times DT^3}$$

siendo:

- W_{cu} = Pérdidas en el cobre del transformador, en kW.
- W_{fe} = Pérdidas en el hierro del transformador, en kW.
- k = Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada de aire, 0,5.
- h = Distancia vertical entre centros de las rejillas de entrada y salida, en m.
- DT = Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, 15°C.
- S_r = Superficie mínima de la rejilla de entrada de ventilación del transformador, en m².

No obstante, puesto que se utilizan edificios prefabricados de Orma-mn éstos han sufrido ensayos de homologación en cuanto al dimensionado de la ventilación del centro de transformación.

7. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

No es necesario dimensionar pozo apagafuegos por tratarse de transformadores con aislamiento seco.

8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

8.1. Investigación de las características del suelo.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial de 300 Ω .m.

8.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

En instalaciones de Alta Tensión de tercera categoría los parámetros de la red que intervienen en los cálculos de faltas a tierras son:

Tipo de neutro.

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o a través de impedancia (resistencia o reactancia), lo cual producirá una limitación de las corrientes de falta a tierra.

Tipo de protecciones en el origen de la línea.

Cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente).

Asimismo, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 s.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, se tiene:

- Intensidad máxima de defecto a tierra, $I_{dm\acute{a}x}$ (A): 300.
- Duración de la falta.
- Tiempo máximo de eliminación del defecto (s): 0.7.

8.3. Diseño de la instalación de tierra.

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA.

TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero pueden estarlo por defectos de aislamiento, averías o causas fortuitas, tales como chasis y bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador y la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm. y longitud 2 m., unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm² de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω .

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm², aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.

Las características de la red de alimentación son:

- Tensión de servicio, $U = 13.200 \text{ V}$.
- Puesta a tierra del neutro:
 - Rígidamente unida a tierra.
- Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión, $U_{bt} = 10.000 \text{ V}$.
- Características del terreno:
 - r terreno ($\Omega.m$): 300.
 - r_H hormigón ($\Omega.m$): 3.000.

TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas (R_t), la intensidad y tensión de defecto (I_d , U_e), se utilizarán las siguientes fórmulas:

· Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

$$R_t = K_r \times r$$

· Intensidad de defecto, I_d :

$$I_d = I_{dmax}$$

· Aumento del potencial de tierra, U_e :

$$U_e = R_t \times I_d$$

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 80-40/5/82.
- Geometría: Anillo.
- Dimensiones (m): 8x4.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 8.
- Longitud de las picas (m): 2.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, $K_r (W/ \Omega.m) = 0,065$.
- De la tensión de paso, $K_p (V/((\Omega.m)A)) = 0,0134$.
- De la tensión de contacto exterior, $K_c (V/((\Omega.m)A)) = 0,0284$.

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = K_r \times r = 19,5 \, \Omega$$

$$I_d = I_{dmax} = 300 \, A$$

$$U_e = R_t \times I_d = 5.850 \, V$$

TIERRA DE SERVICIO.

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 5/42.
- Geometría: Picas en hilera.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 4.
- Longitud de las picas (m): 2.
- Separación entre picas (m): 3.

Los parámetros característicos del electrodo son:

$$K_r = 0,104 \frac{\Omega}{\Omega \times m}$$

Sustituyendo valores:

$$R_{t \text{ neutro}} = K_r \times r = 0,104 \times 300 = 31,2 \, \Omega$$

8.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas. Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$U'_p = K_p \times r \times I_d = 0,0134 \times 300 \times 300 = 1.206 \, V$$

8.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro.

Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.

Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

Asimismo, la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior.

$$U'p (acc) = Kp \times r \times Id = 0,0284 \times 300 \times 300 = 2.556 V$$

8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las siguientes expresiones:

$$Up = 10 \times Uca \times \left(1 + \left(\frac{2 \times Rac + 6 \times rs \times Cs}{1000}\right)\right)$$

$$Up (acc) = 10 \times Uca \times \left(1 + \left(\frac{2 \times Rac + 3 \times rs \times Cs + 3 \times rH}{1000}\right)\right)$$

$$Cs = 1 - 0,106 \times \left(\frac{1 - r/rs}{2 \times hs + 0,106}\right)$$

$$t = t' + t''$$

Siendo:

- U_p = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.
- $U_p (acc)$ = Tensión en el acceso admisible, en voltios.
- U_{ca} = Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-RAT 13 (Tabla 1), en voltios.
- R_{ac} = Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc, en Ω .
- C_s = Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.
- h_s = Espesor de la capa superficial del terreno, en m.
- r = Resistividad natural del terreno, en $\Omega \cdot m$.
- r_s = Resistividad superficial del suelo, en $\Omega \cdot m$.
- r_H = Resistividad del hormigón, 3000 $\Omega \cdot m$.
- t = Tiempo de duración de la falta, en segundos.
- t' = Tiempo de desconexión inicial, en segundos.
- t'' = Tiempo de la segunda desconexión, en segundos.

Según el punto 8.2. el tiempo de duración de la falta es:

$$t' = 0,7 \text{ s}$$

$$t'' = 0,7 \text{ s}$$

Sustituyendo valores:

$$U_p = 10 \times 165,2 \times \left(1 + \left(\frac{2 \times 2.000 + 6 \times 150 \times 2}{1.000} \right) \right) = 11.233 \text{ V}$$

$$U_p (acc) = 10 \times 165,2 \times \left(1 + \left(\frac{2 \times 2.000 + 3 \times 150 \times 2 + 3 \times 3.000}{1.000} \right) \right) = 24.614,8 \text{ V}$$

$$C_s = 1 - 0,106 \times \left(\frac{1 - 300/150}{2 \times 0 + 0,106} \right) = 2$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$U_p = 1.206 \text{ V}$	$\leq$	$U_p = 11.233,6 \text{ V}$
Tensión de paso en el acceso	$U_p (acc) = 2.556 \text{ V}$	$\leq$	$U_p (acc) = 24.614,8 \text{ V}$

Tabla 11: cálculos tensión de paso exterior y acceso (Fuente: elaboración propia)

Tensión e intensidad de defecto.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Aumento del potencial de tierra	$U_e = 5.850 \text{ V}$	$\leq$	$U_{bt} = 10.000 \text{ V}$
Intensidad de defecto	$I_d = 300 \text{ A}$	$>$	

Tabla 12: cálculos tensión e intensidad de defecto (Fuente: elaboración propia)

8.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio para su reducción o eliminación.

No obstante, para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima ($Dn-p$), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

$$Dn - p \leq \frac{r \times I_d}{2.000 \times p} = \frac{300 \times 300}{2000 \times p} = 14,32 \text{ m}$$

Siendo:

r = Resistividad del terreno en $\Omega.m$.

I_d = Intensidad de defecto en A.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo de servicio se realizará con cable de Cu de 50 mm^2 , aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

8.9. Corrección del diseño inicial.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado según se pone de manifiesto en las tablas del punto 8.7.

3.3 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN:

3.3.1 FÓRMULAS:

Emplearemos las siguientes:

- **Sistema Trifásico**

$$I = \frac{P_c}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi \times R}$$

$$e = \left(\frac{L \times P_c}{k \times U \times n \times S \times R} \right) + \left(\frac{L \times P_c \times X_u \times \sin\varphi}{1000 \times U \times n \times R \times \cos\varphi} \right)$$

- **Sistema Monofásico:**

$$I = \frac{P_c}{U \times \cos\varphi \times R}$$

$$e = \left(\frac{2 \times L \times P_c}{k \times U \times n \times S \times R} \right) + \left(\frac{2 \times L \times P_c \times X_u \times \sin\varphi}{1000 \times U \times n \times R \times \cos\varphi} \right)$$

En donde:

- P_c = Potencia de Cálculo en Watios.
- L = Longitud de Cálculo en metros.
- e = Caída de tensión en Voltios.
- K = Conductividad.
- I = Intensidad en Amperios.
- U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica o Monofásica).
- S = Sección del conductor en mm^2 .
- $\cos \phi$ = Coseno de ϕ . Factor de potencia.
- R = Rendimiento. (Para líneas motor).
- n = N° de conductores por fase.
- X_u = Reactancia por unidad de longitud en $\text{m}\Omega/\text{m}$.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = \frac{1}{r}$$

$$r = r_{20} \times (1 + a \times (T - 20))$$

$$T = T_0 + ((T_{max} - T_0) \times (\frac{I}{I_{max}})^2)$$

Siendo,

- K = Conductividad del conductor a la temperatura T.
- r = Resistividad del conductor a la temperatura T.
- r₂₀ = Resistividad del conductor a 20°C.
 - Cu = 0,017241 Ωxmm²/m
 - Al = 0,028264 Ωxmm²/m
 - a = Coeficiente de temperatura:
 - Cu = 0,003929
 - Al = 0,004032
- T = Temperatura del conductor (°C).
- T₀ = Temperatura ambiente (°C):
- Cables enterrados = 25°C
- Cables al aire = 40°C
- T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):
 - XLPE, EPR = 90°C
 - PVC = 70°C
- I = Intensidad prevista por el conductor (A).
- I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

Donde:

- Ib: intensidad utilizada en el circuito.
- Iz: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.
- In: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, In es la intensidad de regulación escogida.
- I2: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I2 se toma igual:
 - a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 In como máximo).
 - a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{Q}{P}$$

$$Q_c = P \times (\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2)$$

- Para monofásico – trifásico en conexión estrella:

$$C = \frac{Q_c \times 1.000}{U^2 \times \omega}$$

- Para trifásico en conexión triángulo:

$$C = \frac{Q_c \times 1.000}{3 \times U^2 \times \omega}$$

Siendo:

- P = Potencia activa instalación (kW).
- Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).
- Qc = Potencia reactiva a compensar (kVAr).
- φ_1 = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.
- φ_2 = Angulo de desfase que se quiere conseguir.
- U = Tensión compuesta (V).
- $\omega = 2\pi f$; f = 50 Hz.
- C = Capacidad condensadores (F); $\times 1.000.000(\mu F)$.

Fórmulas Cortocircuito

$$IpccI = \frac{Ct \times U}{\sqrt{3} \times Zt}$$

Siendo,

- IpccI: intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.
- Ct: Coeficiente de tensión.
- U: Tensión trifásica en V.
- Zt: Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$IpccF = \frac{Ct \times UF}{2 \times Zt}$$

Siendo,

- IpccF: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.
- Ct: Coeficiente de tensión.
- UF: Tensión monofásica en V.
- Zt: Impedancia total en mΩ, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto, es igual a la impedancia en origen más la propia del conductor o línea).

La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Zt = \sqrt{Rt^2 + Xt^2}$$

Siendo,

- Rt = R₁ + R₂ + + R_n (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)
- Xt = X₁ + X₂ + + X_n (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$$R = \frac{L \times 1.000 \times CR}{K \times S \times n}$$

$$X = \frac{Xu \times L}{n}$$

- R: Resistencia de la línea en mΩ.
- X: Reactancia de la línea en mΩ.
- L: Longitud de la línea en m.
- CR: Coeficiente de resistividad.
- K: Conductividad del metal.
- S: Sección de la línea en mm².

- Xu: Reactancia de la línea, en mohm por metro.
- n: nº de conductores por fase.

$$t_{mcicc} = \frac{C_c \times S^2}{I_{pcc} F^2}$$

Siendo:

- t_{mcicc}: Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una I_{pcc}.
- C_c= Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.
- S: Sección de la línea en mm².
- I_{pcc}F: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$t_{ficc} = \frac{cte. fusible}{I_{pcc} F^2}$$

Siendo:

- t_{ficc}: tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.
- I_{pcc}F: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$L_{max} = \frac{0,8 \times UF}{2 \times I_{F5} \times \sqrt{\left(\frac{1,5}{K \times S \times n}\right)^2 + \left(\frac{X_u}{n \times 1.000}\right)^2}}$$

Siendo:

- L_{max}: Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)
- U_F: Tensión de fase (V)
- K: Conductividad
- S: Sección del conductor (mm²)
- Xu: Reactancia por unidad de longitud (mΩ/m). En conductores aislados suele ser 0,1.
- n: nº de conductores por fase
- C_t= 0,8: Es el coeficiente de tensión.
- C_R = 1,5: Es el coeficiente de resistencia.
- I_{F5} = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg.

Curva válida. (Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B	IMAG = 5 In
CURVA C	IMAG = 10 In
CURVA D Y MA	IMAG = 20 In

Fórmulas Embarrados

Cálculo electrodinámico

$$s_{max} \geq \frac{I_{pcc}^2 \times L^2}{60 \times d \times W_y \times n}$$

Siendo:

- Smáx: Tensión máxima en las pletinas (kg/cm²)
- Ipcc: Intensidad permanente de c.c. (kA)
- L: Separación entre apoyos (cm)
- d: Separación entre pletinas (cm)
- n: n° de pletinas por fase
- Wy: Módulo resistente por pletina eje y-y (cm³)
- sadm: Tensión admisible material (kg/cm²)

Comprobación por solicitación térmica en cortocircuito

$$I_{cccs} = \frac{K_c \times S}{1.000 \times \sqrt{t_{cc}}}$$

Siendo:

- Ipcc: Intensidad permanente de c.c. (kA)
- Icccs: Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)
- S: Sección total de las pletinas (mm²)
- tcc: Tiempo de duración del cortocircuito (s)
- Kc: Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \times \frac{\rho}{p}$$

Siendo:

- Rt: Resistencia de tierra (Ω)
- ρ : Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)
- P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$Rt = \frac{\rho}{L}$$

Siendo:

- Rt: Resistencia de tierra (Ω)
- ρ : Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)
- L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$Rt = 2 \times \frac{\rho}{L}$$

Siendo:

- Rt: Resistencia de tierra (Ω)
- r: Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)
- L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$Rt = \frac{1}{\frac{Lc}{2 \times \rho} + \frac{Lp}{\rho} + \frac{P}{0,8 \times \rho}}$$

Siendo:

- Rt: Resistencia de tierra (Ω)
- ρ : Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)
- Lc: Longitud total del conductor (m)
- Lp: Longitud total de las picas (m)
- P: Perímetro de las placas (m)

3.3.2 RESULTADOS

Cuadro General de Distribución de Baja Tensión

Denominación	P. Cálculo (W)	Dist.Cál (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T. Parc. (%)	C.T.Tot. (%)	Dimensiones (mm) Tubo,Canal,Band.
TRAFO BODEGAS E. R.	1440000	4	7(3x240/120)Al	2309.47	2429	0.1	0.1	
S1. CGD-LVB	209340	97	4x185+TTx95Cu	355.49	385	1.47	1.58	
S2. CGD-LVT	225090	101	4x185+TTx95Cu	382.23	385	1.68	1.79	
S3. CGD-MC	18120	99	4x6+TTx6Cu	29.06	46	3.73	3.83	
S4. CGD-EX	17040	76	4x6+TTx6Cu	27.33	41	2.71	2.81	40x30
S5. CGD-RT	15360	66	4x25+TTx16Cu	24.63	100	0.48	0.58	60x40
S6. CGD-OF	16320	33	2x16+TTx16Cu	78.84	97	2.65	2.75	
S7. CGD-AYV	2880	23	2x4+TTx4Cu	13.91	40	1.19	1.29	
S8. CGD-AMP	17040	88	4x6+TTx6Cu	27.33	41	3.14	3.24	
S9. CGD-APP	17040	104	4x10+TTx10Cu	27.33	63	2.13	2.23	
S10. CGD-AB	16320	119	4x10+TTx10Cu	26.17	63	2.33	2.43	
S11. CGD-LBT	26640	102	4x10+TTx10Cu	42.73	63	3.42	3.52	
S12. CGD-TLL	24840	89	4x10+TTx10Cu	39.84	63	2.76	2.86	
S13. CGD-SCC	45990	74	4x16+TTx16Cu	73.76	85	2.81	2.91	
S14. CGD-AFG	199200	106	2(4x120+TTx70)Cu	319.48	586	1.08	1.18	
Potencia Total	1321602							
Batería Condensadores		3	2(3x120+TTx70)Cu	536.55	586	0.06	0.16	

Tabla 13: cálculos CGDBT (Fuente: elaboración propia)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	Curva válida
TRAFO BODEGAS E. R.	4	7(3x240/120)Al	40.42	50	17980.53	77.14	2500;B
S1. CGD-LVB	97	4x185+TTx95Cu	39.93	50	6273.92	17.78	400;C
S2. CGD-LVT	101	4x185+TTx95Cu	39.93	50	6067.49	19.01	400;C
S3. CGD-MC	99	4x6+TTx6Cu	39.93	50	226.94	14.29	40;B
S4. CGD-EX	76	4x6+TTx6Cu	39.93	50	295.4	8.44	40;B
S5. CGD-RT	66	4x25+TTx16Cu	39.93	50	1397.65	6.54	100;C
S6. CGD-OF	33	2x16+TTx16Cu	39.93	50	1778.74	1.65	100;C
S7. CGD-AYV	23	2x4+TTx4Cu	39.93	50	648.11	0.78	32;C
S8. CGD-AMP	88	4x6+TTx6Cu	39.93	50	255.23	11.3	40;B
S9. CGD-APP	104	4x10+TTx10Cu	39.93	50	359.53	15.82	40;B
S10. CGD-AB	119	4x10+TTx10Cu	39.93	50	314.37	20.69	40;B
S11. CGD-LBT	102	4x10+TTx10Cu	39.93	50	366.55	15.22	63;B
S12. CGD-TLL	89	4x10+TTx10Cu	39.93	50	419.84	11.6	50;B
S13. CGD-SCC	74	4x16+TTx16Cu	39.93	50	804.21	8.09	80;C
S14. CGD-AFG	106	2(4x120+TTx70)Cu	39.93	50	7198.93	22.73	630;C
Batería Condensadores	3	2(3x120+TTx70)Cu	39.93	50	17767.56	3.73	630;C

Tabla 14: cálculos Cc CGDBT (Fuente: elaboración propia)

Subcuadro S1. CGD-LVB

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
SINFINES ROTATIVOS	15000	20	4x4+TTx4Cu	26.81	32	1.03	2.61	25
MESA VIBRATORIA	12500	30	4x4+TTx4Cu	22.34	32	1.25	2.82	25
PRENSA NEUMÁTICA	30000	38	4x16+TTx16Cu	53.63	77	0.95	2.52	40
CLARIFICADOR CENT.	16400	43	4x4+TTx4Cu	29.32	32	2.49	4.06	25
FLITRADORA DE MEMB.	11000	55	4x4+TTx4Cu	19.66	32	1.98	3.55	25
L. EMB VB GAMA EST.	30080	92	4x10+TTx10Cu	51.08	63	3.6	5.18	
L. EMB VB GAMA ALTA	30080	87	4x10+TTx10Cu	51.08	63	3.41	4.98	
U. FRÍO VINO BLANCO	40000	30	4x16+TTx16Cu	67.93	85	0.97	2.55	
BOMBAS VINO BLANCO	20250	38	4x6+TTx6Cu	34.39	46	1.64	3.22	

Tabla 15: resultados Subcuadro S1. CGD-LVB (Fuente: elaboración propia)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curva válida
SINFINES ROTATIVOS	20	4x4+TTx4Cu	13.93	15	674.37	0.72	32;C
MESA VIBRATORIA	30	4x4+TTx4Cu	13.93	15	465.42	1.51	25;C
PRENSA NEUMÁTICA	38	4x16+TTx16Cu	13.93	15	1274.87	3.22	63;C
CLARIFICADOR CENT.	43	4x4+TTx4Cu	13.93	15	331.75	2.97	32;C
FLITRADORA DE MEMB.	55	4x4+TTx4Cu	13.93	15	262.23	4.76	20;C
L. EMB VB GAMA EST.	92	4x10+TTx10Cu	13.93	15	384.41	13.84	63;B
L. EMB VB GAMA ALTA	87	4x10+TTx10Cu	13.93	15	405.15	12.46	63;B
U. FRÍO VINO BLANCO	30	4x16+TTx16Cu	13.93	15	1534.76	2.22	80;C
BOMBAS VINO BLANCO	38	4x6+TTx6Cu	13.93	15	544.1	2.49	40;C

Tabla 16: resultados Cc Subcuadro S1. CGD-LVB (Fuente: elaboración propia)

Subcuadro L. EMB VB GAMA EST.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
LLENADORA	6500	20	4x2.5+TTx2.5Cu	11.62	24	0.66	5.84	20
TAPONADORA	7000	17	4x2.5+TTx2.5Cu	12.51	24	0.61	5.79	20
ETIQUETADORA	5600	14	4x2.5+TTx2.5Cu	10.01	24	0.4	5.57	20
EMPAQUETADORA	9000	11	4x4+TTx4Cu	16.09	32	0.32	5.49	25
ENFARDADORA	9500	8	4x4+TTx4Cu	16.98	32	0.24	5.42	25

Tabla 17: resultados Subcuadro L. EMB VB GAMA EST. (Fuente: elaboración propia)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curva válida
LLENADORA	20	4x2.5+TTx2.5Cu	0.85	4.5	211.3	2.86	16;C
TAPONADORA	17	4x2.5+TTx2.5Cu	0.85	4.5	226.61	2.49	16;C
ETIQUETADORA	14	4x2.5+TTx2.5Cu	0.85	4.5	244.31	2.14	16;C
EMPAQUETADORA	11	4x4+TTx4Cu	0.85	4.5	299.94	3.64	20;C
ENFARDADORA	8	4x4+TTx4Cu	0.85	4.5	319.06	3.21	20;C

Tabla 18: resultados Cc Subcuadro L. EMB VB GAMA EST. (Fuente: elaboración propia)

Subcuadro L. EMB VB GAMA ALTA

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
LLENADORA	6500	22	4x2.5+TTx2.5Cu	11.62	24	0.73	5.71	20
TAPONADORA	7000	19	4x2.5+TTx2.5Cu	12.51	24	0.68	5.66	20
ETIQUETADORA	5600	16	4x2.5+TTx2.5Cu	10.01	24	0.45	5.43	20
EMPAQUETADORA	9000	13	4x4+TTx4Cu	16.09	32	0.37	5.36	25
ENFARDADORA	9500	22	4x4+TTx4Cu	16.98	32	0.67	5.65	25

Tabla 19: resultados Subcuadro L. EMB VB GAMA ALTA (Fuente: elaboración propia)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mci} cc (sg)	Curva válida
LLENADORA	22	4x2.5+TTx2.5Cu	0.9	4.5	207.79	2.96	16;C
TAPONADORA	19	4x2.5+TTx2.5Cu	0.9	4.5	222.58	2.58	16;C
ETIQUETADORA	16	4x2.5+TTx2.5Cu	0.9	4.5	239.63	2.23	16;C
EMPAQUETADORA	13	4x4+TTx4Cu	0.9	4.5	299.94	3.64	20;C
ENFARDADORA	22	4x4+TTx4Cu	0.9	4.5	254.24	5.06	20;C

Tabla 20: resultados Subcuadro L. EMB VB GAMA ALTA (Fuente: elaboración propia)

Subcuadro U. FRÍO VINO BLANCO

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
UF1 VINO BLANCO	25000	26	4x10+TTx10Cu	44.69	57	0.88	3.43	32
UF2 VINO BLANCO	25000	33	4x10+TTx10Cu	44.69	57	1.12	3.67	32

Tabla 21: resultados Subcuadro U. FRÍO VINO BLANCO (Fuente: elaboración propia)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mci} cc (sg)	Curva válida
UF1 VINO BLANCO	26	4x10+TTx10Cu	3.41	4.5	744.55	3.69	50;C
UF2 VINO BLANCO	33	4x10+TTx10Cu	3.41	4.5	653.83	4.78	50;C

Tabla 22: resultados Subcuadro U. FRÍO VINO BLANCO (Fuente: elaboración propia)

Subcuadro BOMBAS VINO BLANCO

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
BOMBA 1	4500	33	4x2.5+TTx2.5Cu	8.04	24	0.74	3.96	20
BOMBA 2	4500	40	4x2.5+TTx2.5Cu	8.04	24	0.9	4.12	20
BOMBA 3	4500	40	4x2.5+TTx2.5Cu	8.04	24	0.9	4.12	20
BOMBA 4	4500	50	4x2.5+TTx2.5Cu	8.04	24	1.12	4.34	20
BOMBA 5	4500	60	4x2.5+TTx2.5Cu	8.04	24	1.35	4.57	20

Tabla 23: resultados Subcuadro BOMBAS VINO BLANCO (Fuente: elaboración propia)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccL} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	Curva válida
BOMBA 1	33	4x2.5+TTx2.5Cu	1.21	4.5	186.77	3.66	16;C
BOMBA 2	40	4x2.5+TTx2.5Cu	1.21	4.5	163.93	4.76	16;C
BOMBA 3	40	4x2.5+TTx2.5Cu	1.21	4.5	163.93	4.76	16;C
BOMBA 4	50	4x2.5+TTx2.5Cu	1.21	4.5	139.55	6.56	16;B
BOMBA 5	60	4x2.5+TTx2.5Cu	1.21	4.5	121.48	8.66	16;B

Tabla 24: resultados Subcuadro U. FRÍO VINO BLANCO (Fuente: elaboración propia)

Subcuadro S2. CGD-LVT

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
SINFINES ROTATIVOS	15000	10	4x4+TTx4Cu	26.81	32	0.52	2.3	25
MESA VIBRATORIA	12500	25	4x4+TTx4Cu	22.34	32	1.04	2.83	25
DESPALILLADORA	17500	32	4x4+TTx4Cu	31.28	32	2.01	3.8	25
PRENSA NEUMÁTICA	30000	35	4x16+TTx16Cu	53.63	77	0.87	2.66	40
CLARIFICADOR CENTR.	16400	118	4x6+TTx6Cu	29.32	41	4.31	6.1	25
FILTRADORA DE MEMB.	11000	106	4x4+TTx4Cu	19.66	32	3.81	5.6	25
L. EMB VT GAMA EST.	30080	95	4x10+TTx10Cu	51.08	63	3.72	5.5	
L. EMB VT GAMA ALTA	30080	92	4x10+TTx10Cu	51.08	63	3.6	5.39	
U. FRÍO VINO TINTO	40000	89	4x16+TTx16Cu	67.93	85	2.89	4.67	
BOMBAS VINO TINTO	20250	35	4x6+TTx6Cu	34.39	46	1.51	3.3	

Tabla 25: resultados Subcuadro S2. CGD-LVT (Fuente: elaboración propia)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccL} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	Curva válida
SINFINES ROTATIVOS	10	4x4+TTx4Cu	13.47	15	1214.53	0.22	32;C
MESA VIBRATORIA	25	4x4+TTx4Cu	13.47	15	549.01	1.09	25;C
DESPALILLADORA	32	4x4+TTx4Cu	13.47	15	437.15	1.71	32;C
PRENSA NEUMÁTICA	35	4x16+TTx16Cu	13.47	15	1350.78	2.87	63;C
CLARIFICADOR CENTR.	118	4x6+TTx6Cu	13.47	15	185.34	21.43	32;B
FILTRADORA DE MEMB.	106	4x4+TTx4Cu	13.47	15	138.58	17.04	20;B
L. EMB VT GAMA EST.	95	4x10+TTx10Cu	13.47	15	372.15	14.77	63;B
L. EMB VT GAMA ALTA	92	4x10+TTx10Cu	13.47	15	383.56	13.9	63;B
U. FRÍO VINO TINTO	89	4x16+TTx16Cu	13.47	15	610.35	14.05	80;B
BOMBAS VINO TINTO	35	4x6+TTx6Cu	13.47	15	584.62	2.15	40;C

Tabla 26: resultados Subcuadro S2. CGD-LVT (Fuente: elaboración propia)

Subcuadro L. EMB VT GAMA EST.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
LLENADORA	6500	30	4x2.5+TTx2.5Cu	11.62	24	0.99	6.5	20
TAPONADORA	7000	27	4x2.5+TTx2.5Cu	12.51	24	0.97	6.48	20
ETIQUETADORA	5600	24	4x2.5+TTx2.5Cu	10.01	24	0.68	6.18	20
EMPAQUETADORA	9000	21	4x4+TTx4Cu	16.09	32	0.6	6.11	25
ENFARDADORA	9500	18	4x4+TTx4Cu	16.98	32	0.55	6.05	25

Tabla 27: resultados Subcuadro L. EMB VT GAMA EST. (Fuente: elaboración propia)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccL} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	Curva válida
LLENADORA	30	4x2.5+TTx2.5Cu	0.83	4.5	169.95	4.42	16;C
TAPONADORA	27	4x2.5+TTx2.5Cu	0.83	4.5	179.72	3.96	16;C
ETIQUETADORA	24	4x2.5+TTx2.5Cu	0.83	4.5	190.68	3.52	16;C
EMPAQUETADORA	21	4x4+TTx4Cu	0.83	4.5	244.76	5.46	20;C
ENFARDADORA	18	4x4+TTx4Cu	0.83	4.5	257.34	4.94	20;C

Tabla 28: resultados Subcuadro L. EMB VT GAMA EST. (Fuente: elaboración propia)

Subcuadro L. EMB VT GAMA ALTA

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
LLENADORA	6500	20	4x2.5+TTx2.5Cu	11.62	24	0.66	6.05	20
TAPONADORA	7000	17	4x2.5+TTx2.5Cu	12.51	24	0.61	6	20
ETIQUETADORA	5600	14	4x2.5+TTx2.5Cu	10.01	24	0.4	5.78	20
EMPAQUETADORA	9000	11	4x4+TTx4Cu	16.09	32	0.32	5.7	25
ENFARDADORA	9500	8	4x4+TTx4Cu	16.98	32	0.24	5.63	25

Tabla 29: resultados Subcuadro L. EMB VT GAMA ALTA (Fuente: elaboración propia)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curva válida
LLENADORA	20	4x2.5+TTx2.5Cu	0.85	4.5	211.04	2.87	16;C
TAPONADORA	17	4x2.5+TTx2.5Cu	0.85	4.5	226.31	2.5	16;C
ETIQUETADORA	14	4x2.5+TTx2.5Cu	0.85	4.5	243.96	2.15	16;C
EMPAQUETADORA	11	4x4+TTx4Cu	0.85	4.5	299.43	3.65	20;C
ENFARDADORA	8	4x4+TTx4Cu	0.85	4.5	318.48	3.23	20;C

Tabla 30: resultados Subcuadro L. EMB VT GAMA ALTA. (Fuente: elaboración propia)

Subcuadro U. FRÍO VINO TINTO

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
UF1 VINO TINTO	25000	4	4x10+TTx10Cu	44.69	57	0.14	4.81	32
UF2 VINO TINTO	25000	11	4x10+TTx10Cu	44.69	57	0.37	5.05	32

Tabla 31: resultados Subcuadro U. FRÍO VINO TINTO (Fuente: elaboración propia)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curva válida
UF1 VINO TINTO	4	4x10+TTx10Cu	1.35	4.5	573.1	6.23	50;C
UF2 VINO TINTO	11	4x10+TTx10Cu	1.35	4.5	517.78	7.63	50;C

Tabla 32: resultados Subcuadro U. FRÍO VINO TINTO. (Fuente: elaboración propia)

Subcuadro BOMBAS VINO TINTO

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
BOMBA 1	4500	64	4x2.5+TTx2.5Cu	8.04	24	1.44	4.74	20
BOMBA 2	4500	71	4x2.5+TTx2.5Cu	8.04	24	1.6	4.89	20
BOMBA 3	4500	79	4x2.5+TTx2.5Cu	8.04	24	1.78	5.07	20
BOMBA 4	4500	81	4x2.5+TTx2.5Cu	8.04	24	1.82	5.12	20
BOMBA 5	4500	71	4x2.5+TTx2.5Cu	8.04	24	1.6	4.89	20

Tabla 33: resultados Subcuadro BOMBAS VINO TINTO (Fuente: elaboración propia)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curva válida
BOMBA 1	64	4x2.5+TTx2.5Cu	1.3	4.5	117.23	9.3	16;B
BOMBA 2	71	4x2.5+TTx2.5Cu	1.3	4.5	107.8	11	16;B
BOMBA 3	79	4x2.5+TTx2.5Cu	1.3	4.5	98.73	13.11	16;B
BOMBA 4	81	4x2.5+TTx2.5Cu	1.3	4.5	96.69	13.67	16;B
BOMBA 5	71	4x2.5+TTx2.5Cu	1.3	4.5	107.8	11	16;B

Tabla 34: resultados Subcuadro BOMBAS VINO TINTO (Fuente: elaboración propia)

Subcuadro S3. CGD-MC

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ALUMBRADO MC.	1200	15	2x1.5+TTx1.5Cu	5.8	20	0.86	4.69	
TC MONOF. MC.	6000	5	2x4+TTx4Cu	28.99	38	0.58	4.41	
TC. TRIF. MC.	20000	6	4x6+TTx6Cu	32.08	41	0.26	4.09	
BÁCULA	3000	10	4x2.5+TTx2.5Cu	5.36	24	0.15	3.98	20

Tabla 35: resultados Subcuadro S3. CGD-MC (Fuente: elaboración propia)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (sg)	Curva válida
ALUMBRADO MC.	15	2x1.5+TTx1.5Cu	0.5	4.5	141.43	2.3	10;C
TC MONOF. MC.	5	2x4+TTx4Cu	0.5	4.5	211	7.35	32;B
TC. TRIF. MC.	6	4x6+TTx6Cu	0.5	4.5	214	16.07	40;B
BÁCULA	10	4x2.5+TTx2.5Cu	0.5	4.5	182.75	3.83	16;C

Tabla 36: resultados Subcuadro S3. CGD-MC (Fuente: elaboración propia)

Subcuadro S4. CGD-EX

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ALUMBRADO EX.	2400	15	2x1.5+TTx1.5Cu	11.59	20	1.79	4.6	
TC. MONOF. EX.	6000	10	2x4+TTx4Cu	28.99	38	1.17	3.98	
TC. TRIF. EX.	20000	11	4x6+TTx6Cu	32.08	41	0.47	3.29	

Tabla 37: resultados Subcuadro S4. CGD-EX (Fuente: elaboración propia)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (sg)	Curva válida
ALUMBRADO EX.	15	2x1.5+TTx1.5Cu	0.66	4.5	165.31	1.68	16;C
TC. MONOF. EX.	10	2x4+TTx4Cu	0.66	4.5	246.84	5.37	32;B
TC. TRIF. EX.	11	4x6+TTx6Cu	0.66	4.5	258.16	11.05	40;B

Tabla 38: resultados Subcuadro S4. CGD-EX (Fuente: elaboración propia)

Subcuadro S5. CGD-RT

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ALUMBRADO RT.	1200	7	2x1.5+TTx1.5Cu	5.8	20	0.4	0.98	
TC. MONOF. RT.	18000	7	2x16+TTx16Cu	86.96	91	0.65	1.22	

Tabla 39: resultados Subcuadro S5. CGD-RT (Fuente: elaboración propia)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (sg)	Curva válida
ALUMBRADO RT.	7	2x1.5+TTx1.5Cu	3.1	4.5	510.86	0.18	10;C
TC. MONOF. RT.	7	2x16+TTx16Cu	3.1	4.5	1202.28	3.62	100;C

Tabla 40: resultados Subcuadro S5. CGD-RT (Fuente: elaboración propia)

Subcuadro S6. CGD-OF

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ALUMBRADO OF.	2400	10	2x1.5+TTx1.5Cu	11.59	20	1.19	3.95	
TC. MONOF. OF.	18000	10	2x16+TTx16Cu	86.96	91	0.92	3.68	

Tabla 41: resultados Subcuadro S6. CGD-OF (Fuente: elaboración propia)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curva válida
ALUMBRADO OF.	10	2x1.5+TTx1.5Cu	3.95	4.5	428.02	0.25	16;C
TC. MONOF. OF.	10	2x16+TTx16Cu	3.95	4.5	1373.43	2.78	100;C

Tabla 42: resultados Subcuadro S6. CGD-OF (Fuente: elaboración propia)

Subcuadro S7. CGD-AYV

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ALUMBRADO AYV.	1200	5	2x1.5+TTx1.5Cu	5.8	20	0.29	1.58	16
TC. MONOF. AYV.	6000	5	2x4+TTx4Cu	28.99	38	0.58	1.87	

Tabla 43: resultados Subcuadro S7. CGD-AYV (Fuente: elaboración propia)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curva válida
ALUMBRADO AYV.	5	2x1.5+TTx1.5Cu	1.44	4.5	411.41	0.27	10;C
TC. MONOF. AYV.	5	2x4+TTx4Cu	1.44	4.5	533.1	1.15	32;C

Tabla 44: resultados Subcuadro S7. CGD-AYV (Fuente: elaboración propia)

Subcuadro S8. CGD-AMP

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ALUMBRADO AMP.	2400	15	2x2.5+TTx2.5Cu	11.59	28	1.04	4.29	
TC. MONOF. AMP.	6000	15	2x4+TTx4Cu	28.99	38	1.75	4.99	
TC. TRIF. AMP.	20000	16	4x6+TTx6Cu	32.08	41	0.69	3.93	

Tabla 45: resultados Subcuadro S8. CGD-AMP (Fuente: elaboración propia)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curva válida
ALUMBRADO AMP.	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.57	4.5	181.28	3.89	16;C
TC. MONOF. AMP.	15	2x4+TTx4Cu	0.57	4.5	203.38	7.91	32;B
TC. TRIF. AMP.	16	4x6+TTx6Cu	0.57	4.5	216.06	15.77	40;B

Tabla 46: resultados Subcuadro S8. CGD-AMP (Fuente: elaboración propia)

Subcuadro S9. CGD-APP

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ALUMBRADO APP.	2400	15	2x1.5+TTx1.5Cu	11.59	20	1.79	4.02	
TC. MONOF. APP.	6000	15	2x4+TTx4Cu	28.99	38	1.75	3.98	
TC. TRIF. APP.	20000	16	4x6+TTx6Cu	32.08	41	0.69	2.92	

Tabla 47: resultados Subcuadro S9. CGD-APP (Fuente: elaboración propia)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curva válida
ALUMBRADO APP.	15	2x1.5+TTx1.5Cu	0.8	4.5	183.64	1.36	16;C
TC. MONOF. APP.	15	2x4+TTx4Cu	0.8	4.5	264.52	4.68	32;B
TC. TRIF. APP.	16	4x6+TTx6Cu	0.8	4.5	286.39	8.98	40;B

Tabla 48: resultados Subcuadro S9. CGD-APP (Fuente: elaboración propia)

Subcuadro S10. CGD-AB

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ALUMBRADO AB.	1200	15	2x1.5+TTx1.5Cu	5.8	20	0.86	3.29	
TC. MONOF. AB.	6000	15	2x4+TTx4Cu	28.99	38	1.75	4.18	
TC. TRIF. AB.	20000	16	4x6+TTx6Cu	32.08	41	0.69	3.12	

Tabla 49: resultados Subcuadro S10. CGD-AB (Fuente: elaboración propia)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curva válida
ALUMBRADO AB.	15	2x1.5+TTx1.5Cu	0.7	4.5	171.09	1.57	10;C
TC. MONOF. AB.	15	2x4+TTx4Cu	0.7	4.5	239.24	5.72	32;B
TC. TRIF. AB.	16	4x6+TTx6Cu	0.7	4.5	256.98	11.15	40;B

Tabla 50: resultados Subcuadro S10. CGD-AB (Fuente: elaboración propia)

Subcuadro S11. CGD-LBT

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ALUMBRADO LBT.	2400	13	2x2.5+TTx2.5Cu	11.59	28	0.9	4.43	
TC. MONOF. LBT.	12000	13	2x10+TTx10Cu	57.97	68	1.24	4.77	
TC. TRIF. LBT.	30000	14	4x10+TTx10Cu	48.11	57	0.55	4.08	

Tabla 51: resultados Subcuadro S11. CGD-LBT (Fuente: elaboración propia)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curva válida
ALUMBRADO LBT.	13	2x2.5+TTx2.5Cu	0.81	4.5	243.11	2.16	16;C
TC. MONOF. LBT.	13	2x10+TTx10Cu	0.81	4.5	325.26	19.33	63;B
TC. TRIF. LBT.	14	4x10+TTx10Cu	0.81	4.5	322.47	19.66	50;B

Tabla 52: resultados Subcuadro S11. CGD-LBT (Fuente: elaboración propia)

Subcuadro S12. CGD-TLL

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ALUMBRADO TLL.	2400	8	2x1.5+TTx1.5Cu	11.59	20	0.95	3.81	
TC. MONOF. TLL.	9000	6	2x10+TTx10Cu	43.48	68	0.41	3.27	
TC. TRIF. TLL.	30000	7	4x10+TTx10Cu	48.11	57	0.28	3.13	

Tabla 53: resultados Subcuadro S12. CGD-TLL (Fuente: elaboración propia)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curva válida
ALUMBRADO TLL.	8	2x1.5+TTx1.5Cu	0.93	4.5	262.98	0.67	16;C
TC. MONOF. TLL.	6	2x10+TTx10Cu	0.93	4.5	393.44	13.21	50;B
TC. TRIF. TLL.	7	4x10+TTx10Cu	0.93	4.5	389.36	13.49	50;B

Tabla 54: resultados Subcuadro S12. CGD-TLL (Fuente: elaboración propia)

Subcuadro S13. CGD-SCC

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ALUMBRADO SCC.	1200	8	2x1.5+TTx1.5Cu	5.8	20	0.46	3.37	16
TC. MONOF. SCC.	6000	5	2x4+TTx4Cu	28.99	38	0.58	3.5	
TC. TRIF. SCC.	20000	6	4x6+TTx6Cu	32.08	41	0.26	3.17	
GRUPO CLIMAT.	14000	10	4x4+TTx4Cu	25.03	32	0.48	3.39	25
GRUPO COMPRES.	19000	13	4x6+TTx6Cu	33.96	41	0.57	3.48	25
GRUPO P. AGUA	5500	12	4x2.5+TTx2.5Cu	9.83	24	0.33	3.25	20

Tabla 55: resultados Subcuadro S13. CGD-SCC (Fuente: elaboración propia)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curva válida
ALUMBRADO SCC.	8	2x1.5+TTx1.5Cu	1.79	4.5	375.41	0.33	10;C
TC. MONOF. SCC.	5	2x4+TTx4Cu	1.79	4.5	634.42	0.81	32;C
TC. TRIF. SCC.	6	4x6+TTx6Cu	1.79	4.5	662.4	1.68	40;C
GRUPO CLIMAT.	10	4x4+TTx4Cu	1.79	4.5	523.81	1.19	32;C
GRUPO COMPRES.	13	4x6+TTx6Cu	1.79	4.5	549.35	2.44	40;C
GRUPO P. AGUA	12	4x2.5+TTx2.5Cu	1.79	4.5	396.56	0.81	16;C

Tabla 56: resultados Subcuadro S13. CGD-SCC (Fuente: elaboración propia)

Subcuadro S14. CGD-AFG

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ALUMBRADO INTERIOR	10802.4	0.3	2x10+TTx10Cu	52.19	72	0.02	1.2	
L1 ALUMBRADO NAVE	1800	50	2x1.5+TTx1.5Cu	8.7	20	2.62	3.82	16
L2 ALUMBRADO NAVE	1800	70	2x2.5+TTx2.5Cu	8.7	28	2.58	3.78	20
L3 ALUMBRADO NAVE	1800	65	2x2.5+TTx2.5Cu	8.7	28	2.32	3.52	20
L4 ALUMBRADO NAVE	1800	85	2x4+TTx4Cu	8.7	38	2.08	3.28	20
L5 ALUMBRADO NAVE	1800	80	2x4+TTx4Cu	8.7	38	1.92	3.12	20
L6 ALUMBRADO NAVE	1800	105	2x4+TTx4Cu	8.7	38	2.71	3.92	20
L1 ALUMBRADO EMERG.	0.8	66	2x1.5+TTx1.5Cu	0	20	0	1.21	16
L2 ALUMBRADO EMERG.	0.8	81	2x1.5+TTx1.5Cu	0	20	0	1.21	16
L3 ALUMBRADO EMERG.	0.8	96	2x1.5+TTx1.5Cu	0	20	0	1.21	16
TC. MONOFÁSICAS	108000	0.3	2x240+TTx120Cu	521.74	545	0.01	1.19	
L1 TC. MONOFÁSICAS	18000	55	2x16+TTx16Cu	86.96	91	3.46	4.65	32
L2 TC. MONOFÁSICAS	18000	75	2x25+TTx16Cu	86.96	115	3.21	4.4	40
L3 TC. MONOFÁSICAS	18000	70	2x16+TTx16Cu	86.96	91	4.84	6.03	32
L4 TC. MONOFÁSICAS	18000	90	2x25+TTx16Cu	86.96	115	4.05	5.24	40
L5 TC. MONOFÁSICAS	18000	85	2x25+TTx16Cu	86.96	115	3.77	4.96	40
L6 TC. MONOFÁSICAS	18000	105	2x25+TTx16Cu	86.96	115	4.89	6.08	40
TC. TRIFÁSICAS	360000	0.3	2(4x120+TTx70)Cu	577.37	586	0.01	1.19	
L1 TC. TRIFÁSICAS	60000	55	4x25+TTx16Cu	96.23	100	1.22	2.41	50
L2 TC. TRIFÁSICAS	60000	75	4x25+TTx16Cu	96.23	100	1.87	3.06	50
L3 TC. TRIFÁSICAS	60000	70	4x25+TTx16Cu	96.23	100	1.71	2.9	50
L4 TC. TRIFÁSICAS	60000	90	4x25+TTx16Cu	96.23	100	2.36	3.55	50
L5 TC. TRIFÁSICAS	60000	85	4x25+TTx16Cu	96.23	100	2.2	3.39	50
L6 TC. TRIFÁSICAS	60000	105	4x25+TTx16Cu	96.23	100	2.85	4.04	50
ALUMBRADO EXTERIOR	9600	25	2x16+TTx16Cu	46.38	97	1.1	2.28	

Tabla 57: resultados Subcuadro S14. CGD-AFG (Fuente: elaboración propia)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccL} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	Curva válida
ALUMBRADO INTERIOR	0.3	2x10+TTx10Cu	15.98	20	6835.69	0.04	63
L1 ALUMBRADO NAVE	50	2x1.5+TTx1.5Cu	15.17	20	110.9	3.74	10;C
L2 ALUMBRADO NAVE	70	2x2.5+TTx2.5Cu	15.17	20	131.65	7.37	10;C
L3 ALUMBRADO NAVE	65	2x2.5+TTx2.5Cu	15.17	20	141.58	6.38	10;C
L4 ALUMBRADO NAVE	85	2x4+TTx4Cu	15.17	20	172.49	11	10;C
L5 ALUMBRADO NAVE	80	2x4+TTx4Cu	15.17	20	183	9.77	10;C
L6 ALUMBRADO NAVE	105	2x4+TTx4Cu	15.17	20	140.26	16.63	10;C
L1 ALUMBRADO EMERG.	66	2x1.5+TTx1.5Cu	15.17	20	84.33	6.47	10;B
L2 ALUMBRADO EMERG.	81	2x1.5+TTx1.5Cu	15.17	20	68.86	9.7	10;B
L3 ALUMBRADO EMERG.	96	2x1.5+TTx1.5Cu	15.17	20	58.18	13.59	10;B
TC. MONOFÁSICAS	0.3	2x240+TTx120Cu	15.98	20	7183.1	22.83	630
L1 TC. MONOFÁSICAS	55	2x16+TTx16Cu	15.94	20	956.66	5.72	100;B
L2 TC. MONOFÁSICAS	75	2x25+TTx16Cu	15.94	20	1076.52	11.03	100;C
L3 TC. MONOFÁSICAS	70	2x16+TTx16Cu	15.94	20	772.32	8.78	100;B
L4 TC. MONOFÁSICAS	90	2x25+TTx16Cu	15.94	20	918.66	15.14	100;B
L5 TC. MONOFÁSICAS	85	2x25+TTx16Cu	15.94	20	965.88	13.7	100;B
L6 TC. MONOFÁSICAS	105	2x25+TTx16Cu	15.94	20	801.14	19.91	100;B
TC. TRIFÁSICAS	0.3	2(4x120+TTx70)Cu	15.98	20	7183.1	22.83	630
L1 TC. TRIFÁSICAS	55	4x25+TTx16Cu	15.94	20	1396.14	6.56	100;C
L2 TC. TRIFÁSICAS	75	4x25+TTx16Cu	15.94	20	1076.52	11.03	100;C
L3 TC. TRIFÁSICAS	70	4x25+TTx16Cu	15.94	20	1141.9	9.8	100;C
L4 TC. TRIFÁSICAS	90	4x25+TTx16Cu	15.94	20	918.66	15.14	100;B
L5 TC. TRIFÁSICAS	85	4x25+TTx16Cu	15.94	20	965.88	13.7	100;B
L6 TC. TRIFÁSICAS	105	4x25+TTx16Cu	15.94	20	801.14	19.91	100;B
ALUMBRADO EXTERIOR	25	2x16+TTx16Cu	15.98	20	1829.06	1.56	50;C

Tabla 58: resultados Subcuadro S14. CGD-AFG (Fuente: elaboración propia)

Subcuadro ALUMBRADO EXTERIOR

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ALU. FACHADA NORTE	4800	150	2x16+TTx16Cu	23.19	91	2.13	4.41	32
ALU. FACHADA SUR	4800	142	2x16+TTx16Cu	23.19	91	1.96	4.24	32
ALU. FACHADA ESTE	4800	140	2x16+TTx16Cu	23.19	91	2.45	4.73	32
ALU. FACHADA OESTE	4800	82	2x10+TTx10Cu	23.19	68	2.22	4.5	25

Tabla 59: resultados Subcuadro ALUMBRADO EXTERIOR (Fuente: elaboración propia)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	Curva válida
ALU. FACHADA NORTE	150	2x16+TTx16Cu	4.06	4.5	328.71	48.45	25;C
ALU. FACHADA SUR	142	2x16+TTx16Cu	4.06	4.5	343.76	44.3	25;C
ALU. FACHADA ESTE	140	2x16+TTx16Cu	4.06	4.5	347.74	43.29	25;C
ALU. FACHADA OESTE	82	2x10+TTx10Cu	4.06	4.5	366.4	15.23	25;C

Tabla 60: resultados Subcuadro ALUMBRADO EXTERIOR (Fuente: elaboración propia)

CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA

- La resistividad del terreno es 300 ohmios x m.
- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo	35 mm ²	44.32 m.
M. conductor de Acero galvanizado	95 mm ²	
Picas verticales de Cobre	14 mm	
de Acero recubierto Cu	14 mm	12 picas de 2m.
de Acero galvanizado	25 mm	

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 6.5 ohmios.

Los conductores de protección se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

PRESUPUESTO

ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

4.	PRESUPUESTO Y MEDICIONES.....	157
4.1	LINEA DE MEDIA TENSIÓN:	157
4.2	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO:	158
4.3	INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN:.....	160
4.4	RESUMEN:	165

ÍNDICE DE TABLAS DEL PRESUPUESTO

Tabla 1: presupuesto cables LSMT (Fuente: elaboración propia).....	157
Tabla 2: presupuesto tubos LSMT (Fuente: elaboración propia)	157
Tabla 3: presupuesto protecciones LSMT (Fuente: elaboración propia)	157
Tabla 4: presupuesto pararrayos LSMT (Fuente: elaboración propia).....	157
Tabla 5: presupuesto obra civil CT (Fuente: elaboración propia)	158
Tabla 6: presupuesto celdas MT CT (Fuente: elaboración propia).....	158
Tabla 7: presupuesto interconexión celdas MT y Trafo CT (Fuente: elaboración propia)	158
Tabla 8: presupuesto equipos de potencia CT (Fuente: elaboración propia)	158
Tabla 9: presupuesto equipos de BT (Fuente: elaboración propia).....	159
Tabla 10: presupuesto red de tierras CT (Fuente: elaboración propia)	159
Tabla 11: presupuestos varios CT (Fuente: elaboración propia)	159
Tabla 12: presupuesto cables IBT (Fuente: elaboración propia)	160
Tabla 13: presupuesto tubos IBT (Fuente: elaboración propia).....	161
Tabla 14: presupuesto canales IBT (Fuente: elaboración propia).....	161
Tabla 15: presupuesto magnetotérmicos e l.Aut. IBT (Fuente: elaboración propia)	162
Tabla 16: presupuesto diferenciales IBT (Fuente: elaboración propia).....	163
Tabla 17: presupuesto relés térmicos IBT (Fuente: elaboración propia).....	164
Tabla 18: presupuesto elementos de control y maniobra IBT (Fuente: elaboración propia).....	164
Tabla 19: resumen de presupuesto total (Fuente: elaboración propia)	165

4. PRESUPUESTO Y MEDICIONES

4.1 LINEA DE MEDIA TENSIÓN:

CABLES

Sección (mm ²)	Metal	Designación	Polaridad	Total(m)	P.u. (€)	P.total (€)
95	Al	RHZ1 12/20 H16	Unipolar	1.863,02	24,74	4.6091,12

Tabla 1: presupuesto cables LSMT (Fuente: elaboración propia)

TUBOS

Diámetro interior(mm)	Total(m)	P.u. (€)	P.total (€)
150	621,01	32,14	19.959,27

Tabla 2: presupuesto tubos LSMT (Fuente: elaboración propia)

PROTECCIONES

Descripción	Intens(A)	Cantidad	P.u. (€)	P.total (€)
I.Automat.	400	1	6.478,22	6.478,22

Tabla 3: presupuesto protecciones LSMT (Fuente: elaboración propia)

AUTOVÁLVULAS-PARARRAYOS

In(kA)	Un(kV)	Cantidad	P.u. (€)	P.total (€)
10	10	3	169,57	508,71

Tabla 4: presupuesto pararrayos LSMT (Fuente: elaboración propia)

PRESUPUESTO TOTAL DE LA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN: 73.037,32 €

4.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO:

OBRA CIVIL

<i>Envolvente prefabricada</i>	<i>Cantidad</i>	<i>P.u. (€)</i>	<i>P.total (€)</i>
8x4x3 m.	1	10.876,22	10.876,22

Tabla 5: presupuesto obra civil CT (Fuente: elaboración propia)

CELDAS M.T.

<i>Denominación</i>	<i>I.Asig. (A)</i>	<i>Cantidad</i>	<i>P.u. (€)</i>	<i>P.total (€)</i>
Línea	400	1	6.584,21	6.584,21
Protección con automático	400	1	12.696,84	12.696,84
Medida	400	1	2.478,82	2.478,82
TOTAL				21.759,87

Tabla 6: presupuesto celdas MT CT (Fuente: elaboración propia)

INTERCONEXIÓN CELDAS M.T. Y TRAFIO

<i>Denominación</i>	<i>Cantidad</i>	<i>P.u. (€)</i>	<i>P.total (€)</i>
Cables A.T. aisl. seco	1	214,22	214,22

Tabla 7: presupuesto interconexión celdas MT y Trafo CT (Fuente: elaboración propia)

EQUIPOS DE POTENCIA

<i>Denominación</i>	<i>I.Asig. (A)</i>	<i>Cantidad</i>	<i>P.u. (€)</i>	<i>P.total (€)</i>
Trafo aisl. seco	1.600	1	7.700,00	7.700,00

Tabla 8: presupuesto equipos de potencia CT (Fuente: elaboración propia)

EQUIPOS DE B.T.

Denominación	Cantidad	P.u. (€)	P.total (€)
<i>Cuadro B.T.</i>	2	674,25	1.348,50

Tabla 9: presupuesto equipos de BT (Fuente: elaboración propia)

RED DE TIERRAS

Denominación	Cantidad	Metros	P.u. (€)	P.total (€)
<i>Picas 14 mm f</i>	12	-	115,87	1.390,44
<i>Conductor desnudo Cu 50 mm²</i>	-	33	5,78	190,74
TOTAL				1.581,18

Tabla 10: presupuesto red de tierras CT (Fuente: elaboración propia)

VARIOS

Denominación	Cantidad	P.u. (€)	P.total (€)
<i>Equipo iluminación</i>	1	100,41	100,41
<i>Equipo seguridad y maniobra</i>	1	243,14	243,14
<i>Rejillas protección</i>	2	37,76	75,52
TOTAL			419,07

Tabla 11: presupuestos varios CT (Fuente: elaboración propia)

PRESUPUESTO TOTAL DEL CT PREFABRICADO: 43.899,06 €

4.3 INSTALACIÓN DE BAJA TENSION:

CABLES

Sección(mm ²)	Metal	Designación	Polaridad	Total(m)	P.u. (€)	P.total (€)
1.5	Cu	H07 Eca	Unipolar	782	0,17	132,94
1.5	Cu	TT	Unipolar	391	0,17	66,47
2.5	Cu	H07 Eca	Unipolar	3.730	0,47	1.753,10
2.5	Cu	TT	Unipolar	1.014	0,47	476,58
4	Cu	H07 Eca	Unipolar	2.452	0,42	1.029,84
4	Cu	RV-K Eca	Unipolar	46	2,07	95,22
4	Cu	TT	Unipolar	806	0,42	338,52
6	Cu	H07 Eca	Unipolar	1.100	0,62	682,00
6	Cu	RV-K Eca	Unipolar	1.052	2,60	2.735,20
6	Cu	TT	Unipolar	538	0,62	333,56
10	Cu	H07 Eca	Unipolar	2.046,6	1,04	2.128,46
10	Cu	RV-K Eca	Unipolar	1.656	3,03	5.017,68
10	Cu	TT	Unipolar	976,3	1,04	1.015,35
16	Cu	H07 Eca	Unipolar	1.966	2,39	4.698,74
16	Cu	RV-K Eca	Unipolar	362	3,94	1.426,28
16	Cu	TT	Unipolar	1.799	2,39	4.299,61
25	Cu	H07 Eca	Unipolar	2.630	3,25	8.547,50
25	Cu	RV-K Eca	Unipolar	264	4,80	1.267,20
70	Cu	TT	Unipolar	218,6	6,24	1.364,06
95	Cu	TT	Unipolar	198	8,36	1.655,28
120	Cu	H07 Eca	Unipolar	2,4	8,90	21,36
120	Al	RV-Al Eca	Unipolar	28	17,55	491,40
120	Cu	RV-K Eca	Unipolar	866	18,43	15.960,38
120	Cu	TT	Unipolar	0,3	8,90	2,67
185	Cu	RV-K Eca	Unipolar	792	19,86	15.729,12
240	Cu	H07 Eca	Unipolar	0,6	20,28	12,16
240	Al	RV-Al Eca	Unipolar	84	56,21	4.721,64
TOTAL						76.002,34

Tabla 12: presupuesto cables IBT (Fuente: elaboración propia)

TUBOS.

<i>Díámetro interior (mm)</i>	<i>Total(m)</i>	<i>P.u. (€)</i>	<i>P.total (€)</i>
16	306	0,54	165,24
20	1.256	0,71	891,76
25	656	0,84	551,04
32	631	0,97	612,07
40	428	1,12	479,36
50	480	1,26	604,80
TOTAL			3.304,27

Tabla 13: presupuesto tubos IBT (Fuente: elaboración propia)

CANALES.

<i>Dimensiones(mm)</i>	<i>Tipo</i>	<i>Total metros</i>	<i>P.u. (€)</i>	<i>P.total (€)</i>
40x30	Canal	76	5,77	438,52
60x40	Canal	66	11,77	776,82
TOTAL				1.215,34

Tabla 14: presupuesto canales IBT (Fuente: elaboración propia)

MAGNETOTERMICOS E I. AUTOMATICOS

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad	P.u. (€)	P.total (€)
Mag/Bip.	10	4.5	5	15,22	76,1
Mag/Bip.	10	20	9	36,84	331,56
Mag/Bip.	16	4.5	6	22,76	136,56
I.Aut/Trip.	16	4.5	24	60,32	1.447,68
I.Aut/Trip.	20	4.5	8	75,05	600,4
I.Aut/Trip.	20	15	2	84,48	168,96
Mag/Bip.	25	4.5	4	34,17	136,68
I.Aut/Trip.	25	15	2	110,47	220,94
Mag/Bip.	32	4.5	7	40,78	285,46
I.Aut/Trip.	32	4.5	1	124,26	124,26
I.Aut/Trip.	32	15	5	143,57	717,85
Mag/Bip.	32	50	1	63,24	63,24
Mag/Tetr.	40	4.5	6	56,87	341,22
I.Aut/Trip.	40	4.5	1	156,42	156,42
Mag/Tetr.	40	15	2	162,23	324,46
Mag/Tetr.	40	50	5	210,37	1.051,85
Mag/Bip.	50	4.5	1	56,58	56,58
Mag/Tetr.	50	4.5	2	67,52	135,04
I.Aut/Trip.	50	4.5	4	170,56	682,24
Mag/Bip.	50	20	1	79,87	79,87
Mag/Tetr.	50	50	1	95,14	95,14
Mag/Bip.	63	4.5	1	63,19	63,19
Mag/Tetr.	63	15	4	84,22	336,88
I.Aut/Trip.	63	15	2	183,24	366,48
Mag/Bip.	63	20	1	82,31	82,31
Mag/Tetr.	63	50	1	119,25	119,25
I.Aut/Tetr.	80	15	2	274,25	548,5
I.Aut/Tetr.	80	50	1	324,66	324,66
I.Aut/Bip.	100	4.5	2	228,46	456,92
I.Aut/Bip.	100	20	6	254,85	1529,1
I.Aut/Tetr.	100	20	6	346,29	2.077,74
I.Aut/Bip.	100	50	1	387,46	387,46
I.Aut/Tetr.	100	50	1	497,33	497,33
I.Aut/Tetr.	400	50	2	1.127,96	2.255,92
I.Aut/Bip.	630	20	1	1.426,02	1.426,02
I.Aut/Tetr.	630	20	1	1.678,07	1.678,07
I.Aut/Trip.	630	50	1	1.763,47	1.763,47
I.Aut/Tetr.	630	50	1	1.874,25	1.874,25
I.Aut/Tetr.	2500	50	1	4.962,28	4.962,28
TOTAL					27.982,34

Tabla 15: presupuesto magnetotérmicos e I.Aut. IBT (Fuente: elaboración propia)

DIFERENCIALES

<i>Descripción</i>	<i>Clase</i>	<i>Intens(A)</i>	<i>Sensibilidad(mA)</i>	<i>Cantidad</i>	<i>P.u. (€)</i>	<i>P.total (€)</i>
Relé y Transf.	AC	16	100	24	194,21	4.661,04
Relé y Transf.	AC	20	100	10	214,36	2.143,6
Diferen./Bipo.	AC	25	30	20	284,26	5.685,2
Relé y Transf.	AC	25	100	2	296,28	592,56
Relé y Transf.	AC	32	100	6	305,74	1.834,44
Diferen./Bipo.	AC	40	30	11	314,26	3.456,86
Relé y Transf.	AC	40	100	1	356,23	356,23
Diferen./Bipo.	AC [s]	40	300	1	419,36	419,36
Diferen./Tetr.	AC	40	1.100	2	475,29	950,58
Relé y Transf.	AC	50	100	4	480,54	1.922,16
Diferen./Bipo.	AC	63	30	1	485,32	485,32
Diferen./Tetr.	AC	63	30	8	492,73	3.941,84
Relé y Transf.	AC	63	100	2	555,19	1.110,38
Diferen./Bipo.	AC [s]	63	300	1	578,17	578,17
Diferen./Tetr.	AC [s]	63	300	5	593,22	2.966,1
Diferen./Tetr.	AC [s]	63	500	1	598,54	598,54
Diferen./Tetr.	AC	63	1.100	4	614,87	2.459,48
Diferen./Bipo.	AC	80	30	1	589,94	589,94
Diferen./Tetr.	AC	80	300	1	595,23	595,23
Diferen./Tetr.	AC	80	500	2	601,74	1.203,48
Diferen./Bipo.	AC [s]	80	650	1	614,33	614,33
Diferen./Tetr.	AC	80	1.000	1	618,22	618,22
Diferen./Bipo.	AC	125	30	8	684,86	5.478,88
Diferen./Tetr.	AC	125	30	6	693,58	4.161,48
Diferen./Bipo.	AC [s]	125	300	1	695,32	695,32
Diferen./Tetr.	AC [s]	125	300	1	698,31	698,31
Diferen./Tetr.	AC	400	8.700	1	821,94	821,94
Diferen./Tetr.	AC	400	8.900	1	856,33	856,33
Diferen./Tetr.	AC	630	300	1	1.147,98	1.147,98
Diferen./Bipo.	AC [s]	800	500	1	1.204,25	1.204,25
Diferen./Tetr.	AC [s]	800	500	1	2.214,48	2.214,48
Diferen./Tetr.	AC	800	4.000	1	2.547,59	2.547,59
TOTAL						57.609,62

Tabla 16: presupuesto diferenciales IBT (Fuente: elaboración propia)

MEDICION DE RELES TERMICOS.

<i>Descripción</i>	<i>Intens(A)</i>	<i>Cantidad</i>	<i>P.u. (€)</i>	<i>P.total (€)</i>
Relé térmico.	4-6	3	74,18	222,54
Relé térmico.	6-10	33	85,93	2.835,69
Relé térmico.	9-12	24	111,32	2.671,68
Relé térmico.	12-16	12	136,87	1.642,44
Relé térmico.	16-25	36	154,89	5.576,04
Relé térmico.	24-32	18	190,47	3.428,46
Relé térmico.	30-40	3	205,63	616,89
Relé térmico.	30-40	12	234,17	2.810,04
Relé térmico.	50-65	6	256,62	1.539,72
TOTAL				21.343,5

Tabla 17: presupuesto relés térmicos IBT (Fuente: elaboración propia)

MEDICION DE ELEMENTOS DE CONTROL-MANIOBRA.

<i>Descripción</i>	<i>Intens(A)</i>	<i>Cantidad</i>	<i>P.u. (€)</i>	<i>P.total (€)</i>
Contac/Tetr.	10	12	57,22	686,64
Contac/Tetr.	12	8	63,14	505,12
Contac/Tetr.	16	4	78,21	312,84
Contac/Tetr.	25	12	83,24	998,88
Contac/Tetr.	32	6	96,36	578,16
Contac/Tetr.	40	1	112,47	112,47
Contac/Tetr.	50	4	148,87	595,48
Contac/Tetr.	75	2	169,92	339,84
TOTAL				4.129,43

Tabla 18: presupuesto elementos de control y maniobra IBT (Fuente: elaboración propia)

PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN: 191.586,84 €

4.4 RESUMEN:

RESUMEN TOTAL DEL PRESUPUESTO

LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN		
APARTADO	PRECIO (€)	PRECIO DE LA INSTALACIÓN (€)
Presupuesto de Cables	46.091,12	73.037,32
Presupuesto de Tubos	19.959,27	
Presupuesto de Protecciones	6.478,22	
Presupuesto de Autoválvulas	508,71	
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO		
APARTADO	PRECIO (€)	PRECIO DE LA INSTALACIÓN (€)
Obra Civil	10.876,22	43.899,06
Celdas A.T.	21.759,87	
Interconexión Celdas A.T. – Trafo	214,22	
Equipos de Potencia	7.700,00	
Equipos de B.T.	1.348,50	
Red de Tierras	1.581,18	
Varios	419,07	
INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN		
APARTADO	PRECIO (€)	PRECIO DE LA INSTALACIÓN (€)
Presupuesto de Cables	76.002,34	191.586,84
Presupuesto de Tubos	3.304,27	
Presupuesto de Canales	1.215,34	
Presupuesto de Magnetotérmicos e Interruptores Automáticos	27.982,34	
Presupuesto de Diferenciales	57.609,62	
Presupuesto de Relés Térmicos	21.343,50	
Presupuesto de Elementos de Control - Maniobra	4.129,43	
PRESUPUESTO TOTAL		308.523,22

Tabla 19: resumen de presupuesto total (Fuente: elaboración propia)

El presupuesto total de la instalación eléctrica descrita en el presente proyecto asciende a un total de **TRESCIENTOS OCHO MIL QUINIENTOS VEINTITRES EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS**.



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

CONCLUSIONES

5. CONCLUSIONES

En este Trabajo de Fin de Grado se ha realizado el diseño, análisis y cálculo de la instalación eléctrica para una bodega de vino, situada en el municipio vallisoletano de Serrada, la cual contará con el dimensionamiento para la instalación de 4 líneas productoras de vino, 2 de ellas para la elaboración de vino blanco y las 2 restantes dedicadas a la elaboración de vino tinto.

En primer lugar, hemos estudiado y descrito tanto el producto principal que se elaborará en la instalación, es decir, el vino, como sus características, variedades, su proceso productivo y maquinaria que interviene en el mismo.

Seguidamente, en cuanto al diseño de la instalación eléctrica, hemos considerado oportuno el estudio y desarrollo de la instalación desde el punto de conexión a la red de Media Tensión, lugar desde el que se va a alimentar la instalación, pasando por el Centro de Transformación propiedad del promotor, hasta terminar por la instalación de Baja Tensión que conectará el Centro de Transformación con los diferentes puntos de consumo de la bodega.

La instalación eléctrica ha sido diseñada con el objetivo de funcionar de manera eficiente, segura y con el mayor aprovechamiento posible de los materiales para su correcta utilización durante su vida útil, todo ello apoyado en una serie de normas y criterios técnicos propios para la situación.

En cuanto a la disposición en planta, se han distribuido las cargas ordenadas por habitáculos de la bodega, cada uno con sus subcuadros correspondientes que le proporcionaran suministro eléctrico, todos ellos alimentados desde un Cuadro General de Distribución de Baja Tensión ubicado en el interior del Centro de Transformación diseñado.

Todas las líneas que alimentan las diversas cargas, están protegidas contra sobrecargas, cortocircuitos y contactos directos e indirectos, garantizando un correcto funcionamiento de la instalación y la protección de las personas presentes en la misma.

Respecto del factor de potencia conjunto de dicha instalación, se ha decidido que no será inferior a 0,98, por lo que se ha instalado una batería de condensadores de 371,72 kVar.

En cuanto al Centro de Transformación, se ha elegido uno prefabricado, que albergará un transformador trifásico, con aislamiento seco, de una potencia aparente de 1.600 kVA, el cual será alimentado a una tensión de 13,2 kV y reducirá dicha tensión hasta 400 V. La potencia total que demanda nuestra instalación es de 1.321,6 kW. Dicho centro de transformación tiene el espacio suficiente para poder modificar en un futuro, si así se decidiera, la alimentación al Cuadro General de Distribución en Baja Tensión.

Así mismo, se ha diseñado, también siguiendo la normativa vigente para este tipo de instalaciones, una Línea Subterránea de Media Tensión, canalizada bajo tubo, a una tensión de 13,2 kV y con una longitud de 621 metros, que conectará nuestra instalación con el punto de conexión indicado por la distribuidora, en nuestro caso, la Subestación de Serrada (ST SERRADA).

Para el correcto diseño y cálculo de estas tres instalaciones, nos hemos apoyado en el software dmELECT para realizar los 3 proyectos eléctricos, utilizando los módulos “Instalación Urbana”, “CT” y por último el “CIEBT”.



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

BIBLIOGRAFÍA

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Vino – Wikipedia <https://es.wikipedia.org/wiki/Vino> [Consulta: Mayo 2025]
- [2] ¿Qué es el vino? <https://www.vivirelvino.com/blog/que-es-el-vino-n810?srsId=AfmBOoo2jWYcA86qOwLJcrfjRQZpz7cNilYVR203qP68levRFONCJSiQ> [Consulta: Mayo 2025]
- [3] Blog sobre el vino <https://www.sobrelas.com/gastronomia/diferencias-entre-copas-de-vino-tinto-y-vino-blanco/> [Consulta: Mayo 2025]
- [4] Bodega más antigua del mundo <https://www.vinetur.com/2017111645505/halladas-las-evidencias-cientificas-de-la-bodega-mas-antigua-de-la-historia.html> [Consulta: Mayo 2025]
- [5] The wine history <https://mediacopagarcia.com.ar/tag/the-wine-history/> [Consulta: Mayo 2025]
- [6] Historia del Vino <https://www.vinoseleccion.com/saber-de-vinos/historia-del-vino?srsId=AfmBOoqvn6n9Ni5bTLjptBqDaTP1QAe09p3bVxF6BX6hfeIKFbtNNCEp> [Consulta: Mayo 2025]
- [7] Vino blanco, rosado y tinto <https://spartanwinemaker.wordpress.com/2016/02/16/ccv-7-cata-de-blanco-rosado-y-tinto/> [Consulta: Mayo 2025]
- [8] Observatorio español del mercado del vino <https://www.oemv.es/> [Consulta: Mayo 2025]
- [9] Situación del vino en 2024 https://www.qcom.es/oiv/reportajes/oiv-la-instantanea-del-complejo-mundo-del-vino-durante-2024_67747_2_72204_0_1_in.html?utm [Consulta: Mayo 2025]
- [10] Normas UNE <https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/baja-tension/Paginas/normas-une.aspx> [Consulta: Mayo 2025]

- [11] Orígenes del vino <https://www.15bodegas.com/blog/origen-del-vino-cuando-y-donde-nace-la-bebida-de-los-dioses> [Consulta: Mayo 2025]
- [12] Mitología y vino <https://www.beronia.com/es-es/blog/vino-y-mitologia-un-viaje-de-leyenda-al-genesis-del-vino> [Consulta: Mayo 2025]
- [13] Tipos de vino <https://www.solardesamaniego.com/blog/que-tipos-de-vinos-existen-y-cuales-son-sus-caracteristicas> [Consulta: Mayo 2025]
- [14] Clasificación del vino según sus características <https://catatu.es/blog/tipos-vino-clasificacion-vinos/> [Consulta: Mayo 2025]
- [15] Materia prima del vino <https://www.catadelvino.com/blog-cata-vino/la-materia-prima-del-vino-la-uva1> [Consulta: Mayo 2025]
- [16] Tipos de uva <https://juliansoler.com/vendimia-y-tipos-de-uva/> [Consulta: Mayo 2025]
- [17] Levaduras en el vino <https://www.catadelvino.com/blog-cata-vino/que-levaduras-intervienen-en-el-proceso-de-elaboracion-del-vino> [Consulta: Mayo 2025]
- [18] Aditivos utilizados en la elaboración del vino https://www.vadequimica.com/blog/todos-los-articulos/aditivos-usados-en-vinos.html?srsId=AfmBOop2WhpXldf0G2TsBUf773Z97r3x1fRp_rIE4efhBc5bJJomBHT9 [Consulta: Mayo 2025]
- [19] Los aditivos del vino <https://elviajealcentrodelvino.com/2022/03/01/los-aditivos-del-vino/> [Consulta: Mayo 2025]
- [20] Clarificantes en el vino <https://romale.es/es/blog/glosario-vino-cava/clarificacion-del-vino-el-arte-de-la-elaboracion-del-vino> [Consulta: Mayo 2025]
- [21] El azúcar en el vino <https://vegatolosa.com/azucar-en-vino/> [Consulta: Mayo 2025]

- [22] El proceso productivo del vino blanco
<https://faustinatorivero.com/vino/elaboracion-vino-blanco/> [Consulta: Mayo 2025]
- [23] ¿Cómo se hace el vino blanco?
<https://blog.borderio.com/proceso-de-elaboracion-de-vino-blanco-como-se-hace/> [Consulta: Mayo 2025]
- [24] Procesos de vendimia
https://www.vinetur.com/2020072061110/vendimia-a-la-vista.html#google_vignette [Consulta: Mayo 2025]
- [25] Noticias sobre el sector del vino
https://www.laregion.es/valdeorras/bierzo-rechaza-uso-uva-godello-rueda_1_20250125-3397492.html [Consulta: Mayo 2025]
- [26] ¿Cómo se elabora el vino blanco? <https://www.aeb-group.com/es/como-se-realiza-la-vinificacion-en-blanco> [Consulta: Mayo 2025]
- [27] Proceso de producción del vino blanco y tinto
<https://www.vinetur.com/2016053024031/proceso-de-elaboracion-del-vino-blanco-y-tinto.html> [Consulta: Mayo 2025]
- [28] Proceso productivo del vino tinto
<https://marquesdelatrio.com/blog/vino/elaboracion-del-vino-tinto/> [Consulta: Mayo 2025]
- [29] Prensado en el vino tinto <https://www.heredad-larreina.com/es/el-prensado/> [Consulta: Mayo 2025]
- [30] Envejecimiento del vino <https://enolviz.com/productos-enologicos.php?IdC=29> [Consulta: Mayo 2025]
- [31] Fases y pasos para elaborar vino tinto
<https://turismodevino.com/saber-de-vino/elaboracion-de-vino/> [Consulta: Mayo 2025]

- [32] Etapas de vinificación del vino tinto
https://www.aveine.com/es/pages/etapes-vinification-vin-rouge?srsId=AfmBOopB_3THSXEvhjJvNYN3-b94HwAbwncuUZbuGs0IXXS3ph1adpX [Consulta: Mayo 2025]
- [33] Proceso de embotellado del vino
<https://www.catadelvino.com/blog-cata-vino/las-embotelladoras-de-depresion-o-a-vacio-del-vino> [Consulta: Mayo 2025]
- [34] Fermentación del vino
https://es.wikipedia.org/wiki/Fermentaci%C3%B3n_del_vino
[Consulta: Mayo 2025]
- [35] Maquinaria imprescindible en la elaboración del vino
<https://www.loxamhune.com/maquinaria-imprescindible-en-el-proceso-de-elaboracion-de-vino/> [Consulta: Junio 2025]
- [36] Maquinaria del vino <https://agrovin.com/maquinaria/vino/>
[Consulta: Junio 2025]
- [37] Equipamiento y maquinaria para elaborar vino
https://prodelagricola.com/3-vino?srsId=AfmBOoqNq70ILd0q8Jiv0_Q0Zuu0I9WUB4i7IsThJ_5fApK00Xmi6Ru [Consulta: Junio 2025]
- [38] Báscula puente de hormigón
<https://grupoepelsa.com/es/basculas-puente/425-bascula-puente-hg-omni-de-hormigon-1448m-.html> [Consulta: Junio 2025]
- [39] Sinfines rotativos <https://talleresjesusmorales.es/sinfines-transportadores/> [Consulta: Junio 2025]
- [40] Mesa vibratoria <https://www.puleoitalia.com/es/tavolo-vibrante/vibra> [Consulta: Junio 2025]
- [41] Despalilladora <https://www.calero-group.com/para-que-sirve-una-despalilladora/> [Consulta: Junio 2025]
- [42] Bomba hidráulica <https://www.directindustry.es/prod/fpt-fluid-power-technology/product-68854-582600.html> [Consulta: Junio 2025]

- [43] Prensa neumática <https://www.tecnovino.com/siprem-international-la-revolucion-tecnologica-al-servicio-la-vinificacion/> [Consulta: Junio 2025]
- [44] Compresor de aire industrial <https://america.sullair.com/es/industrial> [Consulta: Junio 2025]
- [45] Depósitos de acero inoxidable <https://www.intranox.com/blog/nuevo-proyecto-viticola-fabricacion-de-142-depositos-de-acero-inoxidable-para-bodega> [Consulta: Junio 2025]
- [46] Clarificador centrífugo <https://www.gea.com/es/products/centrifuges-separation/centrifugal-separator/clarifier/> [Consulta: Junio 2025]
- [47] Filtro de membrana https://es.made-in-china.com/co_kittyli95/product_Winery-Equipment-for-Vineyards-with-High-Quality-Membrane-Filter_osiunggog.html [Consulta: Junio 2025]
- [48] Llenadora automática <https://www.tecnobodega.com/llenadora-de-botellas/> [Consulta: Junio 2025]
- [49] Taponadora automática <https://cdafrance.com/es/taponadora-atornillador-encapsuladora-autom%C3%A1ticos-o-semiautom%C3%A1ticos/vs400/> [Consulta: Junio 2025]
- [50] Etiquetadora rotativa <https://www.didacmendez.com/categorias/etiquetadoras-rotativas> [Consulta: Junio 2025]
- [51] Empaquetadora automática <https://www.alephgraphics.com/es/producto/empacadora-automatizada-de-sellado-en-manga-y-termoencogido-con-bandeja/> [Consulta: Junio 2025]
- [52] Enfardadora automática <https://www.innovamaquinaria.com/enfardado-automatizado/> [Consulta: Junio 2025]

- [53] Transformador de potencia <http://www.sino-transpower.com/transformer/dry-type-transformer/1600-kva-dry-type-cast-resin-transformer.html> [Consulta: Junio 2025]
- [54] Celdas de media tensión
<https://www.directindustry.es/prod/ormazabal/product-26707-1887265.html> [Consulta: Junio 2025]
- [55] Conductor 450/750 V
<https://www.topcable.com/es/cable/toxfree-zh-h07z1-k-as-precableado/> [Consulta: Junio 2025]
- [56] Conductor 0,6/1 kV
<https://www.cablesrct.com/productos/cables-por-material/cables-libres-de-halogenos/175-0-6-1kv/2206-rz1-k-as-0-6-1kv-2> [Consulta: Junio 2025]
- [57] Puesta a tierra de servicio
<https://ingenieroelectrico.net/esquema-tt/> [Consulta: Junio 2025]
- [58] Software AutoCad
- [59] Método UNESA para CT
http://nol.infocentre.es/ictnol/pdf/CENTROS_TRANSFORMACION.pdf [Consulta: Junio 2025]
- [60] “Manual de Instalaciones Eléctricas”- Carmona Fernández, D. Ed. Abecedario. 2004.
- [61] “Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión: Diseño, Cálculo, Dirección, Seguridad y Montaje” - Colmenar Santos, A.; Hernández Martín, J.L. Ed. Ra-Ma. 2007.
- [62] Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e ITC
https://www.boe.es/biblioteca_juridica/codigos/codigo.php?modo=2&id=326_Reglamento_electrotecnico_para_baja_tension_e_ITC [Consulta: Junio 2025]
- [63] Catálogo de protecciones eléctricas modulares Schneider
<https://www.se.com/es/es/product-category/1600-protecciones-el%C3%A9ctricas-modulares-y-de-control/> [Consulta: Junio 2025]

- [64] Catálogo comercial ABB
<https://library.e.abb.com/public/50e13e42653e4ae39d8301619a91742c/Catalogo%20Comercial%20ABB%20Peru%202021%20version%20movil.pdf> [Consulta: Junio 2025]
- [65] Software dmELEC



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

AGRADECIMIENTOS

7. AGRADECIMIENTOS

Llegados a este punto y concluyendo tanto este Trabajo de Fin de Grado como mi etapa en este grado de Ingeniería Eléctrica en la Universidad de Valladolid, solo me queda agradecer.

Primeramente, a mi familia más cercana, tanto a mis padres, Ana y Manuel y a mis hermanos, Sergio y Álvaro, por el esfuerzo que han hecho para que yo pudiese estudiar lo que de verdad me gusta, así como por los ánimos y los consejos que siempre me han dado y la confianza que siempre han depositado en mí, tanto cuando las cosas han ido bien, como cuando pintaban muy mal.

Al resto de mi familia, especialmente a mis abuelos, que siempre mantuvieron la ilusión por ver a su nieto convertirse en ingeniero y lo transformaron en un apoyo que jamás podré olvidar, ahora por fin podré devolveros esa ilusión a vosotros.

A mis amigos del pueblo toda la vida, que me han aguantado en los ratos buenos, pero sobre todo en los malos, ayudándome a ver las cosas de otra manera, y demostrándome que la amistad se demuestra día a día con esos pequeños detalles.

A mis más que compañeros, amigos de la carrera, Alejandro, David, Andrés, Jaime, Jorge, Silvia, y Álvaro, por todos esos buenos momentos que hemos pasado juntos estos 4 años, por todas las tonterías de las que nos hemos reído, por tantas horas juntos en el Templo y en el Entrehoras, y estudiando también por supuesto, y por alegrarme cada día durante los últimos 4 años. Realmente no sé qué hubiera sido de mi si no os hubiese conocido, pero seguro que la experiencia no hubiera sido tan divertida.

Podría escribir un texto solo para vosotros y aun así me faltarían palabras de agradecimiento. Solo puedo decir que me llevo 7 amigos para siempre de esta etapa.

Y, por último, agradecer también a mi tutor de este TFG, Manuel Muñoz Cano, por tener la paciencia y las ganas de enseñarme que ha demostrado no solo durante la elaboración de este TFG, sino también durante las clases que me impartió a lo largo de la carrera, por todo ello, muchas gracias a ti también.

Sin todos vosotros no se si el momento de llegar a escribir esto hubiera sido posible, así que solamente puedo deciros desde el corazón, muchas gracias, y espero que la vida os devuelva todo lo bueno que me habéis aportado a mi durante esta etapa.

Simplemente y una vez más, gracias.

Mario Estébanez Román.