

Trabajo Fin de Grado

Ingeniería de las Tecnologías Industriales

Implantación de Almazara en Andújar (Jaén).
Edificios e Instalaciones Auxiliares.

Autor: Daniel Sánchez Guerrero

Tutor: Rafael Valenzuela García

**Dpto. de Ingeniería de la Construcción y
Proyectos de Ingeniería
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla**

Sevilla, 2021



Departamento de
Ingeniería de la Construcción
y Proyectos de Ingeniería

Proyecto Fin de Grado
Ingeniería de las Tecnologías Industriales

Implantación de Almazara en Andújar (Jaén). Edificios e Instalaciones Auxiliares.

Autor:

Daniel Sánchez Guerrero

Tutor:

Rafael Valenzuela García

Profesor asociado

Dpto. de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2021

Proyecto Fin de Carrera: Implantación de Almazara en Andújar (Jaén). Edificios e Instalaciones Auxiliares.

Autor: Daniel Sánchez Guerrero

Tutor: Rafael Valenzuela García

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

El Secretario del Tribunal

A mi familia

A mis amigos

A mis profesores

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a todos mis profesores y en especial a don Rafael Valenzuela, su compromiso con la enseñanza, su implicación y su inestimable ayuda durante estos años, y en particular durante el transcurso de este proyecto.

Agradezco a Fran y a los amigos de la Cooperativa San Rafael de Andújar, por abrirme las puertas de su casa y estar a mi disposición siempre que lo he necesitado.

A mis compañeros de esta Escuela, por las horas de estudio, las dudas, los agobios y las alegrías compartidas durante estos años. Al Colegio Mayor Hernando Colón y todos los amigos que forman parte de esa casa, por darme a descubrir la vida universitaria en su plenitud y hacerme una mejor persona, por todos los grandes momentos vividos durante el grado universitario.

Gracias a todos mis amigos, por haber sido un apoyo fundamental en los malos momentos y compartir con ellos tantas otras buenas vivencias. Por ser un ejemplo de amistad y de ayuda siempre.

A mi familia, en especial a mis abuelos y a mis tatas, por enseñarme desde pequeño los valores que hoy intento transmitir. Por hacerme una persona íntegra, generosa y responsable.

A mi hermana, a papá y a mamá. Por confiar en mí siempre, por apoyarme tanto académicamente como personalmente en todas las decisiones. Por ser mi principal guía y motivación, y un espejo en el que mirarse todos los días. Por enseñarme a ser como soy, por transmitirme todo vuestro cariño y vuestros valores. Porque con vosotros todo tiene sentido.

Resumen

El aceite de oliva es uno de los productos más valorados en el mundo por sus diversas aplicaciones, principalmente en el ámbito culinario, formando parte de la Dieta Mediterránea. Su obtención se basa en dos sectores: la agricultura del olivo y la producción de aceite de calidad suprema.

La producción del Aceite de Oliva Virgen se realiza en plantas industriales llamadas Almazaras, donde la aceituna – fruto del olivo – se prensa a través de un proceso totalmente mecánico, con el objetivo de alterar al mínimo la calidad del aceite.

Este Proyecto básico de Ingeniería realiza el diseño de una Almazara a través de la construcción de los edificios e instalaciones auxiliares necesarias para el funcionamiento óptimo de la instalación. Este Proyecto se realiza con el objetivo de optimizar el proceso productivo y el coste de producción del aceite desde el punto de vista constructivo.

A partir del conocimiento del proceso de producción del aceite, el proyecto engloba algunas decisiones como la distribución en planta de las zonas de producción, la estimación del tamaño de los equipos, la decisión de construcción de edificios para albergar los equipos y su dimensionamiento, y el diseño de las instalaciones necesarias para su funcionamiento.

Abstract

Olive oil is one of the most valued products in the world due to its several uses, mainly in the culinary scope, as it takes part in Mediterranean Diet. Its obtention is based on two sectors: agricultura of olive tree and production of olive oil with supreme quality.

Production of Virgin Olive Oil is done in factories called ‘Almazaras’ (olive mills), where the olives are pressed through a totally mechanic process, with the aim of not changing the quality of the oil.

This Basic Engineering Project does the design of an olive mill through the construction of the buildings and auxiliary systems needed for the optimum operation of the factory. This Project is done with the objective of optimising the productive process and the cost of oil production from a structural point of view.

From the knowledge of the productive process of oil, the project includes several decisions like the layout of production areas, an estimation of the machines’ size, the decision to construct buildings to shelter the machines and their sizes, and the design of the systems needed for its development.

Índice

Agradecimientos	ix
Resumen	xi
Abstract	xiii
Índice	xiv
Índice de Tablas	xvii
Índice de Figuras	xix
Notación	xxiii
1 Objeto del Proyecto	1
2 Antecedentes	3
2.1. <i>Definiciones previas</i>	3
2.1.1 El olivo	3
2.1.2 La aceituna	4
2.1.3 El aceite	5
2.2. <i>Aceite de oliva en la historia</i>	8
2.3. <i>Aceite de oliva en la actualidad</i>	9
2.3.1. Sector oleícola en España	9
2.3.2. Sector oleícola en Andalucía	13
3 Alcance	16
4 Situación y Emplazamiento	18
4.1 <i>Justificación de la ubicación</i>	18
4.2 <i>Estudio climático</i>	21
4.3 <i>Estudio geotécnico</i>	21
4.4 <i>Normativa municipal</i>	22
5 Proceso Productivo	23
5.1 <i>Descripción cualitativa</i>	23
5.1.1 Zona de recepción	24
5.1.2 Zona de operación	29
5.1.3 Bodega y Envasadora	32
5.2 <i>Descripción cuantitativa</i>	34
5.2.1 Zona de recepción	37
5.2.2 Zona de operación	48
5.2.3 Zona de almacén y envasado	58
5.2.4 Tratamiento de subproductos	60
5.3 <i>Listado de equipos necesarios</i>	60

6	Proceso Constructivo	64
6.1	<i>Definición de la Instalación</i>	64
6.1.1	Distribución en planta	64
6.1.2	Zonas de trabajo	66
6.1.3	Justificación de edificios propuestos	76
6.2	<i>Descripción de las obras</i>	77
6.2.1	Movimiento de tierras	77
6.2.2	Naves A y B	79
6.2.3	Nave C	87
6.2.4	Sótano	93
6.3	<i>Estimación de cargas</i>	93
6.3.1	Naves A y B	94
6.3.2	Nave C	111
6.3.3	Sótano	121
7	Instalaciones auxiliares	123
7.1	<i>Instalación Eléctrica</i>	123
7.1.1	Elementos de la Instalación	123
7.1.2	Conductores	127
7.1.3	Tipos de canalizaciones	128
7.1.4	Protecciones	129
7.1.5	Receptores	130
7.1.6	Sistema de placas solares	131
7.1.7	Esquema unifilar	131
7.2	<i>Red de Fontanería</i>	134
7.2.1	Suministro de agua	135
7.2.2	Calidad del agua	135
7.2.3	Elementos de la instalación	135
7.2.4	Separaciones entre instalaciones	137
7.2.5	Diseño de la red de distribución	137
7.3	<i>Red de Saneamiento</i>	141
7.3.1	Sistema de Evacuación	141
7.3.2	Elementos de la instalación	142
7.3.3	Diseño de la instalación	144
7.4	<i>Protección Contra Incendios</i>	149
7.4.1	Caracterización del Establecimiento Industrial	150
7.4.2	Requisitos Constructivos	154
7.4.3	Instalaciones de Protección Contra Incendios	157
7.5	<i>Climatización y Ventilación</i>	162
7.5.1	Definición de la instalación	162
7.5.2	Diseño del Sistema	163
7.5.3	Elección de equipos	166
8	Medición y Presupuesto	168
	Referencias	176
9	Anexo A. Planos	181

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Producción de aceites de oliva en las campañas 16/17, 17/18 y 18/19 [4].	11
Tabla 2.2	Estimación del MAPA sobre la producción por comunidades en 2020 [18].	13
Tabla 5.1	Balance de materia en la instalación.	35
Tabla 5.2	Dimensiones de la tolva de recepción.	39
Tabla 5.3	Dimensiones de la tolva de pesaje.	41
Tabla 5.4	Dimensiones de la tolva de almacenamiento.	42
Tabla 5.5	Características de cintas transportadoras.	43
Tabla 5.6	Balance de materia en el decánter.	51
Tabla 5.7	Balance de materia en la centrífuga.	52
Tabla 5.8	Balance de materia en la deshuesadora.	53
Tabla 5.9	Características de las bombas.	55
Tabla 5.10	Listado de equipos	61
Tabla 6.1	Volumen retirado en la parcela.	78
Tabla 6.2	Volumen aportado a la parcela	79
Tabla 6.3	Elementos de Naves A y B.	80
Tabla 6.4	Zapatas en Naves A y B.	81
Tabla 6.5	Dimensiones Naves A y B.	83
Tabla 6.6	Características de los suelos.	86
Tabla 6.7	Elementos de Nave C.	88
Tabla 6.8	Zapatas en Nave C.	89
Tabla 6.9	Dimensiones Nave C.	90
Tabla 6.10	Carga de viento en cubierta.	97
Tabla 6.11	Carga de viento en cubierta a presión.	113
Tabla 6.12	Carga de viento en cubierta a succión.	113
Tabla 7.1	Cuadros secundarios.	126
Tabla 7.2	Caudal instantáneo mínimo de sanitarios.	135
Tabla 7.3	Diámetro de las derivaciones individuales.	141
Tabla 7.4	Tuberías red de aguas negras. Redes de pequeña evacuación.	145

Tabla 7.5 Tuberías red de aguas negras. Colectores enterrados.	145
Tabla 7.6 Canalones.	147
Tabla 7.7 Bajantes.	147
Tabla 7.8 Colectores en red de pluviales de cubierta.	148
Tabla 7.9 Colectores en red de pluviales de contacto.	149
Tabla 7.10 Sectorización de la Almazara.	153
Tabla 7.11 Cumplimiento de superficie máxima.	155
Tabla 7.12 Sistemas de evacuación de humos.	157
Tabla 7.13 Sistemas automáticos de detección de incendio.	157
Tabla 7.14 Cálculo de tuberías de I.P.C.I.	159
Tabla 7.15 Presión mínima requerida en BIES.	159
Tabla 7.16 Sistema de hidrantes exteriores.	160
Tabla 7.17 BIES.	160
Tabla 7.18 Sistema de rociadores automáticos.	161
Tabla 7.19 Condiciones de diseño climatológicas.	163
Tabla 7.20 Valores de la transmitancia.	164
Tabla 7.21 Estimación de cargas.	164

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Superficie de olivar [11].	4
Figura 2.2	Aceitunas de variedad picual [12].	4
Figura 2.3	Variedades de olivo predominantes en España [2].	5
Figura 2.4	Aceite de oliva para uso culinario [13].	5
Figura 2.5	Criterios de calidad de las variedades de aceites de oliva [1].	7
Figura 2.6	Denominaciones de Origen del AOVE en Andalucía [14].	8
Figura 2.7	Molino de Ríos, en Alpandeire (Málaga), uno de los más antiguos de España [15].	9
Figura 2.8	Evolución de la producción de Aceite de Oliva en el mundo en la última década [16].	10
Figura 2.9	Países con mayor exportación de Aceite de Oliva en 2018 [17].	10
Figura 2.10	Distribución de la superficie agrícola utilizada en España en 2016 [4].	11
Figura 2.11	Gráfico de exportación de aceites en España [3].	12
Figura 2.12	Principales países importadores del aceite de oliva español fuera de la UE [17].	12
Figura 2.13	Localización de las almazaras nacionales (elaboración propia).	14
Figura 4.1	Superficie de olivar en Andalucía.	18
Figura 4.2	Comarcas de la provincia de Jaén.	18
Figura 4.3	Situación estratégica de Andújar [9].	19
Figura 4.4	Ubicación del Polígono Industrial Ave María en el término municipal de Andújar [10].	20
Figura 4.5	Parcelas seleccionadas [10].	20
Figura 4.6	Climograma de Andújar [19].	21
Figura 5.1	Diagrama de flujos del proceso.	24
Figura 5.2	Diagrama de flujos. Zona 1.	25
Figura 5.3	Terminal de descarga a tolva de recepción.	26
Figura 5.4	Boca de la tolva de recepción.	26
Figura 5.5	Máquina de limpieza y lavado.	27
Figura 5.6	Zona de lavado y despalillado.	27
Figura 5.7	Tolvas de pesaje.	28
Figura 5.8	Tolvas de almacenamiento [21].	29

Figura 5.9	Diagrama de flujos. Zona 2.	30
Figura 5.10	Decánter horizontal de dos fases.	31
Figura 5.11	Centrífugas verticales	32
Figura 5.12	Diagrama de flujos. Zona 3.	33
Figura 5.13	Bodega [22].	33
Figura 5.14	Envasadora [23].	34
Figura 5.15	Balance de materia.	36
Figura 5.16	Modelo estimado de la tolva de recepción.	38
Figura 5.17	Dimensiones estimadas de la tolva de recepción.	38
Figura 5.18	Equipo compacto de limpieza y lavado [24].	39
Figura 5.19	Sistema continuo de pesaje [25].	40
Figura 5.20	Modelo estimado de la tolva de pesaje.	41
Figura 5.21	Tolvas de almacenamiento [24].	41
Figura 5.22	Modelo estimado de la tolva de almacenamiento.	42
Figura 5.23	Cinta transportadora [24].	43
Figura 5.24	Perfil transversal de la cinta transportadora [26].	44
Figura 5.25	Datos de entrada para P_1 [26].	46
Figura 5.26	Datos de entrada para P_3 [26].	46
Figura 5.27	Molino modelo M30 de Centrifugación Alemana [27].	48
Figura 5.28	Dimensiones del molino M30 [27].	48
Figura 5.29	Termobatidora B040CA [27].	49
Figura 5.30	Dimensiones del modelo de termobatidora B040CA [27].	50
Figura 5.31	Decánter HSD-150-CA [27].	50
Figura 5.32	Dimensiones del modelo de decánter horizontal [27].	51
Figura 5.33	Tamiz T-20 [27].	51
Figura 5.34	Centrífuga vertical SCP-250-CA [27].	52
Figura 5.35	Depósito aclarador [27].	53
Figura 5.36	Partes de la deshuesadora [24].	54
Figura 5.37	Dimensiones de la deshuesadora [24].	54
Figura 5.38	Modelo de envasadora [28].	59
Figura 5.39	Diagrama del proceso.	63
Figura 6.1	Matriz Relacional de Actividades.	65
Figura 6.2	Propuesta de Layout.	65
Figura 6.3	Recorrido de los vehículos.	67
Figura 6.4	Zona de recepción.	68
Figura 6.5	Zona de molturación.	69
Figura 6.6	Bodega.	69
Figura 6.7	Caldera Ares 180 [30]	72
Figura 6.8	Almacenes, zona noble y salas auxiliares.	73

Figura 6.9 Dimensiones del Centro de Transformación [33].	74
Figura 6.10 Garita de control [34].	74
Figura 6.11 Báscula de sobresuelo [35].	75
Figura 6.12 Aparcamientos con marquesina [36].	75
Figura 6.13 Vallado rígido con muro de obra [37].	76
Figura 6.14 Puerta corredera automática [38].	76
Figura 6.15 Vista en planta del sótano.	77
Figura 6.16 Muelle de carga.	78
Figura 6.17 Modelos de pórticos de naves A y B.	82
Figura 6.18 Panel sándwich [40].	83
Figura 6.19 Lucernario continuo [41].	84
Figura 6.20 Cerramiento lateral. Placas de hormigón prefabricado [42].	84
Figura 6.21 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos (CTE DB HS 1) [45].	85
Figura 6.22 Clasificación de los suelos según su resbaladicidad (CTE-DB SUA) [46].	86
Figura 6.23 Falso techo en zonas administrativas [47].	87
Figura 6.24 Modelos de pórticos de nave C.	89
Figura 6.25 Chapa metálica de cubrición [48].	90
Figura 6.26 Descripción del peto de chapa [49].	91
Figura 6.27 Diseño de explanada [50].	92
Figura 6.28 Diseño del firme [50].	92
Figura 6.29 Sistema de cubrición del sótano.	93
Figura 6.30 Coeficiente de presión en paramentos verticales. Nave a dos aguas [51].	95
Figura 6.31 Hipótesis de viento lateral y frontal sobre cerramiento.	96
Figura 6.32 Coeficiente de presión para cubiertas. Nave a dos aguas [51].	97
Figura 6.33 Diagrama de esfuerzos de las correas.	99
Figura 6.34 Cargas aplicadas en el plano X-Z.	101
Figura 6.35 Diagrama de axiles.	102
Figura 6.36 Diagrama de cortantes.	102
Figura 6.37 Diagrama de flectores.	103
Figura 6.38 Diagrama de axiles.	107
Figura 6.39 Diagrama de cortantes.	108
Figura 6.40 Diagrama de flectores.	108
Figura 6.41 Coeficientes de presión en cubierta. Nave C [51].	112
Figura 6.42 Diagrama de esfuerzos de las correas.	115
Figura 6.43 Cargas aplicadas en el plano X-Z.	116
Figura 6.44 Diagrama de axiles (compresión).	117
Figura 6.45 Diagrama de cortantes.	117
Figura 6.46 Diagrama de flectores.	117

Figura 6.47 Diagrama de axiles (tracción).	118
Figura 6.48 Diagrama de esfuerzos. Sótano.	121
Figura 7.1 Elementos de un CT.	124
Figura 7.2 Características de los conductores.	134
Figura 7.3 Tabla de cálculo eléctrico en conductores.	134
Figura 7.4 Estimación de diámetro de tuberías de agua fría.	138
Figura 7.5 Estimación de diámetro para tuberías de ACS.	139
Figura 7.6 Pérdidas en el punto de consumo más desfavorable.	140
Figura 7.7 Disposición canalones con muro de elevación.	146
Figura 7.8 Disposición canalón central.	146
Figura 7.9 Recopilación de datos de P.C.I.	153
Figura 7.10 Cálculos en sistema de climatización.	166
Figura 7.11 Unidad condensadora.	166
Figura 7.12 Unidades interiores de climatización.	167

Notación

m	Masa
C	Capacidad
ρ	Densidad aceite
ρ_c	Densidad corregida
ρ_a	Densidad aceituna
f	Factor de corrección
C_d	Capacidad de diseño
H	Altura
A	Área
A_{BM}	Área de base mayor
A_{Bm}	Área de base menor
Q	Capacidad o caudal
v	Velocidad
P	Potencia
η	Rendimiento
g	Aceleración de la gravedad
D	Diámetro
λ	Factor de fricción
L	Longitud
ε	Rugosidad
Re	Número de Reynolds
H_g	Altura geométrica
μ	Coefficiente viscosidad dinámica
q	Carga superficial o lineal
γ	Coefficiente de mayoración de acciones
Ψ	Coefficiente de simultaneidad
PP	Peso propio
D	Acción determinante
ND	Acción no determinante
V	Carga de viento
N	Carga de nieve

SC	Sobrecarga de uso
f_y	Límite elástico
W_{pl}	Módulo resistente plástico
X_{Ed}	Valor de cálculo
$X_{c,Rd}$	Valor límite de resistencia
$X_{b,Rd}$	Valor límite de estabilidad
s	Flecha
X_{adm}	Valor admisible
M	Momento flector
V	Esfuerzo cortante
N	Esfuerzo axial
E	Módulo de Young
I	Inercia
X_{cr}	Valor crítico
S	Superficie o sección
I	Intensidad
V	Tensión o voltaje
ΔV	Caída de tensión
$\cos \Psi$	Factor de potencia (f.p.)
γ	Conductividad eléctrica

1 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto básico es diseñar la construcción de una almazara industrial para la producción y envasado de Aceite de Oliva Virgen en el término municipal de Andújar (Jaén), incluyendo los edificios y las instalaciones auxiliares necesarias para su funcionamiento.

Esta Almazara moderna debe cumplir dos objetivos principales. Desde el punto de vista constructivo, la almazara se diseña con el fin optimizar el proceso de obtención del aceite que se traduce en la mejora de la calidad y de los tiempos de producción, y desde el punto de vista comercial, el diseño de una envasadora anexa a la almazara implica realizar el envasado del propio aceite en la instalación, y así generar una rentabilidad económica importante, al evitar la venta de aceite a envasadoras externas.

Para lograr el objetivo marcado, se propone la distribución en planta óptima y la construcción de la instalación de forma que consiga optimizar el beneficio de la producción del aceite, al realizar el procesado y envasado en la misma instalación, encuadrada en la provincia jiennense, principal productora de aceite a nivel mundial.

2 ANTECEDENTES

La obtención del aceite de oliva se remonta hacia el 5000 a.C., donde las primeras civilizaciones se percataron de las bondades del ‘oro líquido’. No obstante, la mecanización del procesado de la aceituna en aceite se ha desarrollado a lo largo de la historia, siendo su evolución contemporánea a los acontecimientos históricos más importantes.

2.1. Definiciones previas

[1] El aceite de oliva es el aceite vegetal comestible más importante en la zona mediterránea. Este aceite se obtiene de la aceituna, que es el fruto del olivo, y es extraído en instalaciones llamadas almazaras a través de un proceso completamente mecánico que pretende alterar lo mínimo posible el producto final.

2.1.1 El olivo

[2] [6] El olivo (*Olea europaea L.*) es la única especie de la familia botánica de Oleáceos con fruto comestible. Dicha especie está totalmente adaptada al clima mediterráneo, pues el 95% del cultivo se encuentra en la zona Mediterránea, y es capaz de soportar temperaturas altas en verano, aunque sufre con las heladas a temperaturas cercanas a los -10 °C. Se suele desarrollar con frecuencia en zonas con un régimen pluviométrico de entre 600 y 800 mm/año, con una orografía típica de lomas, aunque también puede cultivarse en terreno algo más escabroso.

El olivo es un árbol de hoja perenne y muy longevo, que presenta un color verde plateado muy característico. Caracterizado por su fuerte tronco y su copa redondeada y frondosa, su altura oscila entre los 4 y los 8 metros. Pese a su morfología característica, su desarrollo depende de factores como su cultivo, poda, condiciones del terreno o climatología.

Su adaptación a la vida en suelos pobres y climas áridos, mayormente con cultivos de secano (sólo el 28% de la superficie olivarera española es de regadío), a la vez que la facilidad para la recolección del fruto, hace que sea reseñado como uno de los cultivos más antiguos de la historia.

El olivo, además de ser una especie de gran durabilidad, presenta diversas formas de propagarse, ya sea por polinización o por raíz madre. La época de floración del olivo en Europa se produce de media en el mes de mayo. A continuación, se desarrolla el fruto llamado aceituna.



Figura 2.1 Superficie de olivar [11].

2.1.2 La aceituna

[2] La aceituna es un fruto con forma de elipsoide, de menos de 5 cm de longitud y 2 cm de diámetro, que imprime inicialmente un color verdoso y más tarde evoluciona a morado, cuando el fruto ya está maduro, transcurridos unos seis meses.



Figura 2.2 Aceitunas de variedad picual [12].

Este fruto de una única semilla tiene tres tejidos principales: endocarpo o hueso, mesocarpo o pulpa, exocarpo o piel. La obtención del aceite se basa en la extracción de la pulpa del mesocarpo, retirando como residuos hueso, piel y partículas sólidas del mesocarpo.

Uno de los principales factores que marcan las características del aceite es el tipo de aceituna utilizada. En España se pueden distinguir hasta 24 zonas olivareras, si bien la predominante en la provincia de Jaén es la variedad picual, cuya extensión es la mayor de todas las zonas oleícolas existentes.

La variedad de aceituna ‘Picual’ presenta una gran productividad, rendimiento graso elevado y facilidad de cultivo, a lo que se suma su aceite con alto índice de estabilidad y alto contenido de ácido oléico. Además, la mayoría de Denominaciones de Origen son procedentes de esta variedad oleícola, al englobar la mayoría de la superficie olivarera de Jaén, Córdoba y Granada.

La variedad picual madura de forma precoz, con un periodo medio de maduración desde principios de noviembre

a finales de diciembre, hecho que influye en el periodo de trabajo a pleno rendimiento de la Almazara diseñada.

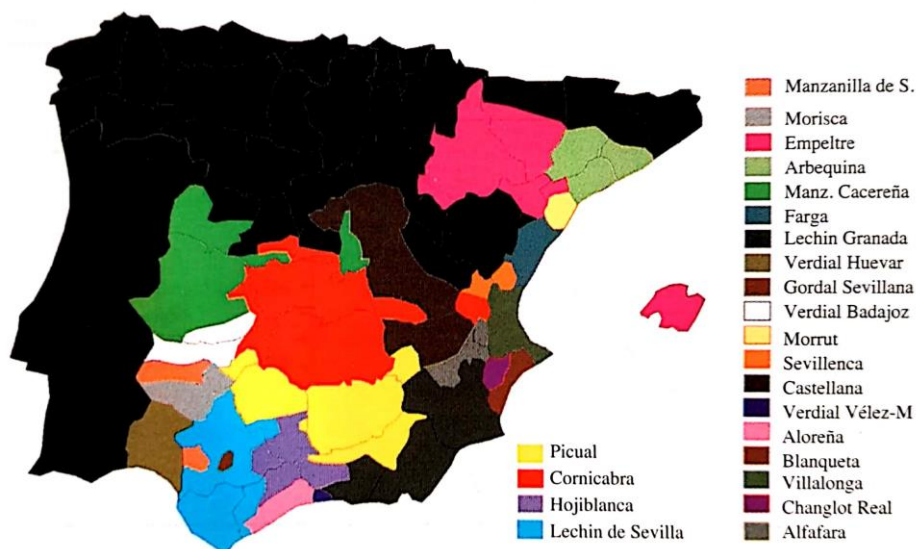


Figura 2.3 Variedades de olivo predominantes en España [2].

2.1.3 El aceite

2.1.3.1 Definición

[6] El aceite de oliva es el jugo natural obtenido de la aceituna madurada durante un periodo de seis a ocho meses, la cual es recolectada del olivo y posteriormente prensada entre los meses de noviembre y febrero. Su extracción se produce en almazaras mediante procesos totalmente mecánicos.

El éxito del aceite de oliva radica en sus innumerables propiedades adaptadas a la alimentación, que lo convierte en el producto estrella de la dieta mediterránea, aunque su influencia se ha extendido a lo largo de la historia en otros campos, como en la medicina y la cosmética.

Las principales características del aceite de oliva son el color, el sabor y el aroma. El color puede ir desde un amarillo verdoso hasta un amarillo pajizo, en función del tipo de aceituna y del periodo de recolección. El sabor se define por diferentes atributos que pueden ser positivos, como afrutado, amargo o picante, o negativos, como metálico o avinagrado. Por último, se puede producir un análisis similar para el aroma. Estos tres atributos son los que definen la calidad del aceite.



Figura 2.4 Aceite de oliva para uso culinario [13].

2.1.3.2 Clasificación del aceite de oliva

[1] La regulación del mercado del aceite de oliva se rige por el Acuerdo Internacional sobre Aceites de Oliva y Aceitunas de Mesa realizado por el Consejo Oleícola Internacional (COI). Este Convenio Internacional establece una clasificación del aceite de oliva en función de algunos parámetros.

Se denomina ‘Aceite de Oliva’ a todo aceite obtenido del fruto de olivo, excluyendo aquellos aceites obtenidos por disolución o por mezcla de otros, con los únicos tratamientos de lavado, decantación, centrifugación y filtrado. Se comercializa mediante los siguientes nombres:

- Aceite de oliva virgen: es el aceite obtenido del olivo solamente por procedimientos mecánicos. En función de una serie de parámetros cuantificables (características organolépticas, acidez libre, índice de peróxidos y absorbancia del ultravioleta), se subdividen en:
 - Aceite de Oliva Virgen Extra (AOVE): presenta una cantidad de ácido oléico de 0,8 g por 100 g de aceite como máximo, entre otras características.
 - Aceite de Oliva Virgen (AOV): tiene una acidez libre, en cantidad de ácido oléico, menor de 3,3 g por 100 gramos, entre otras características.
 - Aceite de Oliva Lampante: es el aceite sobrante del proceso, no apto para el consumo, con 3,3 g por 100 g de ácido oléico, entre otras características. Está destinado a la industria de refinado.
 - Aceite de oliva refinado: es obtenido a partir del aceite de oliva virgen mediante técnicas de refinado que no provoquen modificación de la estructura glicerídica inicial, con una acidez máxima de 0,3 gramos por 100 gramos de aceite.
- Aceite de oliva: está constituido por la mezcla de aceite refinado con otros aceites de oliva aptos para el consumo, con una acidez de 1,5 g por 100 g, entre otras características organolépticas.

El ‘aceite de orujo de oliva’ es el aceite obtenido por disolución de la pasta de aceituna residual obtenida en el proceso de fabricación del aceite de oliva virgen. Dicho residuo tratado debidamente da lugar a este aceite que también se comercializa, pese a ser de mucha menor calidad. Se subdivide en tres grupos de aceites, de los cuales no se indican detalles porque no es objeto del trabajo en almazaras.

- Aceite de orujo de oliva crudo
- Aceite de orujo de oliva refinado
- Aceite de orujo de oliva

El aceite de oliva obtenido en las Almazaras mediante procedimientos solamente mecánicos es el Aceite de Oliva Virgen y Virgen Extra, en función de la calidad de la cosecha, pero nunca será de calidad inferior. Es decir, el aceite de oliva lampante se debe apartar del proceso de venta y destinarlo a un ‘reciclado’ por empresas dedicadas a estos.

	Aceite de oliva virgen extra	Aceite de oliva virgen	Aceite de oliva virgen corriente	Aceite de oliva virgen lampante ¹	Aceite de oliva refinado	Aceite de oliva	Aceite de orujo de oliva crudo	Aceite de orujo de oliva refinado	Aceite de orujo de oliva
1. Características organolépticas: • Olor y sabor • Olor y sabor (en una escala continua): — Mediana del defecto — Mediana del atributo frutado • Color • Aspecto a 20°C a las 24 horas	Me = 0 Me > 0	0 < Me ≤ 2,5 Me > 0	0,5 < Me ≤ 6,0 ²	Me > 6,0	Aceptable Amarillo claro límpido	Bueno Claro amarillo a verde límpido		Aceptable Claro amarillo a amarillo oscuro límpido	Bueno Claro amarillo a verde límpido
2. Acidez libre% m/m expresada en ácido oléico	≤ 1,0	≤ 2,0	≤ 3,3	≤ 3,3	≤ 0,3	≤ 1,5	No limitada	≤ 0,3	≤ 1,5
3. Índice de peróxido en meq. de oxígeno de los peróxidos por kg de aceite	≤ 20	≤ 20	≤ 20	No limitada	≤ 5,0	≤ 15	No limitada	≤ 5	≤ 15
4. Absorbancia al Ultravioleta (K ^{1%} _{1cm}) • 270 nm • ΔK	≤ 0,25 ≤ 0,01	≤ 0,25 ≤ 0,01	≤ 0,30 ¹ ≤ 0,01	No limitada ¹	≤ 1,10 ≤ 0,16	≤ 0,90 ≤ 0,15		≤ 2,00 ≤ 0,20	≤ 1,70 ≤ 0,18

No es obligatorio que los criterios 1, 2 y 3 sean concurrentes; uno de los criterios es suficiente.

¹ Después de pasar la muestra a través de alúmina activada, la absorbancia a 270 nm deberá ser igual a, o menor que, 0,11.

² Cuando la mediana del defecto es menor que, o igual a, 2,5, y la mediana del atributo frutado es igual a cero.

³ Me = mediana.

Figura 2.5 Criterios de calidad de las variedades de aceites de oliva [1].

2.1.3.3 Denominación de Origen ‘Campiñas de Jaén’

[7] Esta D.O. está marcada para el AOVE de variedades Picual y Arbequina cosechadas en la campiña jiennense que presentan las siguientes características:

- Grado de acidez menor a 0,5 gramos de ácidos grasos libres por 100 gramos de ácido oleico.
- Índice de peróxidos inferior a 18 miliequivalentes (m.e.q.) de oxígeno activo por kilo de aceite.
- Absorción ultravioleta con máximo de 0,2.
- Las características organolépticas principales son los aromas y sabores afrutados verde y/o maduros, destacando el sabor amargo o picante. En caso de ser una cosecha temprana, destaca el olor vegetal y color verdoso. La intensidad de los atributos disminuye con la tardanza en la cosecha.
- La zona de envasado debe coincidir con la de producción, es decir, es obligatorio el envasado en origen. La extracción de aceite se debe realizar en un plazo no superior a 48 horas.

Otras características referidas a la orografía, al clima y otros elementos ajenos a los atributos del producto no se detallan, pues son aquellos que ya cumplen las zonas de producción de esta Denominación de Origen.

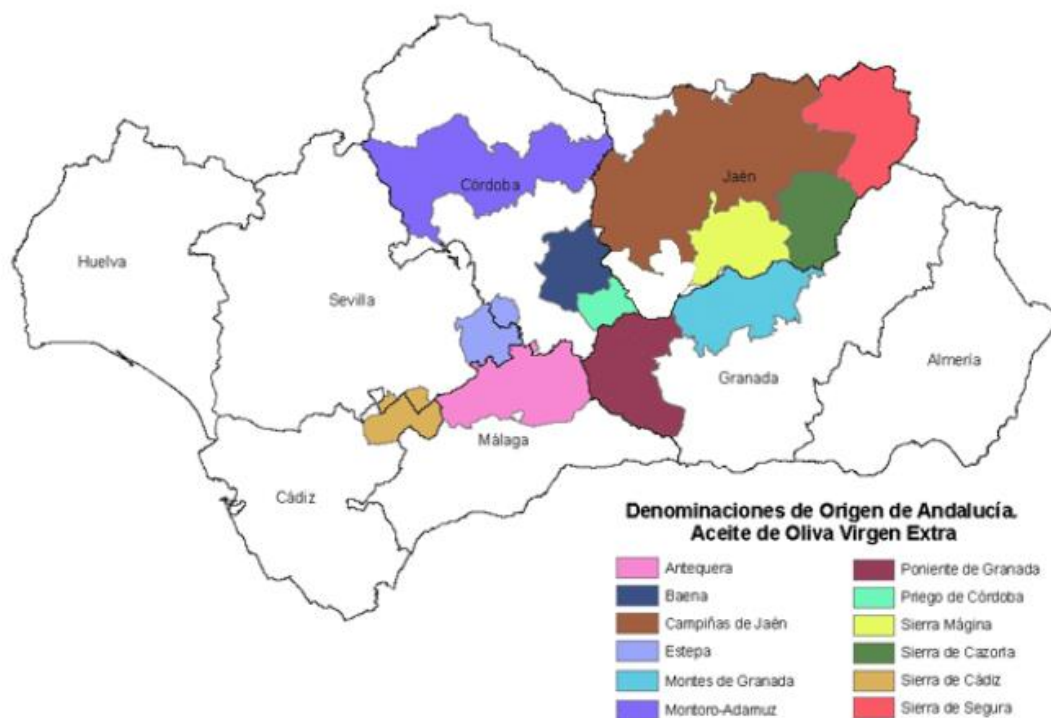


Figura 2.6 Denominaciones de Origen del AOVE en Andalucía [14].

2.2. Aceite de oliva en la historia

[1] El olivo es originario de la región del Oriente Próximo, en concordancia con las civilizaciones de Persia y Mesopotamia, y de ahí se extendió a las regiones vecinas bañadas por el Mediterráneo, siendo la primera constancia del prensado de la aceituna hacia el 5000 a.C.

Aunque utilizando métodos primitivos de prensado, las civilizaciones cretense y egipcia fueron las primeras en comercializar el aceite de oliva, y más tarde los fenicios permitieron la expansión del cultivo del olivar hasta llegar a la Península Ibérica.

Más tarde, los romanos fueron pioneros en utilizar el aceite de oliva con fines alimenticios, pues antes los griegos lo usaban como ungüento y con fin farmacéutico. Éstos además mejoraron el sistema de producción del aceite lo que supuso el inicio de la mecanización del prensado mediante prensas de tornillo.

A finales del siglo XIX, comenzó el desarrollo tecnológico del proceso del aceite gracias a la introducción de la prensa hidráulica, que más tarde derivó en otras formas de extracción mecánica del aceite con estudios sobre la extracción parcial y la centrifugación. Este fenómeno alcanzó su excelencia en los años 50 con la presentación del primer decánter basado en la centrifugación continua de la pasta de aceitunas.

No obstante, este proceso sigue siendo objeto de mejora con la llegada de las nuevas tecnologías y con la Tercera Revolución Industrial, cuyos retos en los futuros años son la digitalización de los procesos y la producción de forma óptima, desde el punto de vista económico, de la calidad del aceite, y con el ‘compromiso verde’ para preservar el medioambiente mediante el uso de energías renovables.



Figura 2.7 Molino de Ríos, en Alpendeire (Málaga), uno de los más antiguos de España [15].

2.3. Aceite de oliva en la actualidad

En la actualidad existen casi 12 millones de hectáreas dedicadas al olivar en el mundo. Dichos olivares se pueden destinar a dos usos principales: la producción de aceituna en mesa o de aceite. El 86% de dicha superficie está destinada a la producción de aceite en Almazara, lo que implica que la mayoría de los productores centran su cosecha en la obtención de aceite de máxima calidad. [4]

La importancia de esto se observa en la gran expansión de la superficie de olivar en los últimos 15 años, motivada por la rentabilidad de este producto, y la relevancia social que el aceite de oliva está alcanzando debido a sus múltiples beneficios, especialmente en el ámbito culinario.

2.3.1. Sector oleícola en España

[1] A principios del siglo XXI, el aceite de oliva representaba un escaso 3% del consumo de aceites, sin embargo, su alto valor implica un importante porcentaje del comercio mundial de aceites (15%). La producción de este 'oro líquido' se sitúa en los países del Mediterráneo, con más del 95%, y en especial en los países de la Comunidad Económica Europea.

El rendimiento del olivar en la región mediterránea permite que, además de desarrollar un producto de gran calidad para consumo local, haya tal excedente que permite a algunos países ser el motor económico mundial del sector oleícola.

España es el principal productor de aceite de oliva a nivel mundial, con una capacidad productiva y de exportación mucho mayor que algunas potencias olivareras de la cuenca del Mediterráneo como Italia o Grecia.

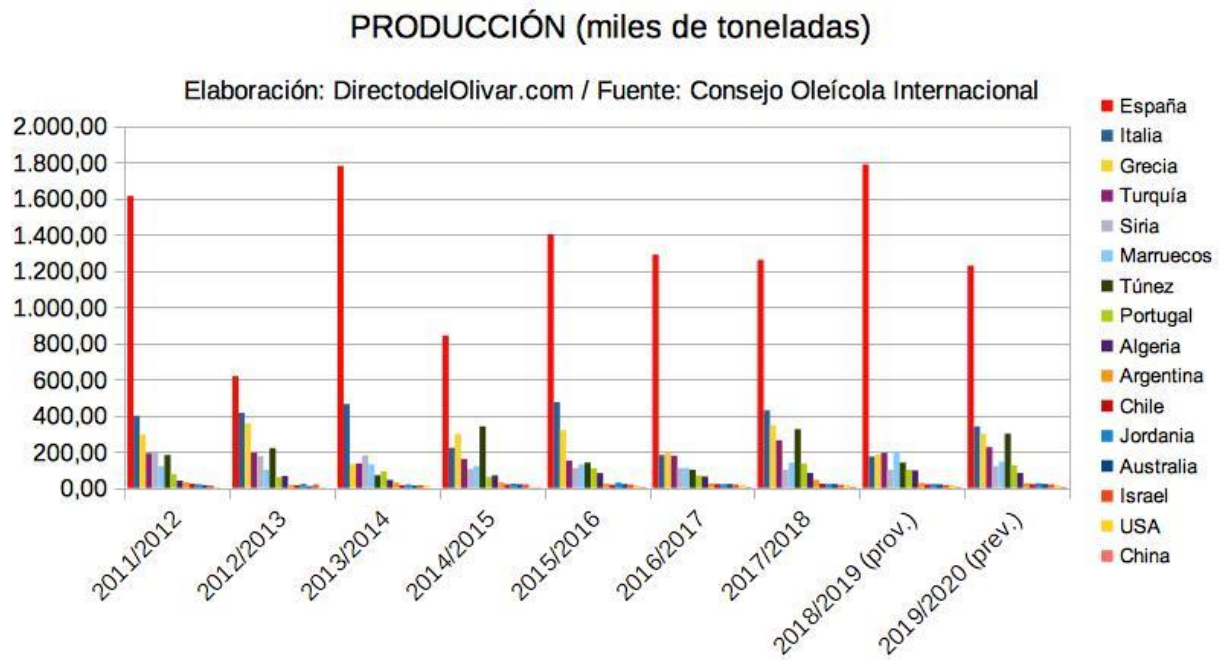


Figura 2.8 Evolución de la producción de Aceite de Oliva en el mundo en la última década [16].

La sobresaliente producción oleícola en el país hace que España sea el primer exportador mundial de aceite de oliva, con más de un millón de toneladas anuales en 2020. Representa el 60% de la producción de la Unión Europea y el 45% de la mundial. A su vez, el aceite de oliva es el tercer producto agroalimentario exportado desde España, detrás de los cítricos y la carne de porcino. [5]

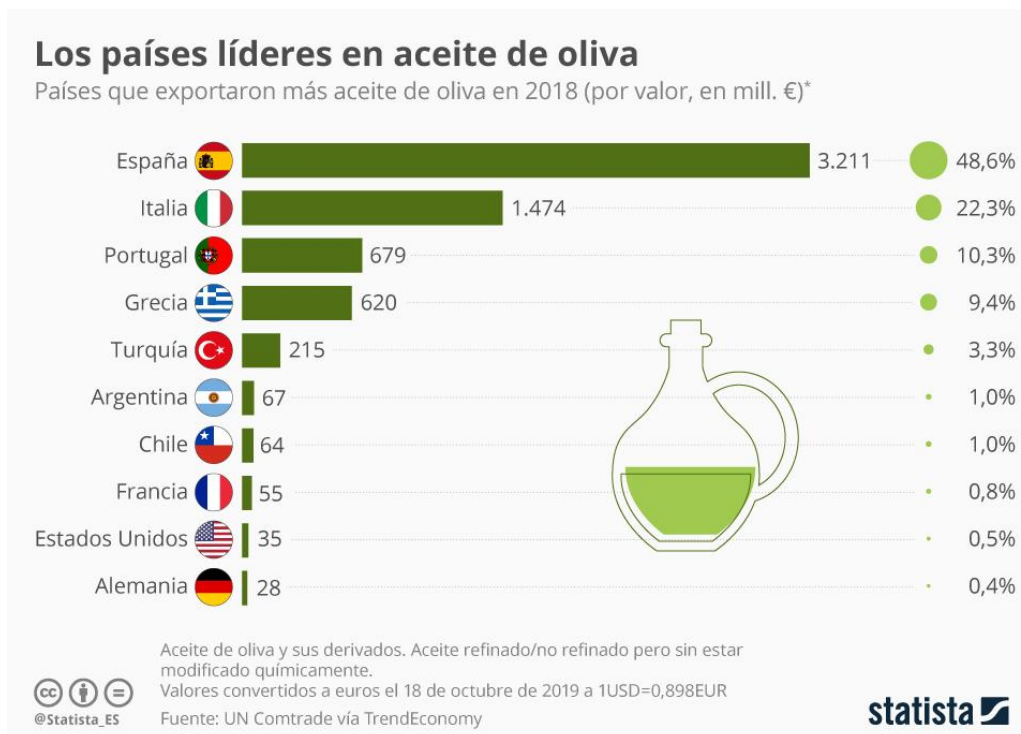


Figura 2.9 Países con mayor exportación de Aceite de Oliva en 2018 [17].

Los datos reflejados se deben a dos principales causas: en el terreno agrícola, España alberga una notable extensión de olivar, tanto a nivel cuantitativo como a nivel cualitativo, y en el terreno industrial, la capacitación de procesar el aceite a través de las Almazaras y comercializarlo.

Es cierto que, en el caso de España, la primera causa tiene mayor peso que la segunda, pues la capacidad de producción de aceite es mayor que la capacidad comercializadora, debido sobretodo a un déficit logístico en este sector.

[4] Centrando la atención en el terreno agrario, España presentaba un 9,8% de la superficie agrícola destinada al olivar en 2016, de la cual un 87% se dedican a explotaciones de secano. Pese a no ser una superficie muy extensa, ésta resulta suficiente para tener producciones muy altas de aceite, principalmente concentradas en el sur del país.

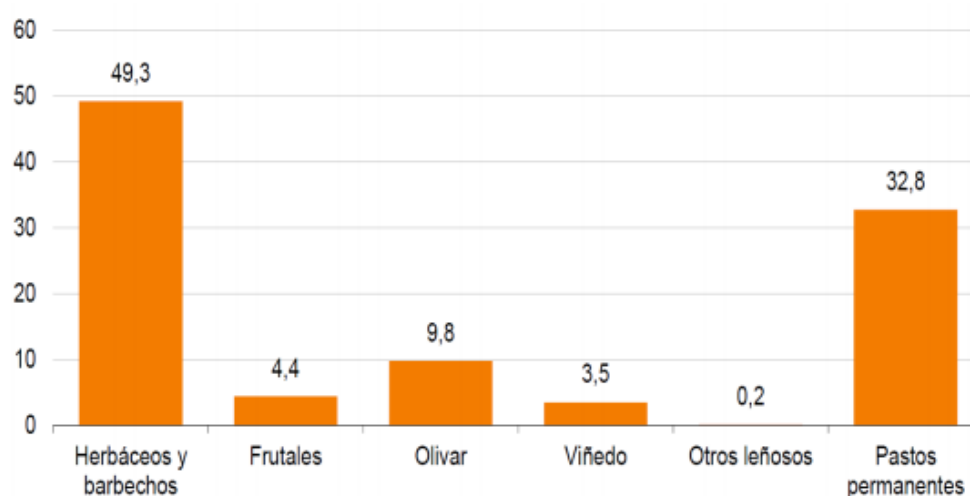


Figura 2.10 Distribución de la superficie agrícola utilizada en España en 2016 [4].

El otro aspecto estudiado es la producción y la comercialización. En las tres últimas campañas, en España se han molturado cerca de 7 millones de aceituna, con un rendimiento medio del 20%. El 70% del aceite obtenido ya es aceite de oliva virgen, mientras que el 30% es lampante.

Tabla 2.1 Producción de aceites de oliva en las campañas 16/17, 17/18 y 18/19 [4].

Continente	Superficie de olivar (ha)	Producción bruta aceituna (t)	Producción aceituna almazara (%)	Rendimiento medio (%)	Producción total aceites de oliva (t)	Aceite de oliva Virgen y Virgen Extra (%)		Aceite de Oliva Virgen Lampante	
						(%)	(t)	(%)	(t)
Oceanía	42.653	148.700	96,9%	15%	21.570	92%	19.844	8%	1.726
Europa	6.220.197	12.911.990	89,5%	20%	2.307.330	72%	1.661.278	28%	646.052
España	2.697.445	6.863.020	91,4%	21%	1.318.000	70%	922.600	30%	395.400
África	3.503.030	3.142.460	86,1%	18,75%	419.650	43%	180.450	57%	239.201
Asia	1.428.703	1.474.650	78,7%	18%	208.400	62%	129.208	38%	79.192
América	325.019	708.150	62,8%	16,13%	72.130	74%	53.376	26%	18.754
TOTAL	11.519.601	18.385.950	86,5%	19,6%	3.029.080	68,6%	2.077.949	31,4%	951.131

Las exportaciones de Aceites y Grasas en el país han crecido hasta un 68,5% en la última década (2010-2019), siendo el aceite de oliva el principal aceite exportado con un 71% del peso de este grupo. El destino prioritario es la Unión Europea (58,6%), aunque se abren otros mercados como el Oriental. Estos datos demuestran que el mercado del Aceite de Oliva está en auge, por su dedicación a un producto de calidad cada vez más demandado mundialmente [3].



Figura 2.11 Gráfico de exportación de aceites en España [3].

[3] Pese a que la capacidad de producción del aceite crece paulatinamente y se sitúa por encima del millón de toneladas anuales, el precio medio del AOVE descendió hasta 2,80 €/kg el pasado año, motivado por políticas arancelarias hacia los productos alimentarios españoles, ligero descenso de la demanda y excedente de producción en años de bonanza olivarera. Si bien, el mercado parece prosperar alentado por la presencia de potentes mercados emergentes como el Norteamericano y el Oriental.

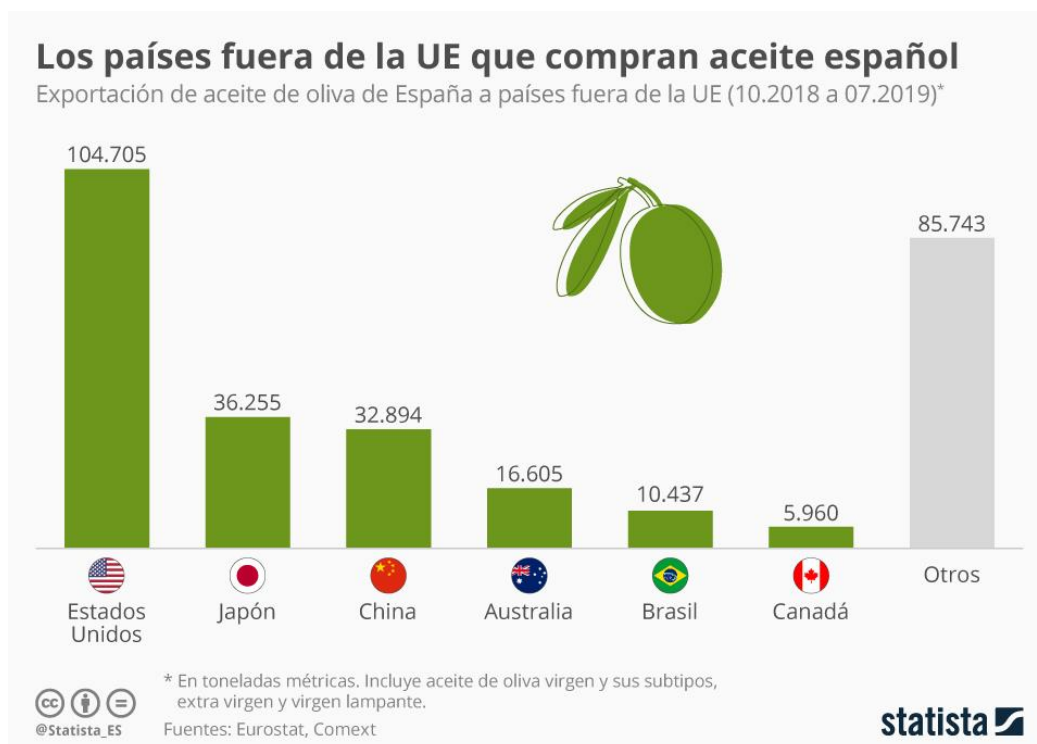


Figura 2.12 Principales países importadores del aceite de oliva español fuera de la UE [17].

2.3.2. Sector oleícola en Andalucía

[4] Andalucía es la región con mayor producción de aceite de oliva, con el 83% de la producción nacional en 2019. En el ámbito agrario, esta región engloba el 65% de hectáreas de olivar y el 45% de las explotaciones olivareras del país, a lo que se añade que Andalucía concentra el 46% de almazaras.

Estos datos evidencian que Andalucía es la región más próspera en lo que al sector oleícola respecta, debido a innumerables factores como su clima y orografía favorables para el olivar, y su más que conocida dedicación económica y social al aceite de oliva.

Tabla 2.2 Estimación del MAPA sobre la producción por comunidades en 2020 [18].

Comunidad Autónoma	Producción (t)
Andalucía	1.368.003
Jaén	670.000
Castilla La Mancha	105.511
Extremadura	55.500
Cataluña	24.000
Comunidad Valenciana	23.562
TOTAL ESPAÑA	1.621.883

Dentro de esta región, la provincia de Jaén es la mayor productora de aceite con casi medio millón de toneladas molidas anualmente en 325 almazaras, el 38% de las existentes en Andalucía. En Jaén toman mucha importancia las sociedades cooperativas, las cuales engloban el 55% de almazaras de la provincia. Es por todo esto que Jaén, al ser la provincia con mayor exportación de aceite de máxima calidad a nivel nacional, se propone como una opción ventajosa para la inversión por parte del promotor.

Pese al peso de producción que presenta Jaén, no reporta económicamente el beneficio esperado debido a numerosos motivos. Uno de ellos es el fundamento constructivo de las almazaras, es decir, el enfoque constructivo de una almazara requiere de una modernización: una distribución en planta moderna que se adapte a una maquinaria más domotizada y al personal, y un compromiso con el medioambiente, además de incluir algunos elementos que reportan valor añadido al producto, como la incorporación de una envasadora junto a la almazara.

El 40% de las envasadoras se ubican en almazaras, por lo que las productoras restantes envían el aceite a envasadoras de mayores núcleos industriales (Cataluña, Valencia...). Esta realidad muestra que Andalucía y, en especial, Jaén dejan escapar una materia prima imprescindible debido a su pobre adaptación al mercado. Por este motivo, el promotor desea la inclusión de envasadoras para aprovechar la escasa oferta con la que cuenta Jaén.

Otros aspectos interesantes de desarrollar la implantación en Jaén es el tipo de aceituna molidas. En este caso, en Jaén predomina la variedad picual, la cual representa el 40% de la superficie de olivar española y es una de las variedades más implantadas en los nuevos cultivos, debido a su buen rendimiento y su precocidad en la maduración. [2]

La implantación de una Almazara que procesa principalmente aceite de variedad picual procedente de la campiña sur jiennense, implica que este aceite de calidad suprema pueda obtener la Denominación de Origen Protegida ‘Campiñas de Jaén’.

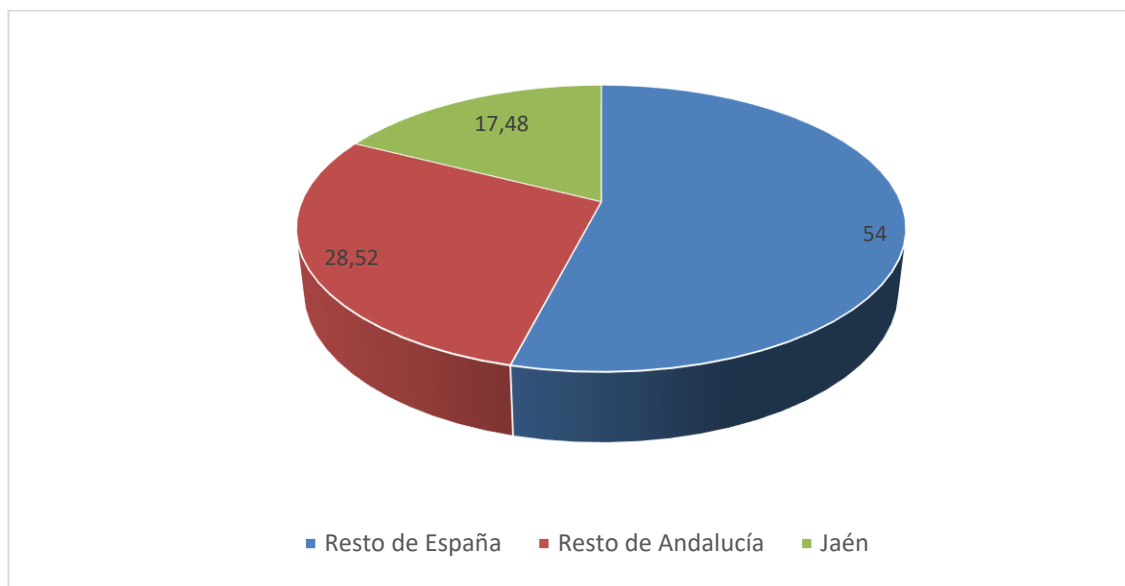


Figura 2.13 Localización de las almazaras nacionales (elaboración propia).

3 ALCANCE

Este proyecto básico de ingeniería comprende la construcción de una almazara industrial para la obtención de aceite de oliva virgen, definiendo los distintos edificios e instalaciones auxiliares necesarias para su funcionamiento.

Esta almazara tiene el fin de molturar unas 15.000 toneladas anuales de aceituna de variedad picual, y el envasado de aceite de oliva virgen en distintos modelos destinados a la venta al público. Considerando que el rendimiento estimado de la aceituna es del 20%, se obtienen por tanto unas 3.000 toneladas anuales de aceite entre los meses de noviembre y febrero, que son aquellos donde la almazara está a pleno rendimiento, coincidiendo con el periodo de recolecta de la aceituna.

El aceite de oliva obtenido debe ser de máxima calidad, mediante un proceso moderno que cuenta con líneas de trabajo automatizadas con los medios de trabajo más actuales en este campo. El aceite se pretende que se expida con la Denominación de Origen Campiñas de Jaén, contando con una calidad y un sabor únicos de la tierra.

El promotor pretende realizar esta planta industrial en un solar ubicado en un terreno industrial del término municipal de Andújar, en cumplimiento con la legislación vigente referida a plantas de procesos de productos agroalimentarios, normativa medioambiental, etc.

El compromiso con el medioambiente debe ser pleno, de acuerdo con el cumplimiento del Estudio de Impacto Ambiental de esta planta industrial, considerando de especial importancia la gestión de residuos sólidos, el vertido de residuos líquidos, las posibles emisiones a la atmósfera, el impacto lumínico y acústico, entre otros.

El desarrollo del proyecto incluye los siguientes apartados:

- Definición del proceso productivo a nivel cualitativo, con el fin de conocer la obtención del aceite y los equipos necesarios para conseguirlo, y a nivel cuantitativo, marcando diversas estimaciones sobre la producción del aceite de oliva y un dimensionamiento de los equipos.
- Argumentación sobre el lugar elegido para la implantación de la almazara, considerando un emplazamiento estratégico como punto común de transporte de la materia prima por parte de los agricultores y con buena línea comercializadora a nivel regional y/o nacional.
- Una vez elegida la parcela y dimensionado los equipos, definición de las infraestructuras necesarias para la implantación de la almazara con su correspondiente envasadora, y propuesta de distribución en planta óptima de las zonas de trabajo que engloban esta planta industrial, atendiendo al compromiso con la optimización del producto y la mejora de su calidad, al igual que el ahorro de costes logísticos.
- Estudio de las alternativas de disposición de los edificios (material, dimensiones, tipología, etc), cálculo de estructuras.
- Definición y dimensionamiento de las instalaciones auxiliares necesarias para el funcionamiento óptimo de la Almazara, tales como instalación eléctrica, red general de distribución de agua y saneamiento, protección contra incendios, red de ventilación, decisión sobre la implantación de placas solares, etc.

4 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

4.1 Justificación de la ubicación

La Almazara industrial propuesta para la construcción se sitúa en el término municipal de Andújar. El promotor desea invertir en la campiña de Jaén, en este caso en Andújar, por varios factores importantes:

- La provincia de Jaén es la región con mayor superficie olivarera de España. Además, como ya se introdujo en los Antecedentes, la dedicación económica y social de esta provincia a la producción de aceite es plena, contando con el mayor número de Almazaras de Andalucía.

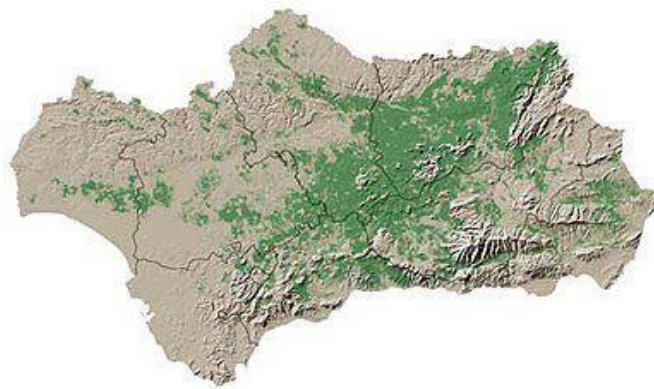


Figura 4.1 Superficie de olivar en Andalucía.

- Andújar es la tercera ciudad con mayor población de la provincia de Jaén, con unos 37.000 habitantes censados, tras Jaén y Linares. Además, este núcleo es la capital de la comarca de la Campiña de Jaén, dedicada principalmente a la agricultura olivarera, lo que supondrá una ventaja a la hora de recibir materia prima de gran calidad sin suponer un tedioso transporte.



Figura 4.2 Comarcas de la provincia de Jaén.

- La comarca de la Campiña de Jaén cuenta con Aceites de Oliva Virgen Extra de Denominación de Origen propia, bajo el nombre ‘D.O. Campiñas de Jaén’. El incalculable valor del aceite procedente de la campiña se puede demostrar con un ejemplo, mediante la marca comercial Oro Bailén Picual, que fue galardonado como mejor AOVE del mundo por la reconocida Guía EVOOLEUM el pasado 2020 [8].
- Andújar presenta una situación estratégica, al estar conectada con las principales zonas olivareras al sur, en dirección Jaén por la carretera A-311, y también ser un punto destacado en la actual Autovía del Sur (A-4) que conecta Madrid con Sevilla y que recorre la mayor parte de la región andaluza.

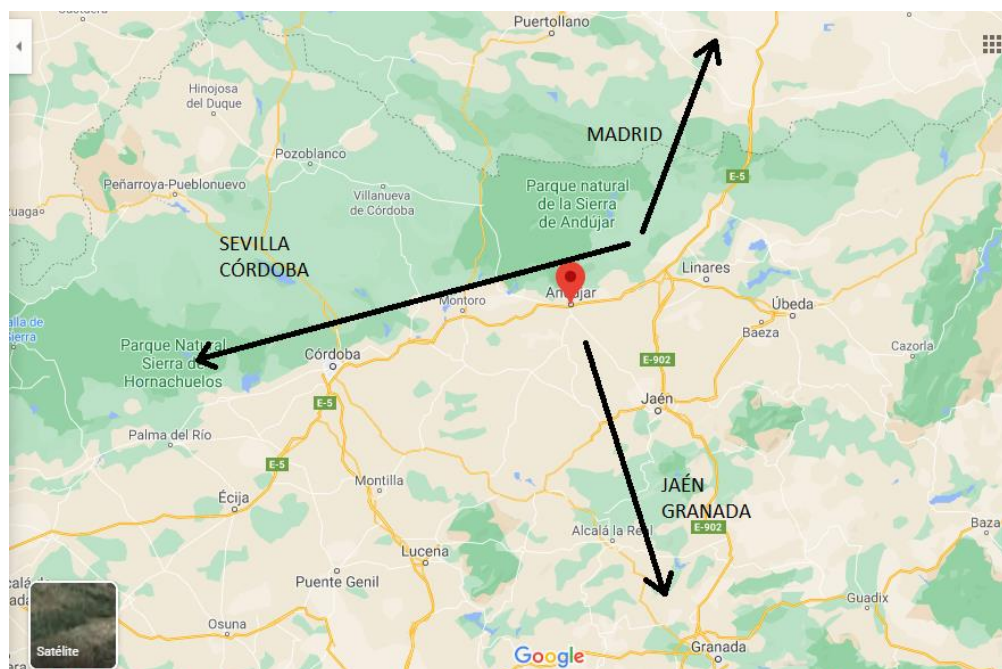


Figura 4.3 Situación estratégica de Andújar [9].

La parcela se ubica en el polígono industrial Ave María, situado a seis kilómetros de Andújar. Este polígono presenta una gran superficie industrial dividida en varias parcelas no edificadas, lo que permite tener cierta flexibilidad a la hora de adaptar la superficie necesaria a los requisitos de la almazara.

La elección de la ubicación del suelo industrial que se pretende utilizar para la implantación de la almazara debe tener en cuenta dos factores:

- El transporte de la materia prima (aceitunas) se realiza mediante tractores con remolques. Estos no están capacitados para circular por autovía, por lo que debe existir alguna entrada alternativa al polígono industrial, en este caso, por su zona sur en la carretera JA-2321 que comunica Andújar y Los Villares de Andújar.
- La línea comercial del aceite de oliva, ya sea por clientela directa o camiones al pormayor, se realiza principalmente por la autovía A-4, a través de la entrada 317 por la zona norte del polígono industrial.



Figura 4.4 Ubicación del Polígono Industrial Ave María en el término municipal de Andújar [10].

Considerando aceptable la decisión de construcción de la almazara en este polígono industrial, la parcela elegida finalmente para la proyección de esta planta industrial es la siguiente:

Polígono Industrial Ave María, nºs 46 y 47.

23740 Andújar (Jaén)

Las dos parcelas en cuestión presentan una superficie total de 1 ha, lo que equivale a 10.000 m², distribuida en dimensiones 93 m x 107 m, con orientación Norte-Sur. La parcela no presenta desniveles en su superficie.

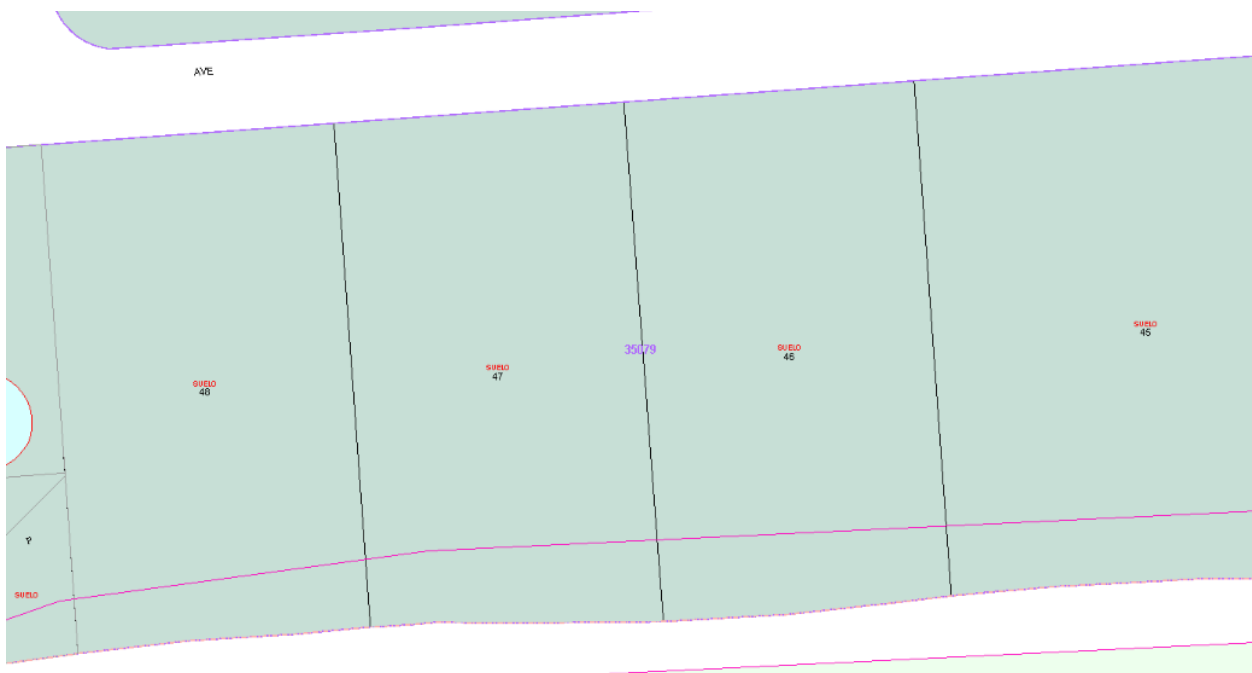


Figura 4.5 Parcelas seleccionadas [10].

4.2 Estudio climático

[19] Andújar se encuentra en la campiña alta del Guadalquivir, a 216 m.s.n.m. Esta ciudad presenta un clima mediterráneo de interior, lo que implica un clima cálido y templado, con temperaturas algo más extremas que en las zonas costeras de Andalucía, con 17,9 °C de media y temperaturas que oscilan entre los 2 °C de invierno y los 37 °C de media en verano.

La precipitación media anual ronda los 444 mm, con un clima bastante seco y caluroso en verano, con temperaturas extremas y sequía, mientras que en los meses fríos de invierno se producen la mayoría de las precipitaciones, extendiéndose a la primavera.

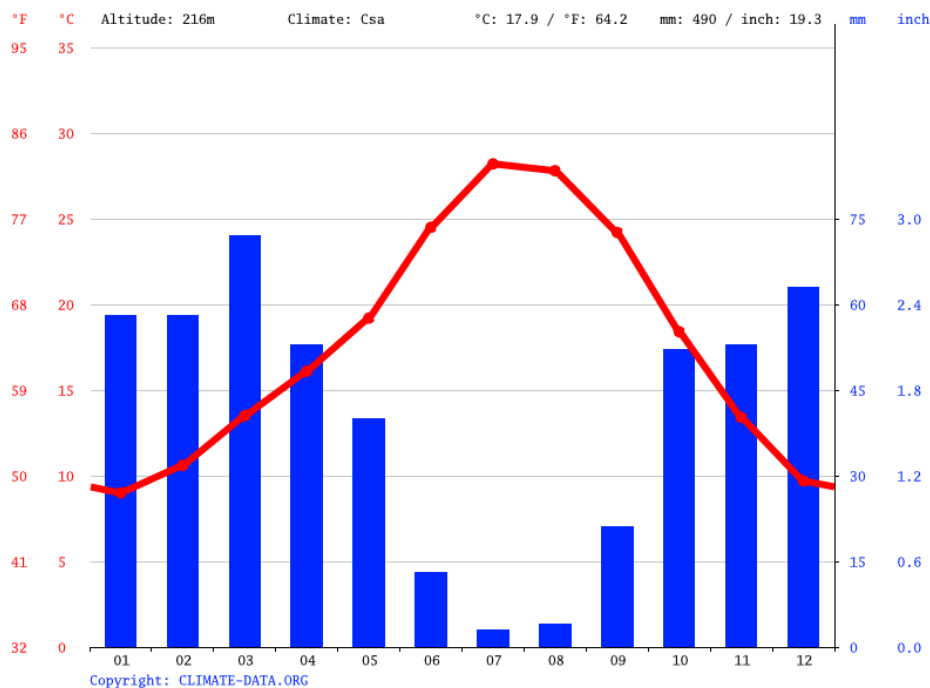


Figura 4.6 Climograma de Andújar [19].

4.3 Estudio geotécnico

El Estudio Geotécnico se ha realizado mediante métodos analíticos y trabajo en campo hasta una profundidad de 3 metros. La estratigrafía revela que aparecen los siguientes niveles:

- Fina capa vegetal de unos 30 cm, que se debe retirar en el movimiento de tierras debido a su alto contenido de materia orgánica.
- Estrato de arcillas arenosas de color marrón-rojizo con restos de grava hasta la cota - 1,3 m, las cuales van aumentando de tamaño y de proporción hasta el fin de la calicata, a una cota de 3 metros de profundidad.

En cuanto a la carga admisible del terreno, resulta ser bastante alta, de unos 2,5 kg/cm² para el apoyo de la futura cimentación, resultando esta consistencia del suelo constante durante toda su profundidad.

En cuanto al nivel freático, el estudio establece que se sitúa a unos 5 metros de profundidad, por lo que no afectará directamente a la instalación.

El resultado del gráfico de Casagrande nos indica como conclusión que el suelo es de tipo CL arenoso, con un contenido en arcillas del 60% y de arenas en un 30%, y de plasticidad baja. Además, los sulfatos son no

agresivos, por lo que no es necesario el uso de cemento sulforresistente.

4.4 Normativa municipal

Siguiendo las referencias del P.G.O.U. de Andújar, las parcelas elegidas están catalogadas como Industriales de grado 3, lo que implica que la distancia mínima a linderos que se debe mantener sin edificar es de cinco metros, mientras que la distancia a fachada será de siete metros.

5 PROCESO PRODUCTIVO

A modo de reseña, se prestará especial importancia en este capítulo a realizar estimaciones de cada uno de los equipos que forman el sistema productivo en la almazara, pues el conocimiento de su funcionamiento, dimensiones, potencia requerida o caudales es fundamental a la hora de diseñar los edificios que deben proteger este sistema de producción.

No atender a estos criterios puede suponer un dimensionamiento erróneo de los edificios e instalaciones auxiliares por lo que, pese a que no es objeto del proyecto realizar un análisis pormenorizado del proceso, se cree conveniente al menos dar una aproximación cualitativa y cuantitativa sobre este.

5.1 Descripción cualitativa

El proceso productivo por el cual se realiza la obtención del Aceite de Oliva Virgen en almazaras sigue un camino generalmente definido, que puede ser sometido a diferentes variantes en función de la forma de obtener este aceite.

Para ordenar el proceso productivo del aceite, este subcapítulo se dividirá en tres apartados, coincidiendo con el orden de las actividades que se realizan para conseguir el aceite, distinguiendo tres zonas fundamentales.

- El patio de almazara o zona de recepción, que está destinado a la descarga de la materia prima, limpieza, lavado, pesaje y toma de muestras, para finalmente almacenar las aceitunas limpias en tolvas interiores dispuestas para el prensado.
- La almazara propiamente dicha o zona de operación, lugar destinado a la producción del aceite a través del molino, la batidora, el decánter horizontal de dos fases, la centrífuga vertical y depósitos aclaradores.
- La zona de almacenamiento, envasado y expedición, donde se almacena todo el aceite de oliva en tanques, y luego se envasará en diversos recipientes para destinarlos a la venta.

El proceso de extracción actual del aceite se trata de un proceso continuo, pues la materia prima pasa por los distintos equipos de una forma ininterrumpida, para no alterar la calidad del aceite obtenido.

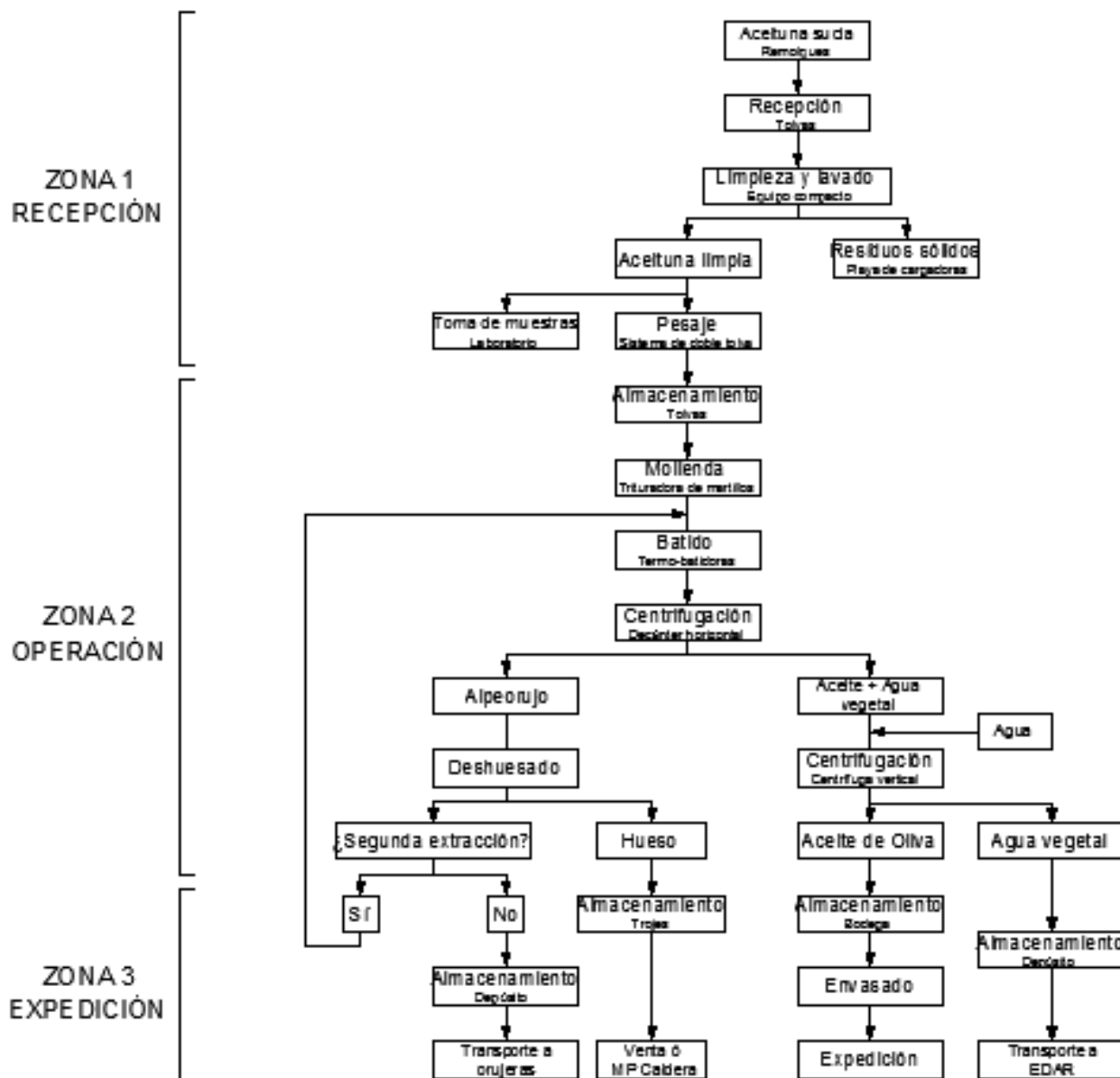


Figura 5.1 Diagrama de flujos del proceso.

5.1.1 Zona de recepción

El patio de la almazara comprende la llamada ‘zona sucia’ de la instalación, pues en este lugar abierto entran los remolques de materia prima y se ubica la maquinaria necesaria para obtener la aceituna totalmente lista para su procesado. Los procesos llevados a cabo en el patio son los siguientes:

- Transporte y descarga de las aceitunas en tolvas.
- Limpieza y lavado de la materia prima.
- Pesaje de las aceitunas ya limpias.
- Almacén provisional en tolvas de regulación.

Se recomienda que la mayoría de procesos se realicen en una zona cubierta por el hecho de que la lluvia puede afectar al funcionamiento de la maquinaria y tolvas, que son equipos metálicos, al rendimiento de la aceituna que se ve mermado con el agua, y al bienestar de los operarios. Sin embargo, no es necesario que haya

cerramientos, pues la temperatura no es un hecho diferencial en esta parte del proceso productivo.

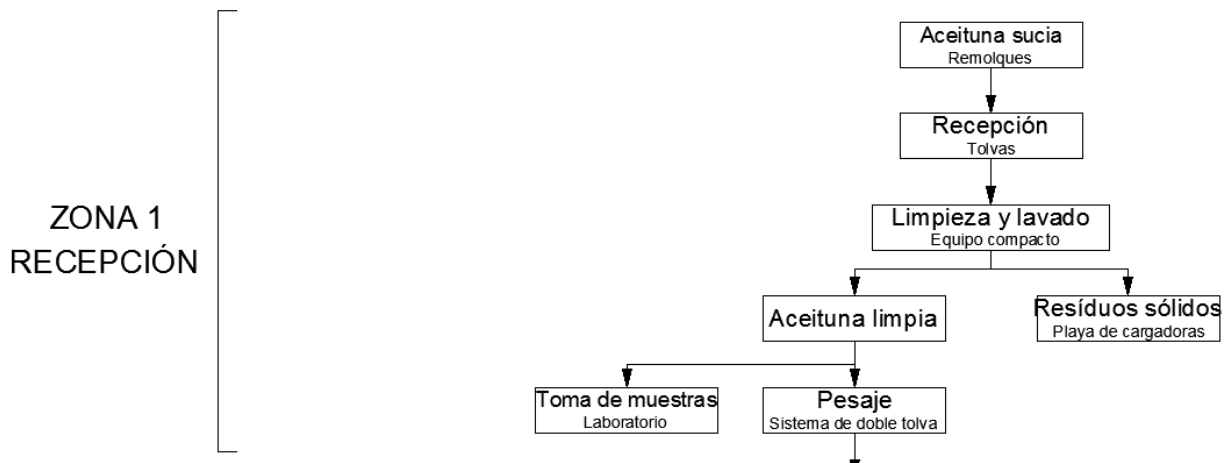


Figura 5.2 Diagrama de flujos. Zona 1.

5.1.1.1 Transporte y descarga

El transporte de la aceituna se realiza mediante tractores con remolques de diferente tonelaje. Dichos tractores llevan una baja velocidad por lo que acceden a la Almazara a través de carreteras secundarias, en este caso la JA-2323.

El planteamiento que se debe tener a la hora de dimensionar la almazara es conseguir procesar el aceite simultáneamente a la recepción de la aceituna. Se debe tener en cuenta dos factores diferenciales a la hora de realizar este dimensionamiento: el primero de ellos es el hecho de que la recepción de la aceituna se realiza en remolques de grandes cantidades que descargan puntualmente a la instalación, mientras que el proceso productivo es continuo con una capacidad horaria limitada, y el segundo, es necesario que la almazara sea capaz de procesar la aceituna recibida diariamente, para no acumular materia prima en las tolvas, lo que supone una pérdida de calidad importante.

Los remolques entran en la instalación situándose encima de una rejilla donde se descarga la materia prima. Esta rejilla se sitúa por encima de una tolva de recepción de las aceitunas, que se encuentra en un sótano y donde se producirá la descarga de todo el material.

En la instalación se dispondrán varios terminales de descarga en paralelo, para que se pueda realizar una descarga simultánea de los remolques, o separar diferentes aceitunas según el tipo, la madurez o la calidad (si son de vuelo o suelo).

La rejilla dispuesta debe tener suficiente resistencia para soportar el peso del remolque y además permitirá el paso de la materia prima en bruto, formada por hojas, ramas y aceituna, para que posteriormente llegue a la tolva.

Por su parte, la tolva es de forma troncopiramidal para facilitar la caída pausada de la aceituna hasta una boca que conecta con una cinta transportadora. Además, el material que forma la tolva es acero inoxidable, pues debe evitar oxidarse para así no dañar la materia prima, con la que está en permanente contacto.



Figura 5.3 Terminal de descarga a tolva de recepción.



Figura 5.4 Boca de la tolva de recepción.

5.1.1.2 Limpieza y lavado

La materia prima se transporta de las tolvas de recepción hasta la máquina despalilladora mediante cintas transportadoras. Esta máquina despalilladora es multidisciplinar y está ensamblada de una pieza, con tres objetivos claros:

- Limpieza de la materia prima, es decir, eliminación de las ramas, hojas y otros restos ligeros – llamado comúnmente ‘hojín’ - para así evitar la contaminación del producto o dañar la maquinaria. Para realizar esta limpieza, la máquina está equipada con un aspirador lo suficientemente potente como para retirar las ramas y hojas, y una caída en forma de criba o conjunto de rodillos que faciliten el deslizamiento de las aceitunas.

El material sólido residual, apartado por la corriente de aire producida por el aspirador, se recoge en una bandeja hacia una playa de barrido. Este subproducto se podrá almacenar en tolvas o trojes, y destinarlo para venta como biomasa.

- Lavado de las aceitunas, que se produce en caso de que sea necesario al incluir la materia prima piedras o barro. Se realiza a través de un tubo con circulación forzada de agua que permite el lavado del fruto. Se debe disponer de un sistema bypass para que el operario pueda optar por el lavado de la aceituna en caso de que se considere necesario.

El lavado se produce a través de una corriente de agua aplicada a las aceitunas que flotan por diferencia de densidad, mientras que el resto de materiales quedan sumergidos o diluidos en agua. Tras este lavado, la aceituna sale limpia y se somete a un secado parcial para evitar la pudrición del fruto.

Esta corriente de agua recoge los sedimentos y los introduce en bandejas escalonadas, e incluso en el caso de poder incluir elementos metálicos, se puede colocar un imán para evitar que esos elementos puedan dañar los equipos de la molienda.

El objetivo de utilizar un sistema de agua cerrado para el lavado es disminuir el uso de agua para cada lavado, optimizando costes y reduciendo el impacto medioambiental. No obstante, cuando se cumple un número de ciclos se debe cambiar el agua, puesto que acoge cierto contenido de grasas.

- Por último, se incluye el proceso de despallado que consiste en retirar los restos de tallos y hojas que no han podido ser apartados anteriormente.



Figura 5.5 Máquina de limpieza y lavado.



Figura 5.6 Zona de lavado y despallado.

5.1.1.3 Pesaje y toma de muestras

Las aceitunas se transportan a través de una cinta transportadora hasta unas balanzas electrónicas que trabajan en un pesado en continuo, es decir, se dispone un sistema de doble tolva de pesado que contabiliza el peso introducido en estas, y que se abren cuando se llega a la cantidad determinada.

Simultáneamente, se debe tomar una muestra de la partida de aceitunas y realizarle un exhaustivo análisis en el laboratorio, para comprobar si cumple los requisitos mínimos para su procesado.



Figura 5.7 Tolvas de pesaje.

5.1.1.4 Almacenamiento de aceituna

La descarga de las balanzas se produce en cintas transportadoras hasta unas tolvas de almacenamiento de la materia prima de grandes dimensiones situadas en el interior de la instalación, las cuales se disponen para evitar los denominados ‘cuellos de botella’ en la temporada alta de cosecha, donde es probable que la velocidad de llegada de la aceituna sea mayor que la producción horaria de aceite.

No obstante, el tiempo de residencia de la aceituna en la tolva no debe sobrepasar las 48 horas según lo estipulado por la D.O. ‘Campiñas de Jaén’, pues la materia prima puede verse dañada por aplastamiento, oxidación u otros motivos, lo que disminuye la calidad del aceite obtenido.



Figura 5.8 Tolvas de almacenamiento [21].

5.1.2 Zona de operación

La aceituna ya limpia se almacena en tolvas de gran tamaño, las cuales conectan mediante un tornillo sinfín con el proceso de molienda de la materia prima que se realiza en una nave interior, a lo que se denominará ‘zona limpia’ pues estará destinada solamente a la producción del aceite por medios mecánicos. Esta cadena de procesos hasta la obtención del aceite es la siguiente:

- Molienda de la aceituna para obtener pasta de aceituna
- Batido de la pasta de aceituna
- Centrifugación con decánter horizontal de dos fases
- Tamizado del aceite
- Decantación mediante centrífuga vertical

Todos estos procesos se realizan en el interior de una nave, puesto que es el trabajo más ‘fino’ en relación con la calidad del producto final, y las máquinas utilizadas deben tener un especial cuidado. Además, esta área de trabajo debe estar controlada más exhaustivamente por expertos, por lo que conviene tener una sala de control para informatizar los diversos datos obtenidos.

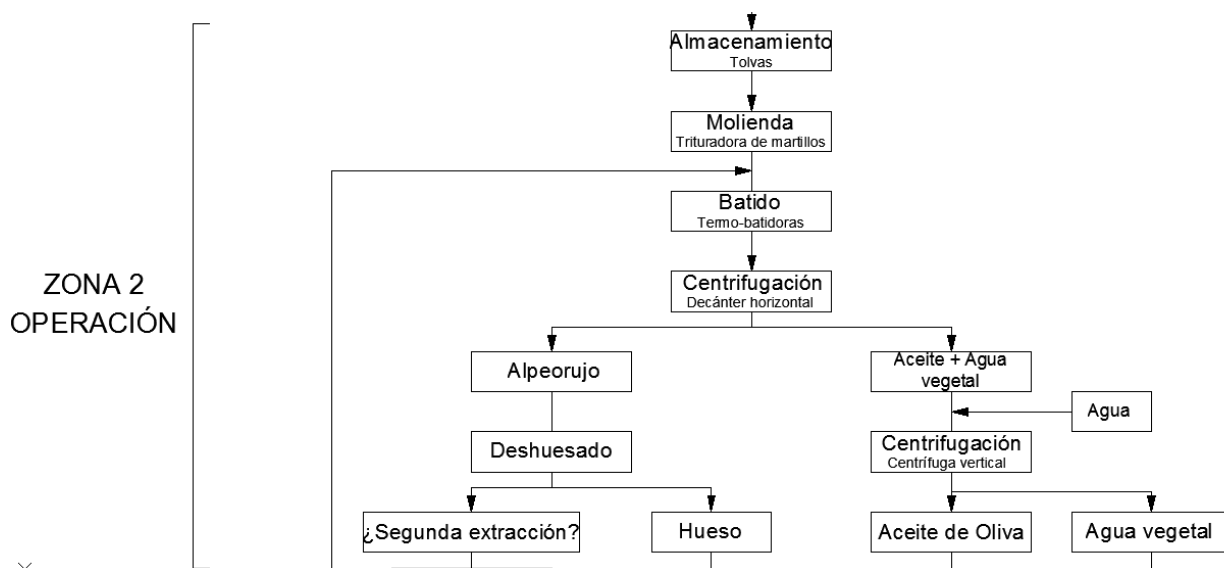


Figura 5.9 Diagrama de flujos. Zona 2.

5.1.2.1 Molienda

Esta etapa se basa fundamentalmente en la extracción del aceite, que se produce debido a la rotura de los tejidos del mesocarpo de la aceituna que liberan pequeñas gotas de aceite. A día de hoy, existe maquinaria especializada para la molienda, conocida como molino de martillos metálico, el cual está formado por un rotor de acero inoxidable que mediante el giro de sus martillos producen la rotura de las aceitunas que caen en su interior hasta formar una especie de fluido viscoso con trazas sólidas llamado ‘pasta de aceitunas’.

En la actualidad, se han desarrollado diferentes tipos de molinos en función de la forma de rotura de la materia prima, de la velocidad de giro y de la capacidad horaria de trabajo, según las necesidades de producción en la almazara.

5.1.2.2 Batido

El batido se realiza con el fin de romper la emulsión aceite-agua que expulsa la aceituna en la molienda para que aumente la cantidad de aceite libre. Mediante un batido lento y continuo, se consigue que en la pasta de aceituna se vayan homogeneizando grandes gotas de aceite, creando así la fase oleosa.

El batido se realiza con termobatidoras de acero inoxidable cilíndricas con rotores móviles que presentan palas con diversos tamaños y formas. Además, durante el batido aumenta la temperatura de la pasta debido a la circulación de agua caliente en la camisa de la batidora, propulsada desde una caldera. No obstante, la temperatura la pasta no debe exceder los 30 °C.

En función del tiempo y de la temperatura de batido, se puede variar el rendimiento del aceite y la cantidad de polifenoles que este presenta. Se deben cuidar estos dos parámetros pues son fundamentales para conseguir un aceite de la calidad deseada.

5.1.2.3 Decánter horizontal

Desde la batidora, la pasta es transportada por medio de bombas y tuberías hasta la zona de centrifugación. El objetivo de la centrifugación es separar dos líquidos inmiscibles mediante fuerzas centrífugas, lo que en este caso se traduce en separar aceite y alperujo.

El decánter horizontal utilizado es de dos fases, por lo que presenta la entrada principal de la pasta y dos salidas, una destinada a extraer el aceite mezclado con agua vegetal, mientras que la segunda salida se destina al alperujo.

El alperujo es una mezcla semisólida de material procedente de la aceituna, el cual contiene hueso, piel y partículas de mesocarpo, además de un pequeño porcentaje de aceite y agua vegetal. Este material se debe tratar adecuadamente para obtener otros subproductos. Por esto, se hablará sobre el tratamiento del alperujo en el apartado 5.1.2.5. Por otra parte, el aceite extraído se traslada a una centrífuga vertical para depurar la concentración de aceite.

Posteriormente, se puede incluir un filtro que realice las funciones de tamizado del aceite, es decir, este equipo tendrá como objetivo retener las partículas sólidas que aún puede contener el aceite tras salir del decánter. Este filtro se debe limpiar cada cierto número de operaciones para garantizar la efectividad del tamizado.



Figura 5.10 Decánter horizontal de dos fases.

5.1.2.4 Centrifuga vertical

Esta máquina consta de una carcasa con un rotor interno cuyo objetivo es recibir aceite de la centrífuga horizontal y separar el aceite en un alto porcentaje de pureza de posibles restos de agua vegetal aún remanentes. La forma de realizar el proceso es mediante centrifugación, aunque muchas factorías todavía utilizan el método de la decantación, el cual resulta bastante más tedioso al tener una duración incompatible con la producción horaria de la almazara.

El agua residual extraída se deriva hacia el exterior de la instalación a una balsa de evaporación si la legislación vigente lo considera oportuno, o bien se almacena en depósitos con destino a una planta de tratamiento. Mientras tanto, el aceite puede destinarse ya a su almacenamiento en la bodega, pues cumple con los requisitos para comercializarse como AOV.

Antes de bombear el aceite a la bodega, se disponen de unos depósitos de registro, donde el operario puede observar la calidad del aceite y determinar si contiene alguna traza indeseada.



Figura 5.11 Centrífugas verticales

5.1.2.5 Tratamiento de los subproductos

Los subproductos deben tratarse debidamente con el cumplimiento de la legislación en el ámbito medioambiental, con el objetivo de reducir al mínimo las emisiones de estos. Los subproductos principales obtenidos en la instalación son tres:

- Resíduos sólidos de la limpieza y el lavado, tales como ramas, hojas y piedras. Estos se acumulan en la explanada donde a través de una cinta transportadora se cargarán en tolvas que se vacían en camiones destinados al campo.
- Agua vegetal, agua de lavado, agua de procesos, etc. Este fluido contiene restos vegetales, de grasas o incluso barro, por lo que se destina a una balsa de evaporación o a una EDAR, siendo recogida por un camión cisterna desde un depósito auxiliar.
- El alperujo, que es la mezcla de aceite, agua vegetal y los restos sólidos de la aceituna con un 60% de humedad aproximadamente, se lleva desde el decánter a la máquina deshuesadora para obtener el hueso de la aceituna, y posteriormente se destina a una segunda extracción si el maestro de la almazara lo considera rentable.

Una vez realizada la segunda extracción, el alperujo restante formado prácticamente por orujo muy húmedo, se traslada mediante tuberías hasta un depósito auxiliar en el exterior, y será recogido por camiones y llevado a las orujeras.

Mientras tanto, el hueso se destina como combustible para la caldera y si aparecen excedentes, se puede almacenar en tolvas y venderlo al por mayor.

Lo más relevante del tratamiento de los subproductos es observar que ninguno de ellos es desaprovechado, pues el orujo y el hueso pueden venderse como derivados del proceso, mientras que los restos sólidos y líquidos del proceso se llevan al campo o a balsas de evaporación, según corresponda.

5.1.3 Bodega y Envasadora

Esta zona de trabajo se corresponde con el almacén final del aceite destinado al consumo en tanques de acero inoxidable, y al envasado de este aceite en distintos recipientes en función de lo acordado con el departamento de ventas de la empresa.

Este recinto será una parte totalmente limpia de la instalación, pues está destinada a la expedición del aceite, y

por tanto se tratará de ubicar de forma opuesta al patio de almazara, que resulta ser el lugar más sucio.

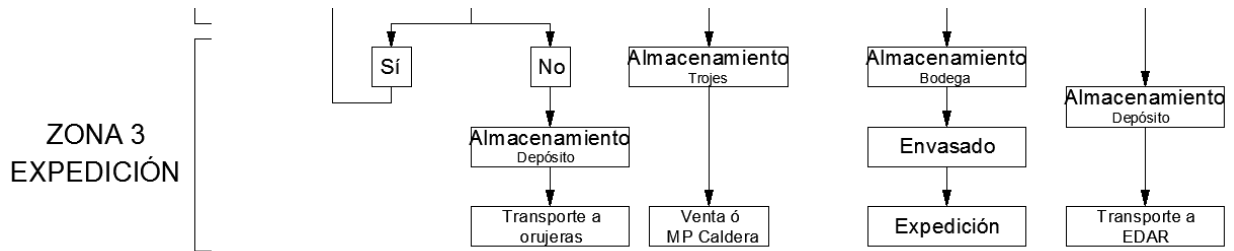


Figura 5.12 Diagrama de flujos. Zona 3.

5.1.3.1 Bodega

El aceite se almacena en una sala llamada bodega, que cuenta con una serie de depósitos de gran envergadura de acero inoxidable. El aceite debe mantenerse en un lugar fresco y seco, alejado de la luz natural y con temperaturas menores de 28 °C aproximadamente, para así mantener sus propiedades el máximo tiempo posible.

En función de las perspectivas de ventas de la almazara, el tiempo de residencia del aceite en estos tanques varía. En este caso, se propone que el tiempo de residencia del aceite será de, como máximo, 9 meses. Esto implica que todo el aceite producido durante la campaña se almacena en los tanques y se irá vendiendo a lo largo de todo el año, procurando dejar los depósitos vacíos a final de verano para preparar la siguiente temporada.

Esta es la manera de operar de la mayoría de almazaras, pues se permiten especular con los precios de mercado durante todo el año, lo que ayuda a que el aceite no sea un producto sólo de temporada como puede ser la fruta, sino que este producto almacenado y envasado adecuadamente puede tener una duración de hasta 18 meses.



Figura 5.13 Bodega [22].

5.1.3.2 Envasadora

La instalación de una envasadora resulta muy rentable a la hora de la venta del producto embotellado, sin depender de terceros para el envasado y la expedición del producto, lo que suma valor añadido al aceite.

La envasadora debe tener cuatro zonas principales:

- Tanque de recepción del aceite destinado al envasado, donde se debe mantener con similares condiciones ambientales que la bodega, y permite la regulación del aceite utilizado en el envasado
- Zona de almacenamiento de los envases vacíos y cajas, los cuales serán envases de vidrio de 500 mL, botellas de 1 L y garrafas de 5 L. De todas formas, esta propuesta queda a manos del departamento de ventas, aunque la instalación se diseña manteniendo estos tres formatos de venta momentáneamente.
- Zona de envasado, lugar equipado con las máquinas necesarias para introducir el aceite en los diversos envases y el etiquetado de estos.
- Zona de paletizado o almacén de los envases llenos y terminal de carga, que debe conectar con un portón donde accederán los camiones para la carga de los envases y su posterior transporte.



Figura 5.14 Envasadora [23].

5.2 Descripción cuantitativa

La almazara tiene el objetivo de molturar 15.000 toneladas anuales de aceituna sucia provenientes del campo en un periodo aproximado de 60 días, desde el 1 de noviembre hasta el 1 de febrero. Considerando que el rendimiento medio de la aceituna es del 20%, se estima una producción de 3.000 toneladas de aceite.

La instalación tendrá un funcionamiento constante durante los 60 días, con tres turnos diarios de ocho horas. Además, el rendimiento de la almazara se pretende que sea máximo, por lo que se tratará de parar la maquinaria diariamente para mantenimiento, pero sin causar un gran retraso en el ritmo de producción.

Se debe tener en cuenta en primer lugar que las aceitunas que llegan a las tolvas de recepción están sucias, es decir, mezcladas con hojas, ramas, tierra o piedras, que pueden representar hasta el 10% del peso de las partidas recibidas en los remolques. Para sobredimensionar la instalación, se supondrá que las 15.000 toneladas anuales molturadas son de aceituna limpia, y además se debe tener la capacidad de recoger el 10% de ese tonelaje que representan los residuos sólidos ya comentados.

El balance de materia que se establece en el proceso de extracción del aceite de oliva virgen presenta dos

principales entradas de materia y cinco salidas. La materia prima de entrada se resume en los siguientes aspectos:

- Aceituna sucia proveniente del campo en remolques de gran tonelaje. Su entrada se estima en más de 15.000 toneladas anuales, lo que equivale a unas 250 toneladas diarias, según la temporada de funcionamiento de esta almazara, que es de sesenta días.
- Agua de proceso limpia, que se incluye en una pequeña proporción (100 L/t aceituna), para la filtración del aceite en la centrífuga vertical.

Los productos obtenidos a la salida de cada uno de los equipos se resumen a continuación [29].

- Aceite de Oliva Virgen, con un rendimiento del 20%, que se conserva en depósitos de acero inoxidable ubicados en la bodega, y más tarde se envasan para la venta al público.
- Hojín resultante de la limpieza de la aceituna sucia, que se estima en un 10% de la partida de cada remolque, y que se recoge en tolvas.
- Agua vegetal extraída de la obtención del aceite que, debido a su alto contenido graso, debe transportarse a una EDAR para su depuración o a una balsa de evaporación junto con el agua de proceso y de limpieza, según exijan los requisitos normativos.
- Alpeorajo como subproducto semisólido con un índice considerable de humedad, que se almacena en depósitos para ser llevado a las orujeras. Dicho material representa un 60% en peso de la producción.

En la siguiente figura, no se incluye el balance de materia referido a la segunda extracción, pues representa solamente 2 kg de aceite recuperado por 100 kg de aceituna limpia, lo que no supone un aumento significativo de la producción.

- Hueso seco de aceituna obtenido en la deshuesadora, que representa un 15% en peso de la producción final y que se almacena en tolvas para venta al por mayor y además se destina para la alimentación de la caldera.

Además de estos subproductos obtenidos directamente del proceso, habrá otros residuos derivados de la limpieza de las instalaciones que no se tienen en cuenta en el balance de materia.

Tabla 5.1 Balance de materia en la instalación.

	Porcentaje en peso (p/p)	Cantidad diaria	Cantidad horaria
Entrada	120 %		
Aceituna bruta	110 %	250 t	10.420 t
Agua de proceso	10 %	25.000 l	1.048 l
Salida	120 %		
A.O.V.	20 %	50 t	2.084 kg
Orujo	60%	150 t	6.250 kg
Hojín	10 %	25 t	1.042 kg
Agua vegetal	15%	37,5 m ³	1.562,5 l
Hueso y piel	15%	37,5 t	1.562,5 kg

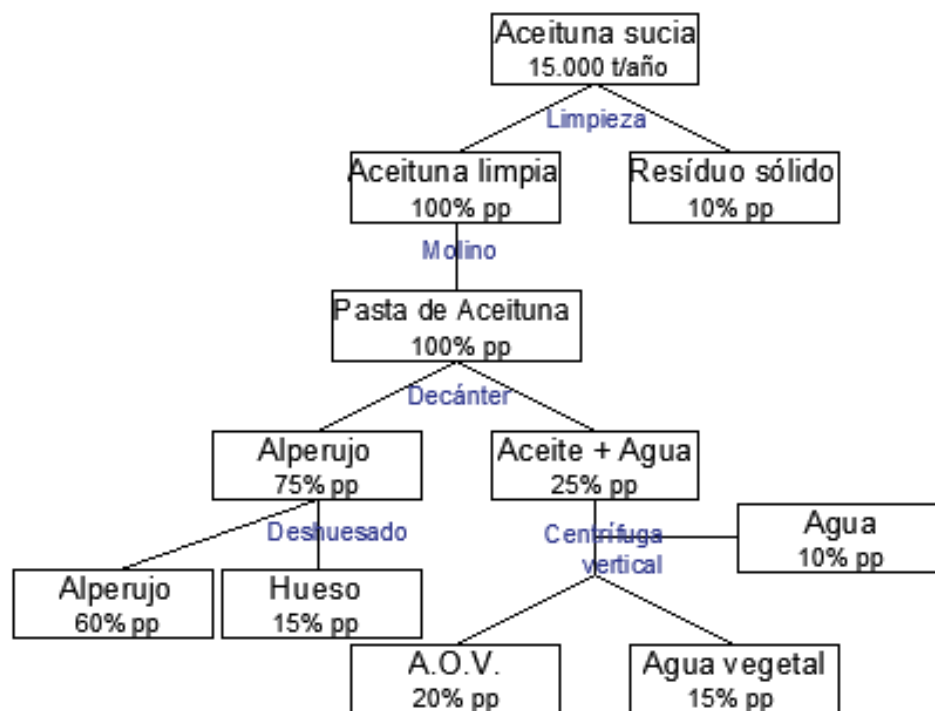


Figura 5.15 Balance de materia.

En consonancia con la filosofía del proceso productivo y la división de éste en tres zonas principales, se marcarán distintos ritmos de trabajo en cada una de las tres zonas.

- La zona de recepción tiene el objetivo de limpiar la aceituna de forma simultánea a la llegada de los remolques, por tanto, la velocidad de trabajo de los equipos debe ser alta para almacenar toda la aceituna recogida en un día completo en las tolvas de almacenamiento. En este caso, los equipos se dimensionan para procesar 50 t/h de aceituna, como se verá más adelante.
- La zona de operación sin embargo tendrá un ritmo de trabajo tal que toda la aceituna almacenada en las tolvas de almacenamiento cada día debe ser procesada en las veinticuatro horas, lo que equivale a una velocidad de 250 t/día o su equivalente, unas 11 t/h de aceituna limpia.
- La zona de envasado se diseña con una capacidad suficiente como para embotellar toda la producción de la temporada, que se estima en unas 3.000 toneladas de aceite, por lo que el ritmo de envasado debe ser el que el departamento de ventas marque, por lo que no se valora en este anteproyecto.

No obstante, se tratará de marcar una directriz clara, que es tener tres líneas de procesos, lo que a continuación se demostrará que se adapta a la capacidad de molturación de esta instalación, y que además beneficia la separación de las distintas partidas de los clientes pues permitirá siempre tener una diferenciación entre aceitunas de mayor o menor calidad.

La referencia a las líneas de procesos está enfocada a dos zonas de la almazara: las líneas de limpieza y las líneas de molturación. El hecho de imponer tres líneas de procesos no condiciona la zona de almacenamiento, ya sea en tolvas de regulación como de los depósitos de la bodega, que se dimensionan con otra filosofía.

Un hecho que se ha tenido en cuenta es que es muy común la llegada de aceituna tanto del árbol, conocida como de ‘vuelo’, como aquella ya caída en el suelo – llamada ‘de suelo’ – que presenta peores propiedades y que se deben tratar en líneas distintas.

Además, el contar con tres líneas de trabajo implica que un fallo en una de ellas no impida la continuación del proceso productivo, pues las líneas podrán funcionar de forma simultánea y presentarán una capacidad de molturación sobredimensionada para cubrir eventualidades de este tipo.

5.2.1 Zona de recepción

La recepción de la aceituna se realiza en un intervalo de cinco horas aproximadamente, que se corresponde con la llegada de los remolques llenos tras acabar la jornada de laboreo durante la tarde. El ritmo de trabajo en el patio debe ser de 50 t/h, puesto que se pretende dimensionar los equipos para copar la limpieza de toda la aceituna que llega en ese intervalo de tiempo.

Con esta propuesta, se consigue que las líneas de limpieza estén en funcionamiento sólo el tiempo necesario para la limpieza de la aceituna, por lo que una vez pasa a las tolvas de almacenamiento, los equipos estarán disponibles para las labores de mantenimiento.

Por tanto, las tolvas de recepción sólo tendrán la capacidad necesaria para admitir las partidas que llegan diariamente en los remolques, lo que equivale a unas 50 toneladas a la hora, mientras que las tolvas de almacenamiento de la aceituna limpia tendrán una capacidad suficiente como para almacenar toda la aceituna recibida en un día, que se estima en 250 toneladas diarias.

5.2.1.1 Tolvas de recepción (T-1)

El transporte de la aceituna sucia se realiza a través de remolques que oscilan entre 6 y 8 toneladas de media, por lo que se considera de inicio que cada partida comprende 8.000 kg descargados en las tolvas de recepción. La descarga de remolques se realiza en un tramo horario propuesto de 16 a 21 horas.

Por tanto, las tolvas se dimensionan con capacidad de 8 toneladas. Suponiendo que el tiempo de descarga de un remolque estándar es de quince minutos, cada tolva tiene una capacidad de recibir cuatro remolques de aceituna sucia por hora, lo que equivale a 32 t/h.

Como la llegada de la materia prima se realiza en un intervalo de cinco horas diarias y el ritmo de molturación es de 250 toneladas de aceituna diarias, los remolques se descargan en las tolvas a una velocidad de 50 t/h.

Como la tolva modelo se dimensiona para recibir 32 t/h y se proponen tres líneas de trabajo, es decir, tres tolvas de recepción, este dimensionado será suficiente para cumplir con el ritmo de limpieza total propuesto de 50 t/h.

La recepción se va a realizar por tanto en tres tolvas troncopiramidales enterradas T-1 que se unen en su parte inferior a una cinta transportadora M-1. Estas tolvas deben tener una bandeja vibratoria de reparto para evitar el colapso en la boca de salida. Las tolvas se dimensionan en función de la capacidad como se demuestra a continuación.

En primer lugar, se calcula la capacidad de diseño que debe tener cada tolva para satisfacer el ritmo de descarga de la materia prima.

$$C = \frac{m}{\rho_c} = \frac{m}{(f \times \rho_a)} \quad (5-1)$$

$$C = \frac{8 \text{ t/h}}{0,6 \times 1,2 \text{ t/m}^3} = 11,12 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

A continuación, se estiman con criterio los diferentes parámetros geométricos asociados a un tronco de pirámide, para que estas dimensiones sean los más adecuadas posibles a la descarga de la aceituna.

$$C_d = \frac{H}{3} (A_{BM} + A_{Bm} + \sqrt{A_{BM} \times A_{Bm}}) \quad (5-2)$$

$$C_d = \frac{2}{3} (3 \times 5 + 0,4 \times 0,7 + \sqrt{3 \times 5 \times 0,4 \times 0,7}) = 11,55 \text{ m}^3$$

Las diferentes incógnitas se definen a continuación:

- m : masa o tonelaje admisible en la tolva por hora, en t/h
- C : capacidad horaria admisible en la tolva, en m^3/h .
- C_d : capacidad de diseño de la tolva, en m^3 .
- ρ_a : peso específico de la aceituna, se estima en $1,2 t/m^3$.
- f : factor de corrección por huecos, equivale a $0,6$.
- ρ_c : densidad corregida de la materia prima, en t/m^3 .
- A_{BM} : área de la base mayor del tronco de pirámide, en m^2 .
- A_{Bm} : área de la base menor del tronco de pirámide, en m^2 .
- H : altura del tronco de pirámide, en m.

La geometría estimada de las tolvas de recepción se muestra en las siguientes figuras.

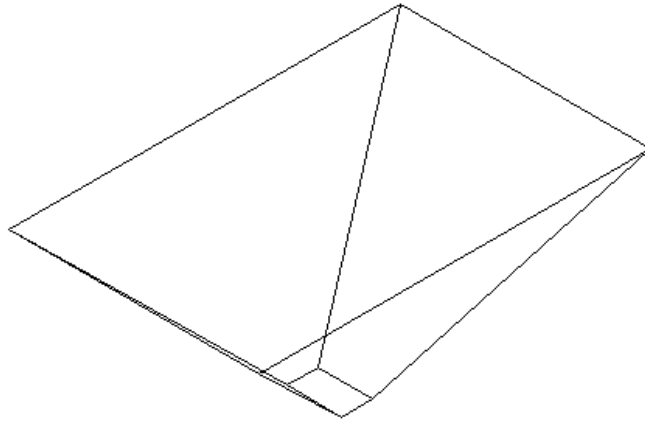


Figura 5.16 Modelo estimado de la tolva de recepción.

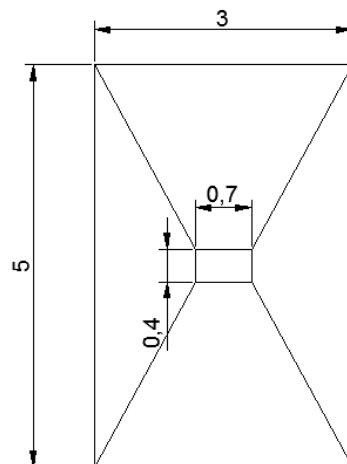


Figura 5.17 Dimensiones estimadas de la tolva de recepción.

Tabla 5.2 Dimensiones de la tolva de recepción.

Tonelaje [t/h]	Capacidad [m ³ /h]	H [m]	A _{BM} [m ²]	A _{Bm} [m ²]
8	11,55	2	5 x 3	0,4 x 0,7

5.2.1.2 Equipo compacto de limpieza y lavado (L-1)

La materia prima es transportada a través de las cintas M-1 hasta un equipo compacto que incluye lavadora más limpiadora de una sola pieza, pues presenta un primer módulo de limpieza para la extracción de ramas, hojas y polvo, a continuación, un segundo módulo de lavado de la aceituna, y un último módulo de despallado, para extraer pequeños tallos y hojas que han permanecido en el lavado.

Se propone la implantación de tres equipos compactos con capacidad de limpieza de 18 t/h cada uno, pues en total presentan una capacidad de limpieza de 54 t/h, lo que resulta suficiente.

El equipo de lavado y limpieza en cuestión es de acero inoxidable y presenta las siguientes dimensiones: 1,4 m de ancho, 4 m de altura, 4,75 m de longitud. Este equipo tiene la ventaja de incluir los pasillos y las zonas de operación suficientes para que el personal pueda desempeñar el trabajo de una forma cómoda, además de contar con un depósito de agua de lavado de 3.000 litros. La potencia base de cada equipo es de 20 cv, lo que equivale a un consumo de los tres equipos de unos 44,75 kW.

La materia prima entra mediante una tolva de apoyo por su parte superior, y es procesada hasta conseguir que los residuos sólidos salgan por la parte trasera de la máquina hacia la cinta M-4, mientras que la aceituna limpia sale por una bandeja delantera hacia la cinta M-2. A su vez, el agua del proceso se lleva a través de un tubo ubicado en la zona inferior de la máquina conectado con la instalación de fontanería.



Figura 5.18 Equipo compacto de limpieza y lavado [24].

5.2.1.3 Tolvas de pesaje (L-2)

La materia prima es pesada a través de un sistema continuo de dos tolvas electrónicas que están formadas por una primera dedicada a la retención de la aceituna para evitar la parada de la cinta transportadora M-2, y una segunda llamada tolva de pesaje que se destina a pesar la materia prima hasta una cantidad indicada por el operario.

Las tolvas son de acero inoxidable, y ambas están compuestas por compuertas que se abren cuando se consigue el peso estipulado, de lo contrario el material estará en condiciones totalmente estancas. En este caso, se propone la instalación de un sistema que pese de forma continua partidas de 600 kg de materia prima, que son recogidas por las cintas M-3.



Figura 5.19 Sistema continuo de pesaje [25].

Se pretende realizar una estimación del tamaño de las tolvas con el siguiente procedimiento. En primer lugar, se calcula la capacidad de aceitunas limpias que debe tener la tolva.

$$C = \frac{m}{\rho_a} \quad (5-3)$$

$$C = \frac{0,6 \text{ t}}{1,2 \text{ t/m}^3} = 0,5 \text{ m}^3$$

A continuación, se dimensiona una tolva con capacidad suficiente para albergar el volumen estipulado.

$$C_d = H_1 \times A_{BM} + \frac{H_2}{3} (A_{BM} + A_{Bm} + \sqrt{A_{BM} \times A_{Bm}}) \quad (5-4)$$

$$C_d = 0,4 \times (1 \times 1) + \frac{0,6}{3} (0,5^2 + 1^2 + \sqrt{0,5^2 \times 1^2}) = 0,75 \text{ m}^3$$

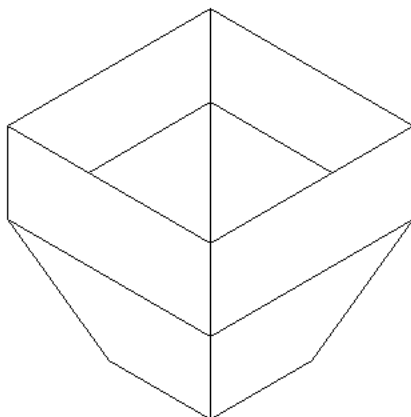


Figura 5.20 Modelo estimado de la tolva de pesaje.

Tabla 5.3 Dimensiones de la tolva de pesaje.

Tonelaje [t/h]	Capacidad [m ³ /h]	H [m]	A _{BM} [m ²]	A _{Bm} [m ²]
600	0,5	1	1 x 1	0,5 x 0,5

5.2.1.4 Tolvas de almacenamiento (T-2)

Las aceitunas se transportan desde el sistema de pesado a través de la cinta transportadora M-3 hasta las tolvas de almacenamiento previas a la extracción del aceite. Estas tolvas deben estar dimensionadas para acoger una capacidad de 250 toneladas diarias, según el ritmo de molturación establecido. Con el objetivo de tener una capacidad suficiente, se establecen seis tolvas de 50 toneladas cada una.



Figura 5.21 Tolvas de almacenamiento [24].

Las tolvas serán de acero al carbono, debido a que se optimizan costes al ser un material más barato que el acero inoxidable y debido a la ubicación de las tolvas en el interior, lo que implica menor impacto de elementos oxidantes como el agua de lluvia.

El cálculo de su capacidad de diseño se realiza conforme a las ecuaciones (5-3) y (5-4).

$$C = \frac{50 \text{ t}}{1,2 \text{ t/m}^3} = 41,67 \text{ m}^3$$

$$C_d = 2 \times 4 \times 4 + \frac{3}{3} \left(0,5^2 + 4^2 + \sqrt{4^2 \times 0,5^2} \right) = 50,25 \text{ m}^3$$

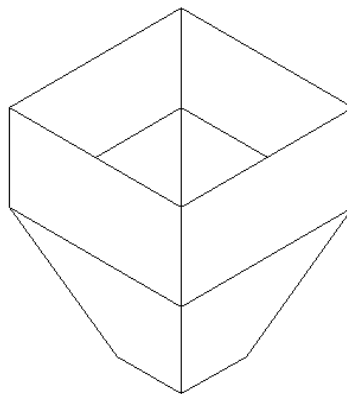


Figura 5.22 Modelo estimado de la tolva de almacenamiento.

Tabla 5.4 Dimensiones de la tolva de almacenamiento.

Tonelaje [t/h]	Capacidad [m ³ /h]	H [m]	A _{BM} [m ²]	A _{Bm} [m ²]
50	50,25	5	4 x 4	0,5 x 0,5

5.2.1.5 Cintas transportadoras

5.2.1.5.1 Definición

Las cintas transportadoras que se utilizan en el patio de almazara están destinadas al transporte de productos alimentarios. Estas cintas se pretenden dimensionar de forma que su inclinación sea como máximo de 30°, siguiendo un criterio conservativo con respecto al ángulo de sobrecarga de la aceituna.

Además, las bandas presentarán un perfil en U al estar compuestas por tres rodillos dispuestos en forma de artesa formando unos 35° entre sí. Dicha solución se adopta para evitar que las aceitunas caigan hacia los laterales por rodadura en caso de que la banda fuera plana.



Figura 5.23 Cinta transportadora [24].

En esta sección, se procede a realizar una estimación de las dimensiones de cada cinta actuante. Las cintas implantadas son las siguientes.

Tabla 5.5 Características de cintas transportadoras.

	Cantidad	Entrada	Salida	Caudal [t/h]	Potencia [kW]
M-1	3	Tolva recepción	Limpiadora	32	5
M-2	3	Limpiadora	Báscula	32	5
M-3	2	Báscula	Tolva almacén	64	15
M-4	1	Limpiadora	T-3 Hojín	5	5
M-5	1	Deshuesadora	T-4 Piel	1,042	5
M-6	1	Deshuesadora	T-4 Hueso	0,512	5

5.2.1.5.2 Estimación de características

Se propone que todas las cintas presenten un ancho de banda de 500 mm, excepto la cinta M-3 que al transportar una mayor cantidad de materia se dimensiona con 700 mm de ancho de banda. El cálculo de la potencia estimada de las cintas se realiza para M-1 y M-3, que se consideran las más desfavorables al transportar mayor cantidad de materia prima.

En primer lugar, se estudia la cinta M-1, la cual transporta la materia prima sucia desde T-1 hasta L-1. Esta cinta debe soportar una carga horaria de 32 toneladas, pues es la capacidad horaria estimada en cada tolva. Además, debe salvar una altura estimada de 7 metros, equivalente a la altura comprendida entre la boca de la tolva de recepción T-1 – en la parte inferior, en sótano –, y la parte superior de la máquina de limpieza L-1. Considerando que el ángulo máximo de inclinación será de 30°, se requiere de una proyección horizontal de la cinta de 12 metros.

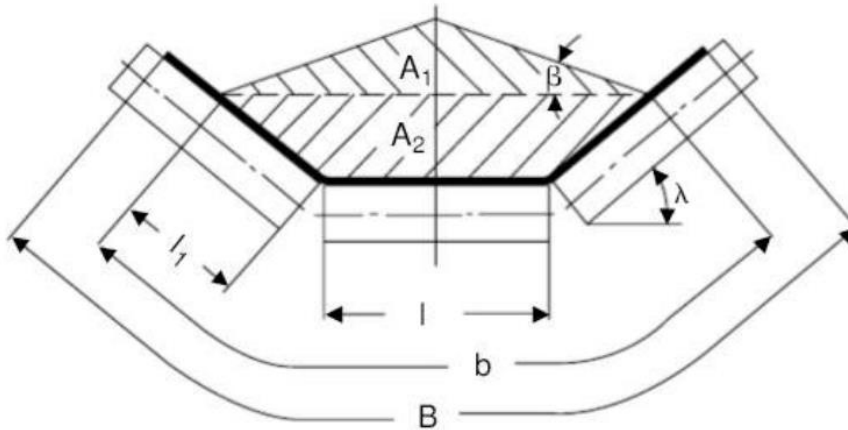


Figura 5.24 Perfil transversal de la cinta transportadora [26].

La capacidad de transporte que debe tener la cinta es igual a la capacidad horaria de almacenamiento que presenta la tolva de recepción [26], siguiendo (5-1).

$$Q = \frac{32 \text{ t/h}}{(1,2 \times 0,6) \text{ t/m}^3} = 44,44 \text{ m}^3/\text{h}$$

El objetivo de esta estimación será determinar si la cinta que se ha dimensionado es capaz de soportar la capacidad horaria de la tolva de recepción ($Q_d > Q$).

$$Q_d = 3600 \times v \times A \times k \quad (5-5)$$

En este modelo de banda en artesa propuesto, el área se define como la suma de dos superficies ocupadas:

$$b = 0,9 \times B - 0,05 \quad (5-6)$$

$$l_1 = 0,5 \times (b - l) \quad (5-7)$$

$$A_1 = 0,25 \times \text{tg } \beta \times [l + (b - l) \times \cos \lambda]^2 \quad (5-8)$$

$$A_2 = l_1 \times \text{sen } \lambda \times (l + l_1 \times \cos \lambda) \quad (5-9)$$

$$k = 1 - 1,64 \times \left(\frac{\alpha \times \pi}{180}\right)^2 \quad (5-10)$$

$$b = 0,9 \times 0,566 - 0,05 = 0,4594 \text{ m}$$

$$l_1 = 0,5 \times (0,4594 - 0,2) = 0,1297 \text{ m}$$

$$A_1 = 0,25 \times \text{tg } 20 \times [0,2 + 0,2594 \times \cos 35]^2 = 0,01548 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 0,1297 \times \text{sen } 35 \times (0,2 + 0,1294 \times \cos 35) = 0,02276 \text{ m}^2$$

$$A = A_1 + A_2 = 0,03824 \text{ m}^2$$

Suponiendo una velocidad de 1 m/s como adecuada, la capacidad volumétrica es, siguiendo (5-5):

$$Q_d = 3600 \frac{s}{h} \times 1 \frac{m}{s} \times 0,03824 m^2 \times 0,55 = 75,72 \frac{m^3}{h}$$

Donde:

- k: constante de corrección debido a la inclinación de la cinta (se propone 30°), con valor 0,55.
- B: valor total del desarrollo del ancho de la cinta, estimado en 0,566 m para una cinta de 50 cm.
- Q: caudal horario por unidad de volumen, en m³/h, que coincide con la capacidad horaria de la tolva.
- Q_d: caudal volumétrico de diseño, en m³/h.
- v: velocidad de la cinta, en m/s.
- α: ángulo de inclinación de la cinta, en grados.
- A: área de llenado de la cinta, en m².

En definitiva, las cintas M-1, con un ancho estimado de 500 mm, deben transportar una carga de 32 toneladas a la hora a una velocidad cercana a 1 m/s, y se dimensionan mediante un criterio conservativo por el cual no superan los 30°, que se supondrá como el ángulo de sobrecarga de la aceituna.

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 \quad (5-11)$$

$$P_T = 4,8 kW \approx 5 kW$$

- P₁: potencia necesaria para accionar la cinta en vacío

$$P_1 = \frac{C_b \times v + Q_d}{C_l \times K_f} \quad (5-12)$$

$$P_1 = \frac{76 \times 1 + 75,72}{222 \times 1} = 0,68 kW$$

- P₂: potencia requerida para elevar la carga a una altura

$$P_2 = \frac{H \times Q_d}{367} \quad (5-13)$$

$$P_2 = \frac{7 \times 75,72}{367} = 1,44 kW$$

- P₃: potencia necesaria para vencer el rozamiento de elementos secundarios

$$P_3 = P_a + P_b + P_c \quad (5-14)$$

$$P_3 = 0,8 + 1,5 \times 0,5 \times 1 + 0,16 \times 1 \times 7 = 2,67 kW$$

Peso específico γ (T/M ³)	Ancho de banda (mm)							
	300	400	500	650	800	1000	1200	1400
$\gamma \leq 1$	31	54	67	81	108	133	194	227
$1 < \gamma \leq 2$	36	59	76	92	126	187	277	320
$\gamma > 2$	-	65	86	103	144	241	360	414

Tabla 2.4 Factor de ancho de la banda, Cb

Longitud (m)	32	40	50	63	80	90	100	150	200	250	300
CI	222	192	167	145	119	109	103	77	63	53	47

Tabla 2.5 Factor de longitud de la banda, CI

Condiciones de trabajo	Kf
Favorables, buena alimentación, bajas velocidades	1,17
Normal, condiciones estándar	1
Desfavorables, baja temperatura y alta velocidad	0,74 - 0,87
Temperaturas extremadamente bajas	0,57

Tabla 2.6 Factor de servicio, Kf

Figura 5.25 Datos de entrada para P₁ [26].

POTENCIAS ADICIONALES		
Trippers, Pa	Ancho de banda (m)	Potencia (Kw)
	≤ 500	$0,8 \cdot v$
	≤ 1000	$1,5 \cdot v$
Dispositivos de limpieza, Pb	> 1000	$2,3 \cdot v$
	Tipo de contacto / presión	
	Contacto simple	$0,3 \cdot B \cdot v$
Guías, de carga, Pc	Contacto elevado	$1,5 \cdot B \cdot v$
	Longitud Lf (m)	
	Desde punto de carga	$0,16 \cdot v \cdot Lf$

Tabla 2.7 Potencias adicionales para otros dispositivos necesarios

Donde:

B = Ancho de banda (m)

v = Velocidad de la banda (m/s)

Lf = Longitud de la guía o faldones (m)

Figura 5.26 Datos de entrada para P₃ [26].

Con el mismo razonamiento, se puede estimar que todas las cintas de ancho 500 mm requieren de una potencia de 5 kW.

La cinta M-3 consistirá en dos cintas paralelas que se disponen de forma horizontal atravesando todas las tolvas de pesaje para recoger la materia prima de cada línea del proceso, para ascenderla hasta las tolvas de almacenamiento. Un ripper permite conectar cada una de las tres líneas de limpieza con la tolva deseada para el almacén de la aceituna limpia.

El fin de proponer dos cintas en paralelo es que una vez la aceituna esté apta para su molturación tras el lavado, sólo se distingan dos tipos – suelo y vuelo – puesto que de uno a otro influye mucho la calidad. De esta forma, cada cinta estará dimensionada para tener el doble de capacidad de la cinta M-1.

Se proponen bandas de 700 mm de anchura, lo que implica un caudal de diseño de 91,20 m³/h, por lo que estas bandas irán en paralelo hasta las tolvas de regulación, donde un sistema de descarga permite elegir la tolva receptora del material.

Siguiendo las ecuaciones (5-5) a (5-10) particularizadas para estos datos, los resultados son los siguientes:

$$B = 0,3 + 2 \times \frac{0,2}{\cos(35)} = 0,788 \text{ m}$$

$$b = 0,9 \times B - 0,05 = 0,9 \times 0,788 - 0,05 = 0,6592 \text{ m}$$

$$l_1 = 0,5 \times (b - l) = 0,5 \times (0,6592 - 0,3) = 0,1796 \text{ m}$$

$$A_1 = 0,25 \times \text{tg } 20 \times [0,3 + 0,1796 \times \cos 35]^2 = 0,01819 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 0,1796 \times \text{sen } 35 \times (0,3 + 0,1796 \times \cos 35) = 0,04606 \text{ m}^2$$

$$A = A_1 + A_2 = 0,06425 \text{ m}^2$$

$$Q_d = 3600 \times v \times A \times k = 3600 \frac{\text{s}}{\text{h}} \times 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 0,06425 \text{ m}^2 \times 0,55 = 91,20 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

La cinta M-3 es realmente un conjunto de tres módulos, dos de ellos horizontales y uno de ascenso de la aceituna desde la tolva de pesaje T-1 hasta la de regulación T-2. Para el dimensionado, conviene dimensionar aquel módulo que salva una altura estimada de 6,5 metros, puesto que la potencia de ascensión no es nula, y resultará el módulo más desfavorable. Posteriormente, esta potencia se triplica para dar la potencia estimada de la cinta M-3 completa.

Para este diseño se aplican las ecuaciones (5-11) a (5-14).

$$P_1 = \frac{103 \times 1 + 91,2}{222 \times 1} = 0,87 \text{ kW}$$

$$P_2 = \frac{6,5 \times 91,2}{367} = 1,62 \text{ kW}$$

$$P_3 = 0,8 + 1,5 \times 0,7 \times 1 + 0,16 \times 1 \times 6,5 = 2,89 \text{ kW}$$

$$P_{Mód} = P_1 + P_2 + P_3 = 5,43 \text{ kW} \rightarrow P_T \cong 15 \text{ kW}$$

En resumen, las cintas transportadoras M-3 requieren una potencia estimada de 15 kW.

5.2.2 Zona de operación

El objetivo que se persigue en la zona de operación es molturar 250 toneladas diarias de aceituna limpia, procedente de las tolvas de almacenamiento. Para conseguir este objetivo, se deben disponer de las líneas y los equipos con capacidad suficiente como para procesar unos 11.000 kg de materia prima por hora – el funcionamiento de la almazara será de las 24 horas del día – a través de tres líneas de molturación.

5.2.2.1 Molienda

Las tolvas de almacenamiento que se encuentran protegidas en el interior de la nave están conectadas mediante tornillos sinfín a los molinos. En este aspecto, se propone un tornillo sinfín principal S-101 que conecta todas las tolvas, y tres tornillos secundarios justo debajo del principal que llevan la aceituna hasta el molino.

El modelo elegido para estos molinos es el de trituradora de martillos metálicos, que es el más utilizado en la actualidad debido a su eficiencia y calidad de trabajo. Se propone la instalación de tres molinos con capacidad de trituración de 4.000 kg de aceituna horaria, lo que implica tener una capacidad de molturación de 12 toneladas.

A semejanza del modelo M30 de la marca ‘Centrifugación Alemana’, cada molino presenta una velocidad nominal de 3000 rpm y requiere de una potencia de 30 cv, lo que equivale a unos 22,40 kW [27].



Figura 5.27 Molino modelo M30 de Centrifugación Alemana [27].

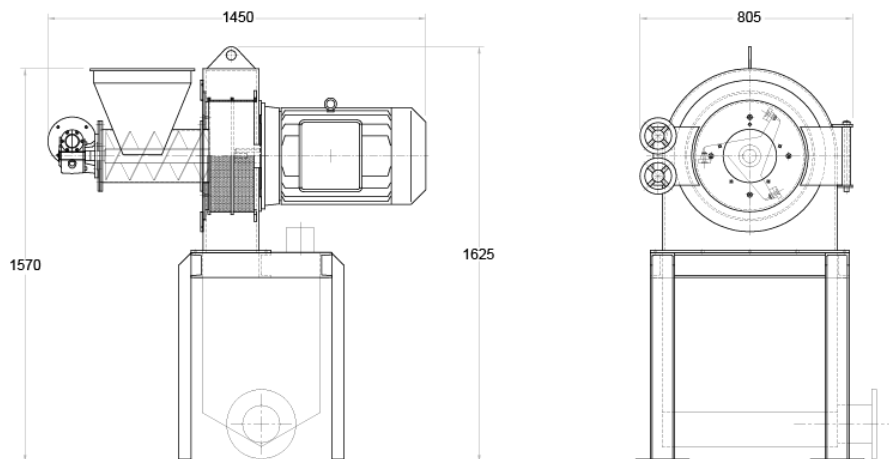


Figura 5.28 Dimensiones del molino M30 [27].

5.2.2.2 Batido

La pasta de aceituna triturada en los molinos de martillos se impulsa mediante bombas BP-1 hasta unas termobatadoras que se encargan de mover la pasta de aceituna para emulsionar de forma óptima las gotas de aceite.

Estos equipos de acero inoxidable presentan unos ejes horizontales unidos a unas paletas que mueven la pasta en el interior de un depósito rodeado de una camisa llena de agua que se encuentra a unos 75 °C para facilitar la emulsión. Por tanto, se trabaja con la pasta en caliente, aunque el proceso nunca debe superar los 30 °C para no afectar a la calidad del aceite.

Con respecto al tiempo de batido, éste influye en la calidad y el rendimiento del aceite, pues un mayor tiempo de batido implica una mejor emulsión y por tanto un mayor rendimiento en la extracción, pero también afecta a la pérdida de calidad. Se considera que 60 minutos es un tiempo de batido adecuado para conseguir un equilibrio entre calidad y rendimiento del producto final.



Figura 5.29 Termobatadora B040CA [27].

Se propone la inclusión de tres modelos similares a esta termobatadora modelo B040CA de la marca ‘Centrifugación Alemana’, que presenta dos cuerpos capaces de tratar unos 4.000 kg de pasta de aceituna con un motor que funciona a una velocidad de 1455 rpm. Este equipo requiere una potencia de 4 cv y también presenta una cámara de 480 litros para el agua de calefacción. Las tres batidoras tendrán una capacidad total de unas 12 toneladas, lo que se estima suficiente para cubrir la molturación horaria, manteniendo un llenado adecuado de estos equipos para que su funcionamiento sea óptimo.

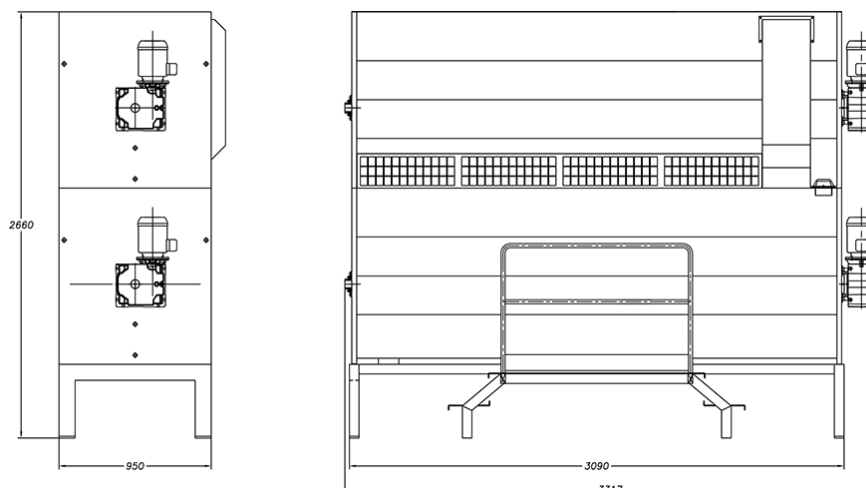


Figura 5.30 Dimensiones del modelo de termobatidora B040CA [27].

5.2.2.3 Decánter horizontal

Tras el batido, la pasta se transporta con la ayuda de las bombas BP-2 hacia los decánters, que son dispositivos destinados a realizar una separación de fluidos – aceite y alperujo – mediante centrifugación, debido a la diferencia de densidad. Estos fluidos se extraen por distintos canales pues tomarán caminos distintos: el aceite continúa el proceso de depuración (BA-1) mientras que el alperujo debe ser tratado (BP-3).



Figura 5.31 Decánter HSD-150-CA [27].

El decánter propuesto en el proceso será similar al modelo HSD-150-CA de la comercial ‘Centrifugación Alemana’, el cual es capaz de tratar 150 toneladas diarias de pasta de aceituna, con una potencia necesaria en los bastidores de 30 kW.

Como la molturación diaria de pasta de aceituna se estima en 250 toneladas, la implantación de tres decánters en paralelo es suficiente para cubrir la producción de la temporada completa, e incluso utilizar uno de ellos para la segunda extracción.

Anteriormente se definió que la pasta de aceituna es sometida a fuerzas centrífugas de forma que esta pasta se divide en aceite líquido y una mezcla semisólida llamada alperujo. A continuación, se muestra el balance de materia producido en el decánter.

Tabla 5.6 Balance de materia en el decánter.

	Materia	Porcentaje en peso [%]	Capacidad diaria	Capacidad horaria
Entrada	Pasta de aceituna	100 %	250 t/día	10,42 t/h
Salida	Aceite	25 %	62,5 m ³ /día	2.605 l/h
	Alperujo	75 %	187,5 t/día	7.815 kg/h

En este aspecto, se estima que la densidad de los productos derivados de la pasta de aceituna es cercana a la unidad (1 t/m³), por lo que las dos salidas en el decánter se traducen en un caudal de 2.605 l/h de aceite hacia la centrífuga vertical, y de 7.815 kg/h de alperujo destinado a la deshuesadora DH-1.

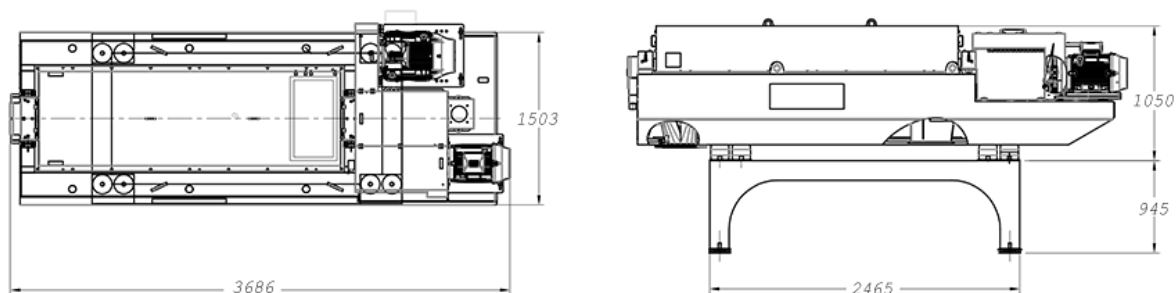


Figura 5.32 Dimensiones del modelo de decánter horizontal [27].

En cuanto al tamizado, se deben instalar tres tamices tras estos equipos con una potencia de 0,5 cv, siguiendo el modelo mostrado a continuación, del que no se requieren más detalles.



Figura 5.33 Tamiz T-20 [27].

5.2.2.4 Centrifuga vertical

La centrifuga vertical recibe el aceite sin depurar desde el decánter a través de tuberías impulsado por la bomba BA-1. Este equipo trata de purificar el aceite de oliva de una forma definitiva, y su trabajo consiste en la adición de una pequeña cantidad de agua que entrará en centrifugación junto con el aceite, consiguiendo la purificación del aceite que sale por un conducto hacia la bodega, mientras que el agua vegetal extraída de este proceso se transporta hasta un depósito auxiliar para su posterior tratamiento.



Figura 5.34 Centrifuga vertical SCP-250-CA [27].

En este caso, se propone la implantación de tres equipos similares al modelo SCP-250-CA de la marca ‘Centrifugación Alemana’, pues cada uno tiene una capacidad de trabajo de 2.000 l/h de masa oleosa, lo que se estima suficiente al considerar que la entrada de esta masa formada por aceite sin depurar y agua de proceso no supera los 3.800 litros horarios. Este equipo presenta una velocidad máxima del tambor de 6570 rpm y requiere de una potencia de 20 cv.

Tabla 5.7 Balance de materia en la centrifuga.

	Materia	Porcentaje en peso [%]	Capacidad horaria
Entrada	Aceite ‘sucio’	25 %	2.605 l/h
	Agua de procesos	10 %	1.042 l/h
Salida	A.O.V.	20 %	2.084 l/h
	Agua vegetal	15 %	1.563 l/h

La tercera centrifuga se puede dedicar a la segunda extracción del aceite, pues tras pasar por la deshuesadora que se describe a continuación, el tratado del alpeorajo permitirá la extracción de una pequeña proporción de aceite, estimada en 1 kg/t de aceituna, pero que es una práctica frecuente en la mayoría de industrias almazareras.

5.2.2.5 Depósito aclarador

Este depósito de regulación se sitúa tras la centrífuga vertical, unidos mediante tubería con bomba BA-2, y sirve para realizar una revisión del estado del aceite e impulsarlo hacia la bodega. Se disponen tres depósitos similares al que se observa a continuación, con una bomba de impulsión de 3 cv hacia la bodega.



Figura 5.35 Depósito aclarador [27].

El aceite es impulsado a la llamada zona de expedición, por lo que se centrará la atención en el tratado del alpeorujo en el siguiente subapartado.

5.2.2.6 Deshuesadora

En principio, se puede considerar que el alpeorujo que se extrae del decánter es llevado directamente por impulsión (BP-1) hasta una máquina deshuesadora que se encuentra en el exterior del edificio. Este equipo ha desarrollado una gran tecnología y es capaz de limpiar residuos con hasta el 50-60% de humedad, por lo que se considera adecuado para realizar el deshuesado sin previo secado del alpeorujo.

Considerando que el hueso se obtiene como un subproducto al 10% en peso en relación con la aceituna limpia, y con la propuesta de una molturación de 250 toneladas diarias, implica unas 25 t/día de hueso (unos 1.100 kg/h).

Tabla 5.8 Balance de materia en la deshuesadora.

	Materia	Porcentaje en peso [%]	Capacidad horaria
Entrada	Alpeorujo	75 %	7.815 kg/h
Salida	Alpeorujo	60 %	6.252 kg/h
	Hueso	10 %	1.042 kg/h
	Piel	5 %	521 kg/h

El equipo elegido será similar al modelo H1 de la marca 'Asigran', que presenta unas dimensiones de 1,60 x 4,93 x 5,00 m³, y consume una potencia de 8,8 cv. Su funcionamiento consiste en la entrada del alpeorujo por una tolva en la parte superior del equipo, y tres salidas en función del subproducto obtenido: hueso, polvo y piel

de aceituna, con una capacidad de unos 1.800 kg de hueso limpio por hora, por lo que con un solo equipo es suficiente para cubrir la producción.

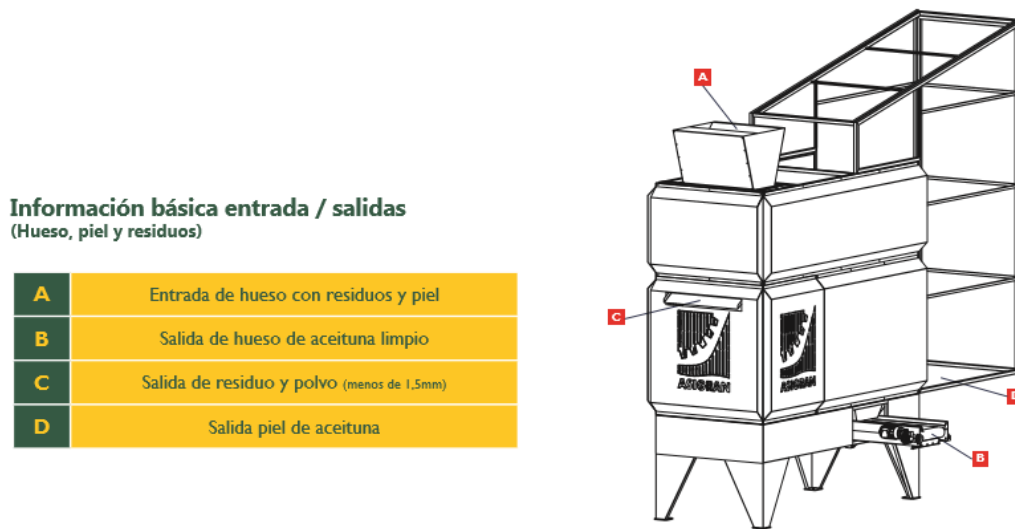


Figura 5.36 Partes de la deshuesadora [24].

Ambas salidas B y D conectan con cintas transportadoras, que llevan a tolvas de almacenamiento de estos materiales que se utilizan como combustible para calderas.

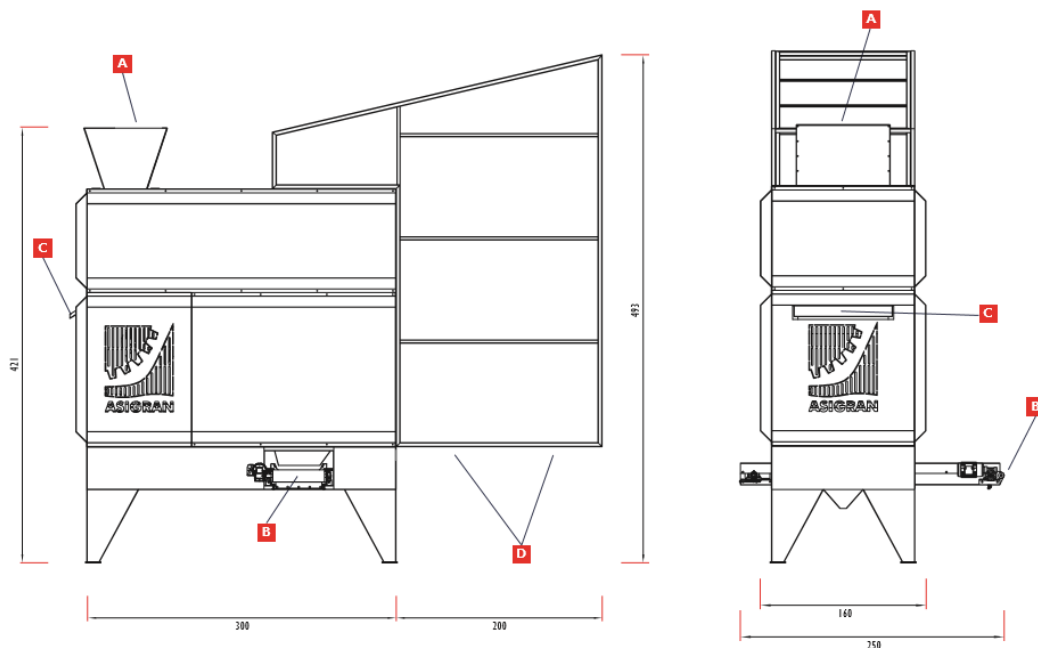


Figura 5.37 Dimensiones de la deshuesadora [24].

5.2.2.7 Sinfines

La aceituna limpia se transporta desde la tolva de regulación hasta el molino correspondiente a través de un sinfín principal que deriva en tres secundarios, cada uno correspondiente a una línea de molturación. La potencia necesaria para el funcionamiento de cada sinfín se va a considerar igual a la de la cinta transportadora, de 5 kW por sinfín.

5.2.2.8 Bombas

5.2.2.8.1 Definición

El circuito de bombas y tuberías está diseñado a partir de la zona de operación hasta el envasado del aceite. Para el trasiego de la pasta de aceituna, se opta por bombas de pistón, mientras que para el trasiego de fluidos es preferible el uso de bombas hidráulicas al uso.

En la siguiente tabla, se muestran todas las bombas actuantes en el proceso para el trasiego de flujo oleoso.

Tabla 5.9 Características de las bombas.

	Cantidad	Entrada	Salida	Capacidad horaria	Potencia [kW]
BP-1	3	Molino	Termobatidora	3.473 kg/h	0,5
BP-2	3	Termobatidora	Decánter	3.473 kg/h	0,5
BP-3	1	Decánter	Deshuesadora	7.815 kg/h	0,5
BP-4	1	Deshuesadora	Decánter	6.252 kg/h	0,5
BP-5	1	Deshuesadora	Depósito orujo	6.252 kg/h	0,5
BA-1	3	Decánter	Centrífuga	2.605 L/h	0,5
BA-2	3	Centrífuga	Aclarador	2.084 L/h	0,5
BA-3	2	Aclarador	Bodega	6.252 L/h	0,5
BA-4	1	Bodega	Depósito nodriza	1.000 L/h	0,5
BA-5	2	Depósito nodriza	Envasadora	1.000 L/h	0,5

5.2.2.8.2 Estimación de características

En este apartado, se pretende estimar la potencia de las bombas para incluirlas en el cálculo eléctrico. A rasgos generales, se muestra la expresión para el cálculo de la potencia de una bomba hidráulica.

$$P = \frac{Q \times \rho \times g \times H}{\eta} \times f \quad (5-15)$$

Donde:

- Q: caudal volumétrico de fluido oleoso que atraviesa la tubería, en m³/s.
- ρ: densidad del aceite, estimado en 800 kg/m³.
- g: aceleración de la gravedad; 9,81 m/s².
- H: altura piezométrica del equipo más desfavorable, en m.c.a.
- f: coeficiente de mayoración de la potencia, en un 10 %.
- η: rendimiento de la bomba, estimado en 70 %.

El cálculo del caudal de cada tubería no se considera objeto del proyecto. No obstante, todas las tuberías tendrán un diámetro de 10 cm aproximadamente y la velocidad del fluido será de 1 m/s. Este cálculo se realiza conforme a la siguiente expresión.

$$Q = v \times A \quad (5-16)$$

El caudal más grande que circula por una tubería es propulsado por la bomba BP-3, por lo que el mayor diámetro necesario es el siguiente.

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi}} \quad (5-17)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 9,769 \frac{m^3}{h} \div 3600 \frac{h}{s}}{\pi}} = 5,88 \text{ cm} \approx 10 \text{ cm}$$

El cálculo de la altura piezométrica se realiza conforme a la siguiente expresión.

$$H = H_g + \frac{p_{insp} - p_{asp}}{\rho g} + \frac{\lambda v^2 L}{2 \times 10^{-3} g D} + \frac{v^2}{2g} \quad (5-18)$$

El término de las presiones de la bomba se sustituye por un factor de ponderación de 1,2 para así simplificar la operación.

$$H = (H_g + \frac{\lambda v^2 L}{2 \times 10^{-3} g D} + \frac{v^2}{2g}) \times 1,2 \quad (5-19)$$

El cálculo del coeficiente de fricción se realiza según la ecuación de Swamee y Jain.

$$\lambda = \frac{0,25}{[\log(\frac{\epsilon}{3,7D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}})]^2} \quad (5-20)$$

$$Re = \frac{\rho v D \times 10^{-3}}{\mu} \quad (5-21)$$

Donde:

- H_g : altura geométrica entre el punto de aplicación y la cota final, en m.c.a.
- λ : coeficiente de fricción.
- v : velocidad del fluido, estimada siempre en 1 m/s.
- L : longitud de la tubería, en m.
- g : gravedad, en m/s^2 .
- D : diámetro interior de tubería, estimado en 100 mm.
- ϵ : rugosidad absoluta de la tubería, estimada en 0,15 mm (acero galvanizado).

- Re: número de Reynolds.
- ρ : densidad del aceite, equivale a 800 kg/m^3 .
- μ : coeficiente de viscosidad dinámica, con valor $0,081 \text{ Pa}\cdot\text{s}$.

Para estimar la potencia requerida por cada bomba, se realizan dos consideraciones:

- Las bombas de pistón (BP) transportan material semisólido en el proceso, y se calcularán con unos datos concretos.
- Las bombas de trasiego del aceite (BA) transportan fluido oleoso entre equipos, y requieren de otros datos diferentes.

Se va a realizar un único cálculo de cada tipo de bomba, escogiendo aquella más desfavorable en el proceso, para así obtener una potencia sobredimensionada en este aspecto.

Se comienza el cálculo por las bombas de pistón BP, que se deben disponer entre los siguientes equipos:

- Bomba BP-1 de molinos a termobatidoras, siguiendo el proceso de molturación.
- Bomba BP-2 de termobatidoras a decánteres, siguiendo el proceso de molturación.
- Bomba BP-3 de decánteres a deshuesadora, para obtener los subproductos del alpeorujo.
- Bomba BP-4 de deshuesadora a decánteres, para realizar la segunda extracción.
- Bomba BP-5 de deshuesadora a depósitos de orujo, para su recogida.

Los siguientes valores se consideran constantes porque dependen de las características del flujo y de la tubería.

$$Re = \frac{800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 0,1 \text{ m}}{0,081 \text{ Pa}\cdot\text{s}} = 987,65$$

$$\lambda = \frac{0,25}{[\log(\frac{0,15}{3,7 \times 100} + \frac{5,74}{987,65^{0,9}})]^2} = 0,068$$

Atendiendo a las ecuaciones (5-15) y (5-19), se realiza el cálculo de potencia para BP-3 y BP-5, que son las bombas más desfavorables.

- Para BP-3.

$$H = \left(4 + \frac{0,068 \times 1^2}{2 \times 9,81 \times 0,1} + \frac{1^2}{2 \times 9,81} \right) \times 1,2 = 4,90 \text{ m. c. a.}$$

$$P = \frac{7815 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \div 3600 \frac{\text{s}}{\text{h}} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 4,9 \text{ m}}{0,7} \times 1,1 = 163,98 \text{ W} \approx 0,2 \text{ kW}$$

- Para BP-5.

$$H = \left(6 + \frac{0,068 \times 1^2}{2 \times 9,81 \times 0,1} + \frac{1^2}{2 \times 9,81} \right) \times 1,2 = 7,30 \text{ m. c. a.}$$

$$P = \frac{6252 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \div 3600 \frac{\text{s}}{\text{h}} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 7,3 \text{ m}}{0,7} \times 1,1 = 195,5 \text{ W} \approx 0,2 \text{ kW}$$

En el caso de las bombas de trasiego de aceite, se utilizan las siguientes bombas:

- Bombas BA-1 de decánteres a centrífugas, siguiendo el proceso de molturación.
- Bombas BA-2 de centrífugas a aclaradores, siguiendo el proceso de molturación.
- Bomba BA-3 de la sala de decantación a la bodega, para transportar el aceite hasta almacenarlo.
- Bomba BA-4 de bodega a depósito B-141, para comenzar el envasado.
- Bomba BA-5 de depósito nodriza B-141 a las líneas de envasado.

Las bombas que requieren una mayor potencia en este caso son las B-3, pues salvan la mayor altura piezométrica en todo el proceso.

$$H = \left(7 + \frac{0,068 \times 1^2 \times 50}{2 \times 9,81 \times 0,1} + \frac{1}{2 \times 9,81} \right) \times 1,2 = 10,55 \text{ m. c. a.}$$

$$P = \frac{6252 \frac{\text{L}}{\text{h}} \times 0,8 \frac{\text{kg}}{\text{L}} \div 3600 \frac{\text{s}}{\text{h}} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 10,55 \text{ m}}{0,7} \times 1,1 = 226 \text{ W} \approx 0,3 \text{ kW}$$

Para sobredimensionar, se considera que todas las bombas presentan una potencia de 500 W.

5.2.3 Zona de almacén y envasado

5.2.3.1 Bodega

El aceite obtenido durante la campaña se estima en 3.000 toneladas, su equivalente en volumen es de 3.750 m³. El aceite en expedición se organiza de la siguiente forma:

- Las envasadoras son capaces de tratar 20.000 litros diarios de aceite, considerando cambios de envase, lo que implica que se expidan 1200 m³ de aceite durante la campaña.
- Se asume que el 15 % de la producción está dedicada a la venta al por mayor en camiones cisterna durante la campaña, lo que suponen unos 565 m³ de aceite expedidos directamente.

De esta forma, el último día de campaña será aquel donde la bodega esté al máximo de su capacidad, que será de 1985 m³ si se resta el aceite expedido en esos sesenta días de trabajo. Esto implica que la bodega debe tener una capacidad de 2.000 m³ en total.

Tras estas consideraciones, la bodega se dimensiona al 55 % de la capacidad de molturación de la instalación, y cuenta con cuarenta depósitos de unos 52 m³ de capacidad, que se dimensionan de la siguiente forma.

Los depósitos considerados son cilíndricos de acero inoxidable de fondo cónico con bancada metálica, que se encontrarán semienterrados en unos cubetos poco profundos que disponen de sumideros para así evitar que un derrame provoque una anegación de toda la instalación.

Se requieren 40 depósitos de 80 m³ de capacidad, que se dimensionan de la siguiente forma.

$$C = \pi \times r^2 \times H \quad (5-22)$$
$$C = \pi \times 1,65^2 \times 6 = 51,32 \text{ m}^3$$

5.2.3.2 Depósito de envasado

Una bomba BA-4 impulsa el aceite a un depósito nodriza de idénticas características que los depósitos de la bodega que sirve como alimentador de las líneas embotelladoras. De este depósito a las envasadoras, se proponen dos bombas BA-5 de iguales características a las anteriores.

5.2.3.3 Envasadora

Dos líneas de envasado se estiman suficientes para envasar el aceite producido durante todo el año, con una producción estimada de entre 100 y 500 botellas a la hora por envasadora, y con cambio de formato de 30 minutos como máximo.

La envasadora propuesta será similar al modelo B02-B02ET de la marca 'Polaris Automazione', de acero inoxidable 304, capaz de producir tanto latas como botellas de vidrio y de plástico de hasta 5 litros. La potencia requerida para el funcionamiento completo de cada línea de embotellado es de unos 5 kW.



Figura 5.38 Modelo de envasadora [28].

5.2.4 Tratamiento de subproductos

5.2.4.1 Hojín – Subproducto sólido

El hojín se recoge en el equipo compacto L-1 a través de la jaula trasera, y ésta desemboca en una cinta transportadora M-4 de ancho 500 mm – queda sobredimensionada -, que asciende el subproducto hasta una tolva de almacenamiento T-3 destinada a un proveedor ganadero a modo de biomasa.

La tolva T-3 recibe unas 25 toneladas diarias de hojín, lo que equivale a unos 50 m³ considerando que el peso específico de este subproducto sólido es bajo – estimado en 0,5 t/ m³ -. Por este motivo, las tolvas destinadas al hojín será de iguales características que las T-2.

Considerando que los camiones de proveedores vendrán dos o tres veces por semana, implantar tres tolvas debe ser suficiente para cubrir la recogida del subproducto durante varios días.

5.2.4.2 Orujo

El alpeorujo que se extrae de la deshuesadora, el cual es un subproducto con alta humedad, se propulsa por una bomba de pistón que debe tener capacidad de 150 toneladas diarias.

Este subproducto se destina a un depósito de almacenamiento B-2, con capacidad de 150 t cada uno, por lo que se disponen tres similares a los depósitos de la bodega, de 1,7 m de radio y 7 m de altura – 63,55 m³ de capacidad -, cilíndrico y de acero inoxidable. Todos los días deben vaciarse los depósitos de orujo.

5.2.4.3 Hueso y piel

Ambos subproductos sólidos deben ser elevados desde la deshuesadora hasta unas tolvas de almacenamiento, destinadas a la venta como biomasa de la piel, y al uso y venta como combustible del pélet de aceituna. El hueso se transporta por una cinta M-5 sobredimensionada de 500 mm de anchura, al igual que la cinta M-6 destinada a la piel.

El hueso obtenido diariamente se estima en 25 toneladas, mientras que la piel en 12,5 t diarias. Considerando que estos subproductos se recogen cada ciertos días, se proponen tres tolvas T-4 de 50 m³, de las cuales sólo una se destina a piel de aceituna.

5.2.4.4 Agua vegetal

El agua vegetal extraída de la centrífuga se impulsa desde una bomba BA-5 hasta un depósito exterior B-3. Como la cantidad de agua obtenida diariamente es de unos 37,5 m³, se requiere de una bomba de aceite capaz de impulsar unos 1.500 l/h, mientras que se instalarán dos depósitos iguales ue los B-2 para cubrir el almacén de este subproducto líquido. Con esta capacidad, todos los días deben vaciarse estos depósitos.

5.3 Listado de equipos necesarios

En los apartados anteriores, se ha detallado el número de equipos utilizados para cumplir los objetivos de producción marcados. En forma de resumen, se puede obtener la siguiente tabla que detalla las características de cada equipo utilizado.

A modo de resumen, se puede estimar que la potencia requerida para el sistema productivo es de unos 500 kW, sin incluir otros equipos derivados de las instalaciones auxiliares que se detallan en los próximos capítulos, como es el caso de los equipos de limpieza, ventilación, calderas, etc.

Tabla 5.10 Listado de equipos

	Equipo	Definición	Unidades	Potencia total [kW]
ZONA 1	Tolva de recepción	T-101 – T-103	3	-
	Cinta M-1	M-101 - M-103	3	15
	Equipo compacto	L-101 – L-103	3	44,75
	Cinta M-2	M-201 – M-203	3	15
	Tolva de pesaje	L-201 – L-203	3	-
	Cinta M-3	M-301 – M-302	2	30
	Tolva de almacenamiento	T-201 – T-206	6	-
ZONA 2	Sinfín principal	S-101	1	5
	Sinfín de molino	S-102 – S-104	3	15
	Molino	E-101 – E-103	3	67,20
	Bomba BP-1	BP-101 – BP-103	3	16,80
	Termobatidora	TB-101 – TB-103	3	12
	Bomba BP-2	BP-201 – BP-203	3	16,80
	Decánter – motor bowl	DC-101 – DC-103	3	90
	Decánter – motor scroll	DC-101 – DC-103	3	66
	Bomba BA-1	BA-101 – BA-103	3	2,25
	Centrífuga vertical	CF-101 – CF-103	3	44,75
	Bomba BA-2	BA-201 – BA-203	3	2,25
	Aclarador	A-101 – A-103	3	6,72
	Bomba BP-3	BP-301	1	5,6
	Deshuesadora	DH-101	1	8,80
	Bomba BP-4	BP-401	1	0,5
Bomba BA-3	BA-301 – BA-302	2	1	

	Equipo	Definición	Unidades	Potencia total [kW]
ZONA 3	Depósito Bodega	B-101 – B140	40	-
	Bomba BA-4	BA-401	1	0,5
	Depósito de envasado	B-141	1	-
	Bomba BA-5	BA-501 – BA-502	2	1
	Envasadora	EB-101 – EB-102	2	10
SUBPROD.	Cinta M-4 (Hojín)	M-401	1	5
	Tolva hojín	T-301 – T-303	3	-
	Bomba orujo	BP-501	1	0,5
	Depósito orujo	B-201 – B-203	3	-
	Cinta M-5 (Hueso)	M-501	1	5
	Cinta M-6 (Piel)	M-601	1	5
	Tolva hueso	T-401 – T-402	2	-
	Tolva piel	T-403	1	-
	Bomba agua vegetal	BA-601	1	0,5
	Depósito agua vegetal	B-301 – B-302	2	-

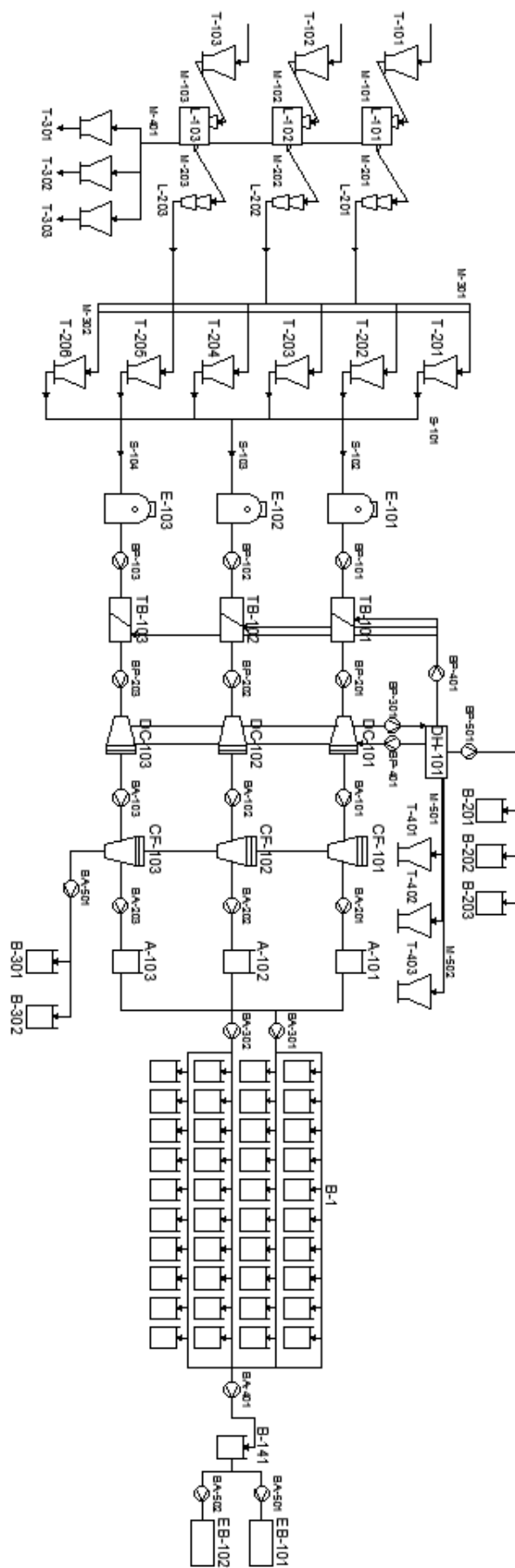


Figura 5.39 Diagrama del proceso.

6 PROCESO CONSTRUCTIVO

6.1 Definición de la Instalación

6.1.1 Distribución en planta

La almazara propuesta se ubica en dos parcelas adyacentes con una superficie total de 9.951 m², distribuidos en una finca de 107 m x 93 m. Esta instalación se distribuye en cuatro zonas principales.

- Patio de almazara, que comprende la zona de recepción de los remolques y de almacenamiento de los subproductos.
- Zona de operación, donde se realiza la molturación del aceite.
- Bodega, zona de envasado del aceite y muelle de carga.
- Zona destinada a oficinas, almacenes, vestuarios y otras salas.

La distribución en planta se debe realizar de una forma que cumpla con los objetivos marcados en el sistema productivo de forma óptima. En este caso, se propone utilizar una Tabla Relacional de Actividades, cuyo objetivo es establecer relaciones de importancia entre las distintas actividades realizadas en la planta industrial.

Para simplificar la metodología, se proponen las siguientes actividades desde un punto de vista global.

- Línea de limpieza, que engloba desde el muelle de descarga de la aceituna sucia hasta el almacenamiento de la aceituna limpia en tolvas de regulación.
- Línea de molturación, desde las tolvas de regulación hasta los depósitos aclaradores.
- Bodega y línea de envasado del aceite
- Almacén, enfocado sobretodo al embalaje y expedición de los envases.
- Zona noble del edificio, que incluye oficinas, vestuarios o sala de reuniones, entre otros.
- Zona de tratamiento de subproductos.
- Las instalaciones auxiliares, que se valoran por separado, y se centran en: caldera, sala eléctrica, almacén general, protección contra incendios.

Para determinar una distribución en planta adecuada de esta instalación se propone la creación de una matriz que muestre las relaciones de todas las actividades anteriores y las pondere desde un punto de vista cualitativo, valorando si la proximidad entre actividades es beneficiosa, con las letras A (indispensable), E (especialmente importante), I (importante), O (ordinaria), U (no importante) y X (perjudicial).

RECEPCIÓN	MOLTURACIÓN	BODEGA	SUBPRODUCTOS	ALMACÉN	NOBLE	CALDERA	ELÉCTRICA	DEPÓSITO PCI	T.R.A.
	A	O	A	X	E	U	A	I	RECEPCIÓN
		A	A	I	E	A	A	A	MOLTURACIÓN
			O	A	U	U	E	A	BODEGA
				X	E	U	E	E	SUBPRODUCTOS
					E	U	I	A	ALMACÉN ENV
						E	A	A	ZONA NOBLE
							X	O	CALDERA
								O	SALA ELÉCTRICA
									DEPÓSITO PCI

Figura 6.1 Matriz Relacional de Actividades.

Siguiendo la matriz anterior, la distribución más apropiada se muestra en la figura 6.2 de forma aproximada. En esta propuesta, se toma en consideración que el patio de almazara engloba la zona de recepción, el almacén de los subproductos y los depósitos contraincendios. Esta parte, representada a la derecha, se denomina ‘zona sucia’, por lo que a la izquierda se sitúa la zona limpia, que comprende la bodega, el almacén de embalajes y el muelle de carga. En la zona central, se distribuyen la zona de oficinas con salida a la calle, y la zona de operación, que linda con un camino agrícola. Por su parte, la mayoría de instalaciones auxiliares se localizan en la zona central, con el objetivo de proveer a las distintas áreas de trabajo.

Además, en el enfoque de las edificaciones, se pone en relieve que la zona Este de la finca está formada por el patio de almazara, por lo que una simple cubierta se considera suficiente para cubrir los equipos, mientras que la zona Oeste debe tener una nave con unas especificaciones más rigurosas para salvaguardar la calidad del aceite e incentivar la productividad de los operarios, además de mostrar una buena imagen de empresa.

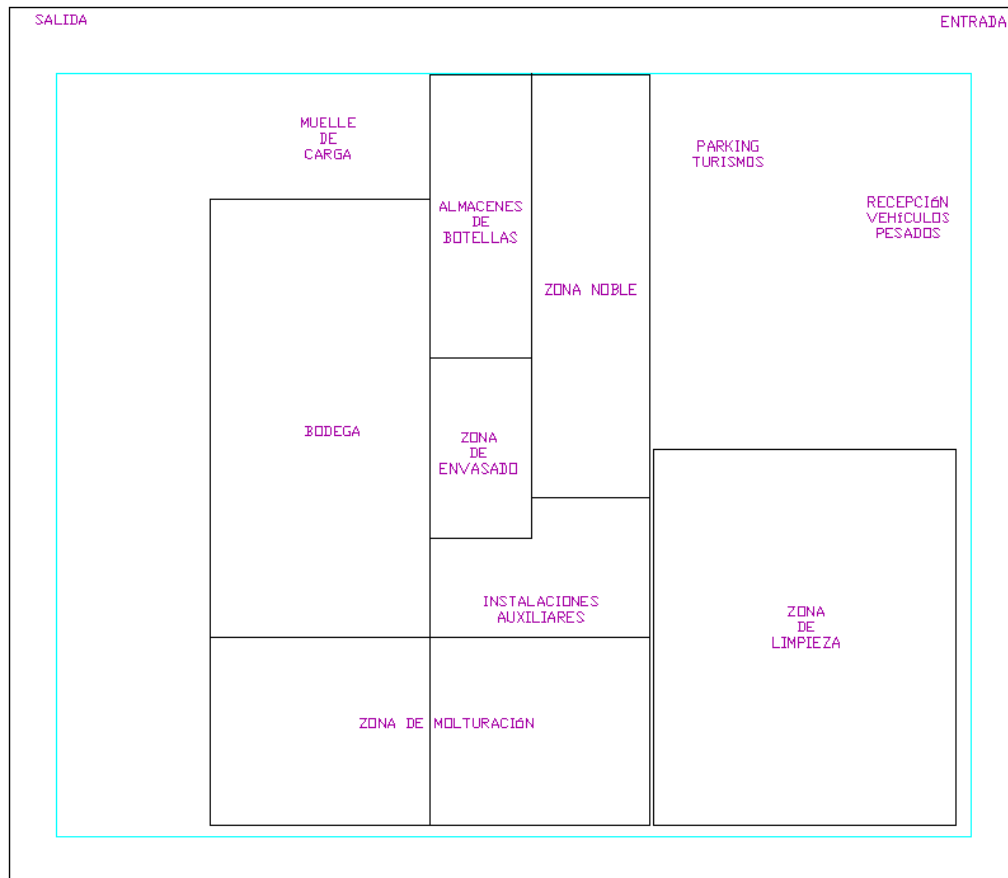


Figura 6.2 Propuesta de Layout.

6.1.2 Zonas de trabajo

En este apartado, se realizan las estimaciones de la superficie que ocupa cada una de las zonas nombradas con anterioridad, y se busca encajar estas áreas en la distribución en planta propuesta.

En primer lugar, se plantea que el recorrido que siguen tanto remolques como camiones que cargan y descargan elementos en la instalación, debe ser el siguiente:

La entrada se produce por la zona noreste de la parcela, tanto para turismos de los trabajadores y visitantes, como para los vehículos pesados de trabajo. En la primera zona del patio, se encuentra la entrada a la instalación y un aparcamiento de turismos, mientras que los vehículos de trabajo continúan su avance hacia el sur de la parcela.

- Los remolques destinados a la descarga de aceituna primeramente son pesados en la báscula a la entrada de la instalación. A continuación, se sitúan encima de las tolvas de recepción, ubicadas en posición vertical para facilitar la descarga. Una vez descargados, los remolques rodean toda la instalación por los extremos sur y oeste, tomando la salida por la zona noroeste.
- Los remolques destinados a la carga de algún subproducto deben ubicarse debajo de la tolva que lo contiene para iniciar la carga, y más tarde seguir el recorrido estipulado para vehículos pesados.
- Los camiones destinados a la carga de orujo o de aceite al por mayor, recogen los productos mediante bombas conectadas a los tanques correspondientes, en la zona oeste de la instalación, donde se establece una especie de muelle de carga de líquidos.
- Los camiones destinados a la carga y descarga de envases de aceite presentan su propio muelle de carga, el cual se ubica justo antes de la salida, en la esquina noroeste de la instalación. Este muelle debe contar con una cota negativa de 1,2 metros de desnivel.

Las observaciones que se deben realizar respecto al trasiego de los vehículos pesados son las siguientes:

- Los remolques realizan la descarga de la materia prima a las tolvas de recepción T-1 que están en un sótano, mientras que la carga de subproductos se realiza ubicando el remolque justo debajo de la tolva de almacén a descargar, por lo que las tolvas T-3 y T-4 deben tener la suficiente altura para facilitar la operación.
- Los camiones de carga de líquidos no requieren de ninguna especificación concreta, pues la carga se realiza con un mecanismo similar al aplicado en las gasolineras.
- Los camiones de carga y descarga de envases se realiza en el muelle con cota -1,2 metros, por lo que debe tenerse en cuenta la disposición de una rampa de unos 20 metros de desarrollo, con el objetivo de que el muelle de carga facilite la introducción de los palets en los camiones a través de un toro mecánico.
- Considerando que tanto remolques como camiones con una longitud inferior a 15 metros, el radio de giro de estos vehículos pesados no debe superar los 20 metros.

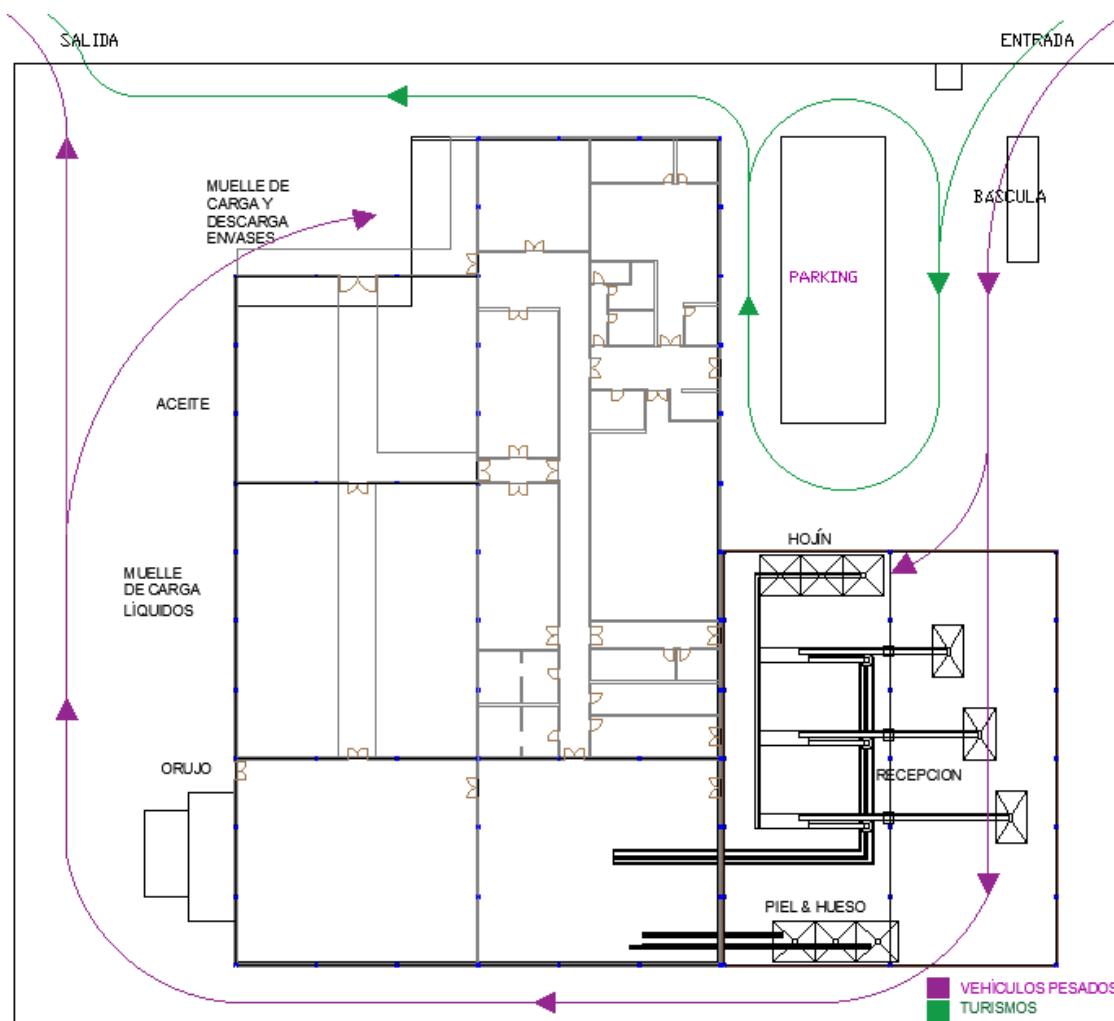


Figura 6.3 Recorrido de los vehículos.

6.1.2.1 Patio de almazara

La primera zona considerada es el patio de almazara, que incluye las líneas de limpieza, el almacenamiento de los subproductos derivados de la aceituna y los depósitos contra incendios. La zona denominada como patio se ubica en el cuadrante Sureste de la instalación, mientras que el cuadrante Noreste está enfocado a la entrada de vehículos, báscula y aparcamiento de turismos.

6.1.2.1.1 Líneas de limpieza

Con respecto a las líneas de limpieza, éstas se disponen en dirección vertical, es decir, en la dirección de entrada de los vehículos, ya que facilita la descarga de la materia prima. Estas tolvas se disponen una a continuación de la otra, para no entorpecer la descarga simultánea de hasta tres remolques. En cuanto a las líneas de limpieza, se sitúan en dirección horizontal, con una separación de tres metros entre ellas, distancia suficiente para el cómodo trasiego del operario y el control de estas líneas de trabajo.

6.1.2.1.2 Subproductos

Con respecto a los subproductos, éstos se encuentran también en el patio, pero en distinta ubicación. En el caso del hojín, las T-3 se encuentran antes de las líneas de limpieza, por lo que su recogida se realiza mediante remolques que cargarán el material en una playa de maniobras.

En el caso del hueso y la piel, estos materiales se destinan a unas tolvas T-4 al Sur de la instalación, con el objetivo de que los remolques se ubiquen debajo de dichas tolvas para realizar la carga, siguiendo el recorrido marcado para los tractores.

Por último, el orujo y el agua vegetal se almacena en depósitos B-2 y B-3 en la zona Suroeste de la almazara, donde los subproductos se impulsan mediante bombas de trasiego hasta los camiones destinados a su recogida.

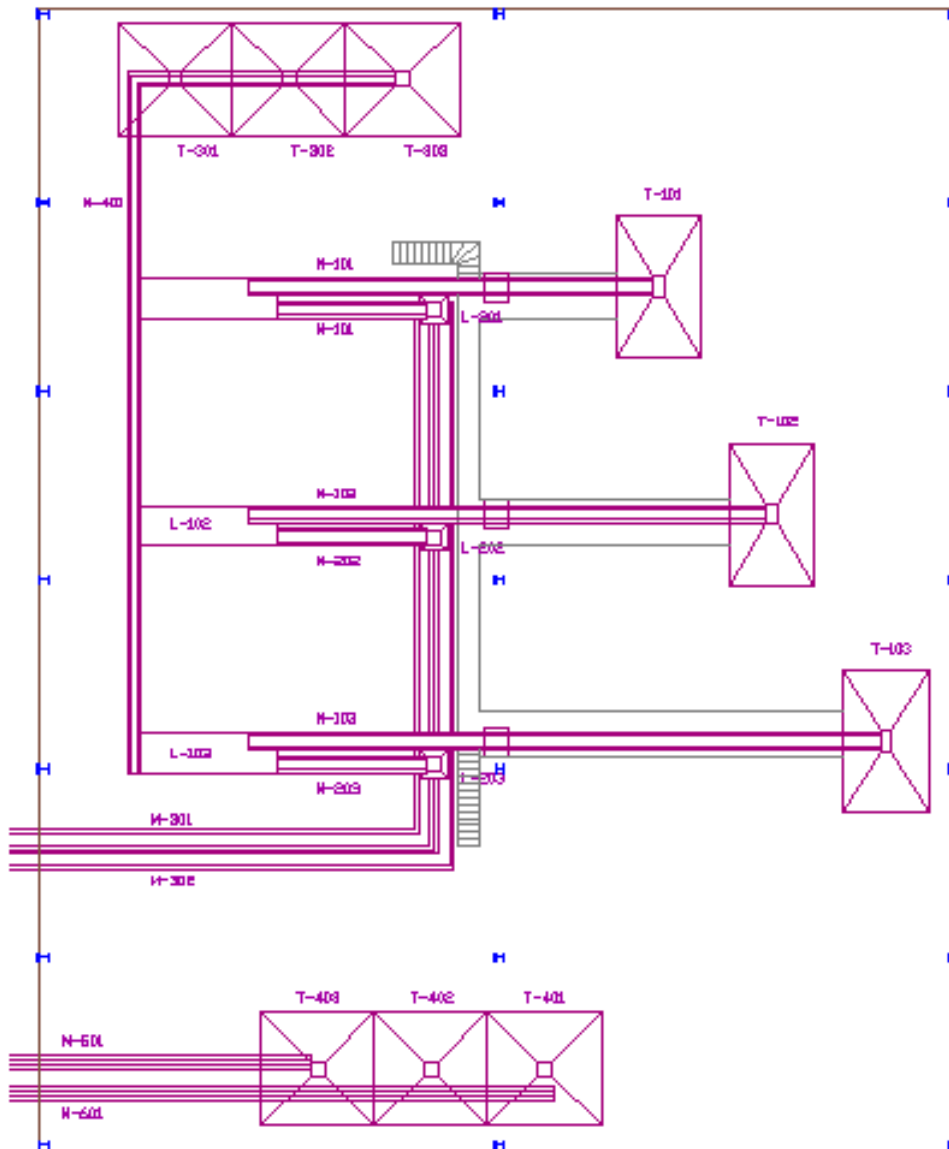


Figura 6.4 Zona de recepción.

6.1.2.2 Zona de molturación

La zona de molturación se ubica en el Suroeste de la instalación. Esta consta de tres líneas de trabajo en paralelo separadas cada 4 metros donde se encuentran todos los equipos en línea y dejando una separación aceptable con la pared para facilitar el trabajo del operario.

Esta zona está dividida en dos salas de idénticas dimensiones: la sala 'sucia' es aquella formada por las tolvas de regulación, los molinos y la deshuesadora, mientras que la sala 'limpia' es aquella que comienza desde la termobatidora, es decir, con el trabajo del fluido oleoso.

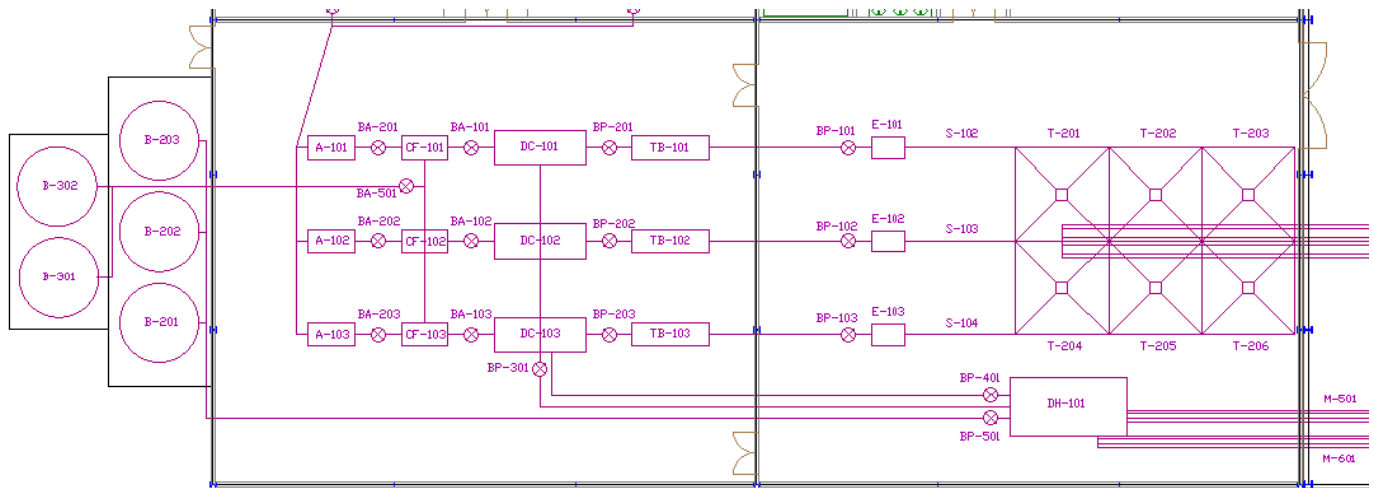


Figura 6.5 Zona de molturación.

6.1.2.3 Bodega

La bodega se divide en dos salas a Norte y Sur, con dos cubetos que contienen veinte depósitos cada uno de diámetro 3,3 metros y un pasillo central de ancho de 3,7 metros. Los depósitos se ubican en filas de diez con una separación mínima de un metro entre ellos y con la pared, espacio suficiente para que un operario pueda realizar labores de mantenimiento.

La zona Norte de la bodega incluye un pasillo de conexión con la sala de envasado y un portón de acceso directo al muelle de carga de aceite. Ambas bodegas están conectadas directamente, aunque no se pueden unir en una única sala para cumplir la normativa contra incendios.

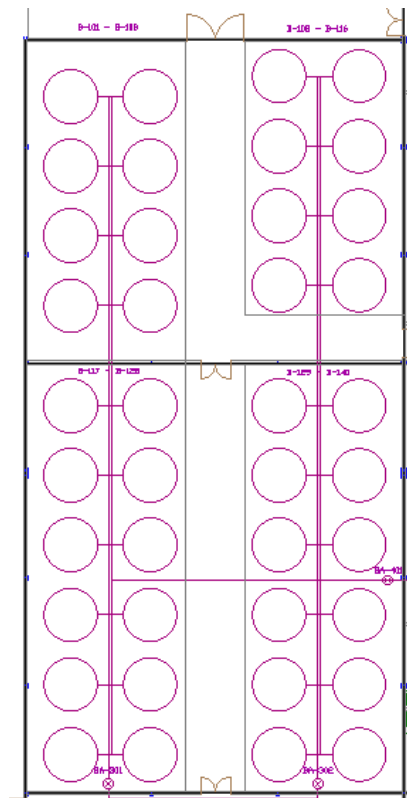


Figura 6.6 Bodega.

Ambas salas disponen los depósitos en cubetos de retención para evitar el derrame del aceite en toda la zona en caso de rotura. Estos cubetos se construyen con una profundidad de 0,5 metros bajo tierra, que incluye un pequeño muro perimetral de hormigón armado. Con esta profundidad, se consigue cubrir la capacidad de rotura de un depósito (unos 50 m³) de aceite que será llevado mediante sumideros hasta una arqueta con una bomba portátil que transporta el fluido hasta los depósitos exteriores.

6.1.2.4 **Envasado y muelle de carga**

El área de envasado engloba la sala de embotellado, los almacenes de envases vacíos y botellas llenas, y el muelle de carga. Estas salas presentan un falso techo de altura 3 metros.

6.1.2.4.1 **Sala de envasado**

La sala de embotellado incluye un depósito nodriza similar de dimensiones más pequeñas que los de la bodega que alimenta a dos envasadoras. Se propone que la sala sea bastante espaciosa para facilitar el trasiego de los palets de botellas, por lo que se propone una distancia entre líneas de un metro.

6.1.2.4.2 **Almacenes**

Los almacenes de embalajes y botellas llenas se disponen por separado, con áreas estimadas de 110 m². La única condición que deben cumplir los almacenes es tener conexión directa con la sala de envasado y con el muelle de carga. Sobre la forma de organizar el almacén, no es objeto del proyecto, por lo que las salas se proponen diáfanas en una primera aproximación, si bien están diseñados para ser almacenes de paletizado manual.

Estas salas conectan junto con la bodega al muelle de carga, que consta de un pasillo de tres metros para facilitar el movimiento de los palets y que, mediante un toro mecánico, se introducen en los camiones que deben situar su trasera en posición de carga. Se recuerda que el muelle de carga presenta una inclinación negativa del 3,5 %, para conseguir que los camiones estén durante la carga a una cota negativa de 1,2 metros, para así facilitar la carga.

6.1.2.5 **Zona noble**

La instalación presenta una serie de salas dedicadas al trabajador y al cliente, como son los espacios de trabajo (oficinas), aseos y vestuarios, sala de reuniones y tienda. Todas ellas son indispensables para facilitar el trabajo del operario, dar una imagen moderna de la empresa y atraer clientes. Cuentan con un falso techo para darle una altura a las salas de 3 metros.

A modo de inciso, cabe destacar que las almazaras no presentan grandes necesidades de personal, pues la mayoría de sistemas están automatizados, y la producción en continuo del aceite ayuda a que los operarios tengan una función enfocada a la supervisión del funcionamiento del proceso. Además, esta empresa presenta una serie de dirección técnica que realiza trabajos de oficina, como son la dirección general, jefe de compras y ventas, jefe de operación, contabilidad, marketing y expansión, etc.

En total, se plantea que la empresa presenta unos veinte empleados durante un turno, de los que la mitad están en oficina y el resto en los procesos. Esto permitirá tener una estimación real del espacio requerido por los empleados para desempeñar su función.

6.1.2.5.1 **Hall**

En primer lugar, la almazara presenta una entrada a todos los trabajadores o clientes a modo de hall de recepción que incluye una serie de derivaciones: a oficinas, a tienda, a sala de reuniones, a los aseos y a un pasillo general que vertebra la instalación.

6.1.2.5.2 Oficina

La oficina se ubica en la esquina noreste de la nave de trabajo, junto al parking. Esta zona debe ser tranquila y estar alejada del ruido, por lo que esta ubicación es idónea para conseguirlo. Incluye diez puestos de trabajo para los empleados, un archivo, una sala de reuniones y el despacho del director general.

6.1.2.5.3 Salón de actos

El salón de actos presenta una superficie de unos 235 m² con suficiencia para albergar un aforo de noventa personas. Se considera relevante contar con esta sala puesto que la mayoría de almazaras son cooperativas y se producen reuniones con frecuencia entre los socios.

6.1.2.5.4 Aseos

Los aseos se encuentran en la entrada de la instalación, para que cualquiera haga uso de ellos, y presenta una superficie de 45 m² dividida en tres aseos: masculino, femenino y personas discapacitadas.

6.1.2.5.5 Pasillo

Finalmente, un pasillo de 2,8 metros de ancho vertebrará la instalación y conecta la zona de operación, la bodega, el muelle de carga y la zona de envasado con el resto de salas auxiliares presentes en la almazara. Este pasillo recorre la instalación de norte a sur.

6.1.2.6 Salas auxiliares

Este apartado incluye las salas necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación, ya sea porque realizan procesos auxiliares necesarios en la molturación del aceite, como es el caso de la caldera, o porque facilitan el trabajo del operario, como por ejemplo incluyendo una zona de vestuarios. También tendrán una altura de 3 metros contando con falso techo.

6.1.2.6.1 Vestuarios

Se disponen dos vestuarios separados por sexo, que incluyen inodoros, lavabos, duchas, bancos y taquillas para los empleados. Debe haber un número de taquillas igual al número de operarios, mientras que los sanitarios se calculan con una relación 1/3 de aparatos con respecto a empleados.

6.1.2.6.2 Sala eléctrica

La sala eléctrica es un pequeño habitáculo donde personal especializado puede manipular los cuadros eléctricos de toda la instalación, además de incluir la central de alarma de la protección contra incendios. Se ubica en la zona Este del edificio, con salida directa al patio.

6.1.2.6.3 Laboratorio

El laboratorio bacteriológico se ubica anexo a la sala eléctrica. En este lugar se realizan los ensayos de calidad de la materia prima recibida que sirven para determinar la calificación del aceite obtenido.

6.1.2.6.4 Almacén general

El almacén general logístico es una sala dispuesta para el almacenamiento de equipos y herramientas si se considera oportuno, y que puede incluir instalaciones de aire comprimido para la limpieza de algunos equipos.

6.1.2.6.5 Sala de calderas

Por último, la sala de calderas se ubica cerca de las dos zonas que requieren de ACS, como son las termobatidoras en la sala de molturación y las duchas en los vestuarios. Se opta por implantar una caldera de pélet puesto que es un subproducto obtenido en la almazara, que puede incluir tanto hueso como piel de aceituna.

La caldera propuesta es de la gama Ares 180 de la marca 'Ferrolí', que presenta una potencia útil de 180 kW. Esta caldera consume 40,8 kg de pélet a la hora, e incluye una tolva auxiliar para almacenar el combustible sólido de 500 litros y una autonomía de 8 horas.

El agua se transmite por tuberías DN 65 a una caldera de capacidad de 580 L de agua. El tamaño de este equipo es de 3,4 x 1 x 1,9(H) m³ y se ubica en planta sobre rasante.



Figura 6.7 Caldera Ares 180 [30]

La sala de calderas se dimensiona según el RITE-2007 [32] y la Guía Técnica referida a Instalaciones de biomasa térmica en edificios [31], que establecen los requisitos exigibles para locales que alberguen generadores destinados a producción de calor con biomasa cuya potencia útil nominal sea superior de 70 kW.

Esta normativa indica que la sala debe presentar un pasillo por el que evacuar la caldera hasta el exterior, contando con una puerta de mayores dimensiones que las del propio equipo. La distancia de la caldera con respecto a las paredes será de un metro como mínimo, y la altura libre de obstáculos de 2 m.

Además, se debe incluir un sistema de extracción de los humos debido a la quema del combustible, por lo que se cuenta con ventilación natural directa por orificios en la pared este de la nave comprendiendo una chimenea con salida al exterior de 1 m² de sección, evitando la retención de humos en la sala.

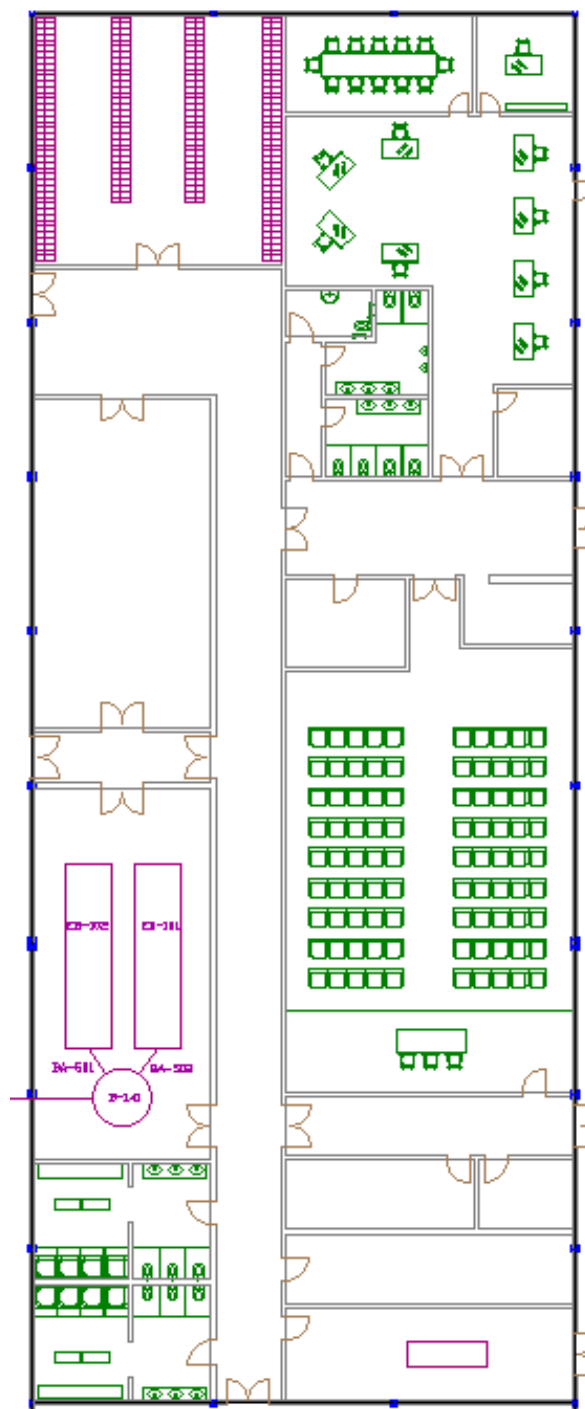


Figura 6.8 Almacenes, zona noble y salas auxiliares.

6.1.2.7 Zonas exteriores

El cuadrante noreste de la parcela no se ha denominado como patio de almazara, reservando ese nombre estrictamente para las líneas de limpieza y recogida de subproductos sólidos. La denominación a esta área situada al noreste de la parcela será de 'zonas exteriores'.

Este espacio incluye la entrada a la instalación de vehículos ligeros y pesados, con garita de control de acceso. Los vehículos ligeros se dirigen al parking a la intemperie.

6.1.2.7.1 Centro de Transformación

Se propone incluir un centro de transformación a la entrada de la instalación para convertir la energía eléctrica en media tensión (20.000 V) a baja tensión (400 V). Se opta por colocar una caseta PFU-3 de estructura monobloque de hormigón prefabricado a modo de CT con capacidad de incluir todos los componentes eléctricos.

Su construcción en fábrica y por tanto excelente acabado, reduciendo además los trabajos de obra civil, permiten que esta opción sea aceptable. Estos modelos pueden incluir un transformador con potencia unitaria máxima de 1000 kVA.

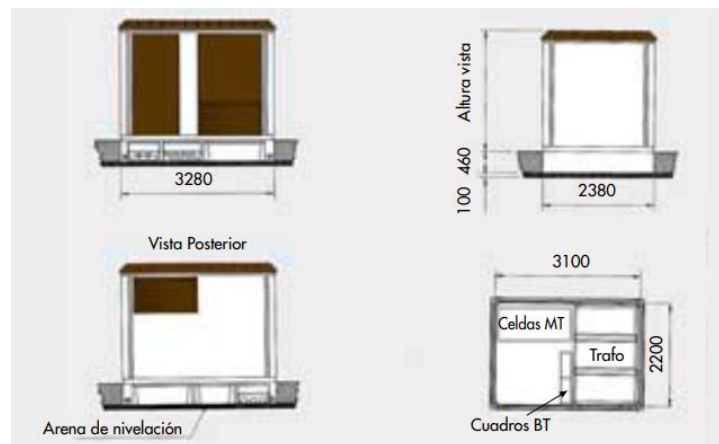


Figura 6.9 Dimensiones del Centro de Transformación [33].

6.1.2.7.2 Garitas de control

La garita de control de acceso se propone como un módulo prefabricado con superficie de $2,38 \times 3,60 \text{ m}^2$ y una altura de 2,5 metros. Esta opción se propone por la rapidez en el transporte y su sencillez en la implantación. Este módulo cuenta con aire acondicionado, mesa de trabajo y cuadro de mandos para poder controlar la entrada de los vehículos y el pesado de los remolques. Irá acompañada de una barrera mecánica que se acciona desde la garita.

Del mismo modo, también habrá una garita de idénticas características que acciona la barrera mecánica de la salida y sirve como apoyo a la logística en el muelle de carga de envases.



Figura 6.10 Garita de control [34].

6.1.2.7.3 Báscula

La báscula se incluye a la entrada de la parcela destinada al pesado de los remolques llenos de materia prima. Esta báscula será de sobreesuelo, con unas dimensiones de $12 \times 3 \text{ m}^2$, y una altura de 40 cm que se corrigen mediante unas rampas de entrada y salida con pequeña inclinación. Los remolques están tarados por normativa,

y más tarde las partidas de aceituna son pesadas en la línea de limpieza, por lo que instalar una sola báscula a la entrada resulta suficiente para el pesado del remolque.



Figura 6.11 Báscula de sobresuelo [35].

6.1.2.7.4 Parking

El parking contiene 22 plazas de coche en batería de dimensiones 5 x 2,5 m² que pueden ser provistas de cubierta mediante marquesina corrida con estructura de acero lacado y cubierta de chapa, como muestra la imagen. Además, se puede plantear la inclusión de parking para motos y bicicletas.



Figura 6.12 Aparcamientos con marquesina [36].

Se incluye en esta zona una escalera metálica de acceso a cubierta sólo para personal autorizado. Esta estructura será de acero laminado en caliente S-275.

6.1.2.7.5 Espacios verdes

Además de los elementos necesarios en la instalación referidos anteriormente, se propone incluir algunos espacios verdes que alberguen árboles autóctonos de la zona que proporcionen sombra como pinos, algunos arbustos como bojs y césped tipo grama.

6.1.2.7.6 Elementos de cerramiento

La parcela se encuentra cerrada en todo su perímetro mediante paneles de vallado rígido que presenta un muro de obra de unos 40 cm más dos metros de altura con los paneles de vallado rígido. Esta solución presenta un acabado estético, una durabilidad y una resistencia mayores que la malla de simple torsión.



Figura 6.13 Vallado rígido con muro de obra [37].

Además, la entrada y la salida a la instalación se realiza mediante una puerta corredera metálica que se combina con el vallado, y que se acciona desde las garitas de control de forma automática.

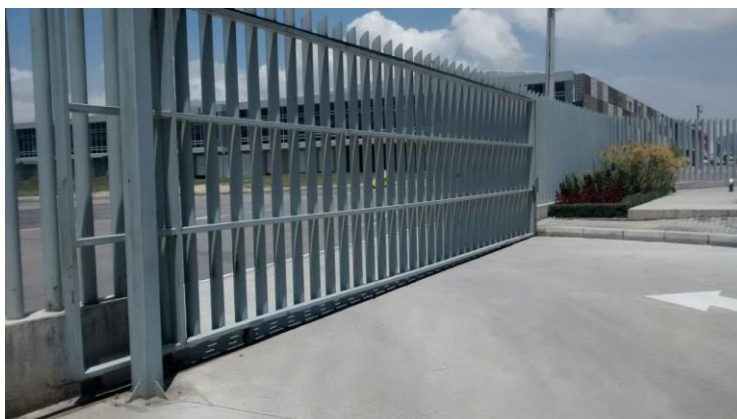


Figura 6.14 Puerta corredera automática [38].

6.1.3 Justificación de edificios propuestos

Considerando que todo el proceso se encontrará protegido para evitar la influencia de las inclemencias meteorológicas en el proceso de extracción del aceite, se propone que la instalación esté formada por tres naves en la parcela indicada.

- Naves A y B. Son dos naves adosadas a dos aguas con cubierta y cerramientos laterales, formadas por pórticos de 23,32 metros de luz y 8,5 metros de altura, dispuestos cada 6,64 metros. Estas naves contienen todos los equipos desde las tolvas de almacenamiento y todas las salas auxiliares.
- Nave C. Es una nave sin cerramientos laterales, a dos aguas formada por pórticos de 32 metros de luz y 8,5 metros de altura, dispuestos cada 6,64 metros. Esta nave se dispone a modo de protección para la línea de limpieza, evitando que los equipos puedan sufrir las inclemencias meteorológicas, pero que queda abierta en sus laterales para permitir el paso de los vehículos pesados. Los 32 metros de luz se ven intercalados por un pilar intermedio, por lo que realmente son pórticos con dos luces de 16 metros.
- Un sótano donde se ubican las tolvas de recepción en el patio de almazara.

6.2 Descripción de las obras

En este apartado se definen las tres principales edificaciones realizadas en la finca. El objetivo será definir las cargas aplicadas sobre cada una de las estructuras, realizar el cálculo de las secciones mediante el software informático Cype, y comentar los resultados obtenidos para observar si la solución se adecúa a los requisitos del proyecto.

6.2.1 Movimiento de tierras

Atendiendo a las indicaciones del estudio geotécnico, la parcela elegida para la implantación de la almazara no presentará ningún potencial problema constructivo en lo que a las características del terreno se refiere, pues el estudio muestra que el suelo es tolerable, con una carga admisible de 2,5 kg/cm². Los suelos además no son agresivos y el nivel freático se encuentra a una profundidad de 5 metros.

El estudio se realizó hasta una profundidad de tres metros, por lo que la instalación no debe tener ningún elemento con cota inferior a esta.

El movimiento de tierras de la parcela incluye un desbroce general en toda la parcela mediante maquinaria adecuada. A continuación, se realiza el cajeadado de las tierras en la parcela. Por un lado, se produce una retirada de material de 30 cm de espesor en solar destinado para las naves A y B, mientras que se debe retirar hasta un metro de espesor de suelo tolerable en las zonas destinadas a carretera en el interior de la parcela. Esto supone un volumen total de suelo retirado de 5.585 m³.

Además del cajeadado, se incluirán las excavaciones que alberga la cimentación de las estructuras, y las zanjas para la inclusión del cableado eléctrico y redes de agua.

La primera excavación se corresponde con el sótano donde se ubican las tolvas de recepción, que presenta tres compartimentos unidos por un pasillo, con una profundidad de 3 metros y una superficie total de 150 m², como se presenta en la siguiente figura. Esta excavación es imprescindible para facilitar la recepción de la aceituna en las tolvas, y se realiza con máquinas retroexcavadoras. Este volumen de tierras se estima en 450 m³.

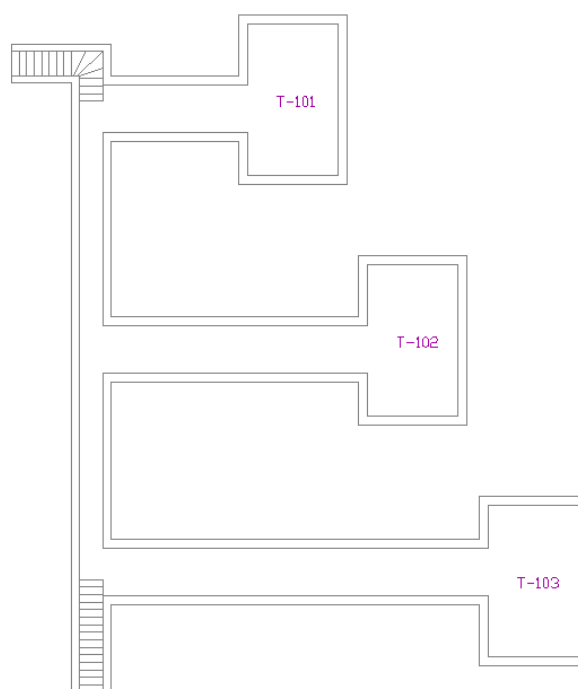


Figura 6.15 Vista en planta del sótano.

Otra intervención importante es la creación de una rampa de descenso para crear el muelle de carga. Esta rampa contará con veinte metros en proyección horizontal y una pendiente del 3,5%, hasta llegar a una cota de 1,2 metros bajo el nivel de la superficie, donde se encuentra el muelle de carga de los envases. De la misma forma que para el sótano, esta excavación se realiza con retroexcavadoras, obteniéndose un excedente de material equivalente a 130 m³.

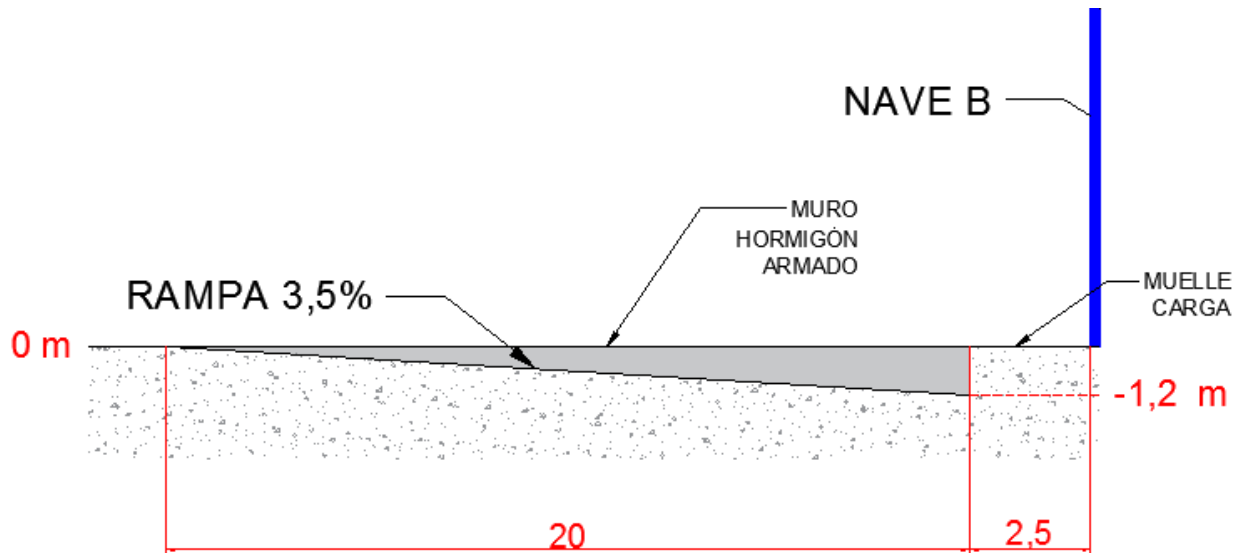


Figura 6.16 Muelle de carga.

Por último, una vez esté el suelo compactado, se debe adecuar la parcela para la puesta en obra de la cimentación de las estructuras y para la construcción de las zanjas.

Como tercer movimiento de tierras, se produce la excavación de los espacios para colocar la cimentación con un modelo de zapatas y zunchos de atado. Para ello, se requiere la obtención de un volumen estimado de 440 m³ de suelo tolerable a través de máquinas retroexcavadoras.

Además, se realizan las zanjas que deben contener las canalizaciones eléctrica y de saneamiento de la almazara. El volumen retirado para la construcción de dichas zanjas es de 700 m² aproximadamente.

Tabla 6.1 Volumen retirado en la parcela.

Cajeado	Exc. Sótano	Exc. Muelle	Exc. Cimentación	Exc. Zanjas	TOTAL
5855 m ³	450 m ³	130 m ³	440 m ³	700 m ³	7575 m ³

Además de la retirada de tierra para dar cabida a las excavaciones anteriores, se debe rellenar la parcela con otros elementos para conseguir la funcionalidad deseada en el terreno.

Para ello, se opta por el relleno y compactado de una capa de suelo adecuado de 60 cm de espesor en las zonas destinadas a carretera para la formación de la explanada, a la que más tarde se añade la solución del firme de 20 cm de zahorra más 20 cm de hormigón de fibras que se detalla en el apartado 6.3, lo que implica un volumen de tierras de 3.310 m³ y un volumen de zahorra de relleno de 1100 m³. También se propone añadir 30 cm de tierra reutilizada en aquellas zonas exteriores enfocadas a zonas verdes, que supone un total de 340 m³.

Con respecto al relleno en las naves A y B, se añaden 15 cm de zahorra como base para la solera de hormigón armado de 15 cm que se superpone a esta capa de zahorra, lo que supone un volumen de relleno de 500 m³.

Tabla 6.2 Volumen aportado a la parcela

	Relleno carretera	Relleno zonas verdes	Relleno solera naves	TOTAL
Suelo adecuado	3310 m ³	340 m ³	-	3650 m ³
Zahorra	1100 m ³	-	500 m ³	1600 m ³

Como conclusión, considerando que el suelo tolerable extraído es limpiado y puede actuar como suelo adecuado repuesto, se produce un excedente de 3925 m³ de suelo tolerable que se debe transportar a vertederos destinados a este fin. Mientras tanto, se produce un requerimiento de 1600 m³ de zahorra que es comprada a un proveedor y transportada hasta la parcela.

6.2.2 Naves A y B

La nave A se dispone aporricada a dos aguas con una pendiente en cubierta del 10%. Esta nave presenta una superficie de 66,5 x 23,32 m², con una altura en faldón de 8,5 metros. Los once pórticos de esta nave se distancian en 6,64 metros. La nave tendrá una cantidad pequeña de huecos tales como puertas y ventanas, pero se presenta como una estructura totalmente cerrada, pues ésta alberga una de las dos salas de molturación y la bodega.

De estos once pórticos, cuatro de ellos requieren cerramiento mediante cinco pilares y el muro de hormigón, dos de ellos son los paños exteriores del edificio y otros dos son los muros separadores entre la sala de molturación y las bodegas.

La nave B se dispone de forma idéntica que la nave A. La única diferencia es el número de pórticos utilizados, que es de 13, por lo que el área que ocupa esta nave es de 79,8 x 23,32 m². Esta nave engloba una sala de molturación, los almacenes de envases, sala de envasado y diversas zonas destinadas a los trabajadores y a las instalaciones auxiliares.

De igual forma que en la nave A, existen tres perfiles transversales donde se disponen cerramientos laterales y por tanto cinco pilares para soportarlos. Estos son los paños extremos y la pared de separación interna entre la zona noble y la sala de molturación.

A modo de resumen, la tabla 6.1 incluye los elementos constructivos de estas naves.

Tabla 6.3 Elementos de Naves A y B.

Elemento	Definición
Cubierta	Panel sándwich 40 mm. Acero lacado + lana de roca
Correas	Acero estructural S-235 (conformado en frío) Perfil ZF-200x2,0
Pórticos	Acero estructural S-275 (laminado en caliente)
Pilares exteriores	Perfil HEA-300
Pilares intermedios	Perfil HEA-220
Vigas	Perfil HEA-300
Paños	Acero estructural S-275 Perfil HEA-240
Viga de atado	IPE-100
Zapatas	Aisladas rectangulares
Zuncho de atado	Hormigón armado HA-25 Sección 40 x 40 cm ²

6.2.2.1 Cimentación

Se opta por una cimentación superficial en todas las estructuras, pues el terreno presenta una capacidad portante aceptable y el nivel freático se encuentra a una profundidad de cinco metros, lo que implica no considerar necesario el uso de cimentación profunda, siguiendo las indicaciones del estudio geotécnico.

Las naves no soportarán grandes cargas, y a su vez la distancia entre pórticos será la suficiente como para suponer que el mayor aprovechamiento de la cimentación, junto con el cumplimiento de la seguridad estructural, se consigue a través de la cimentación mediante zapatas rectangulares unidas mediante zunchos de atado.

Estas naves de proceso que cuentan con cerramientos laterales presentan sus pilares unidos a zapatas rectangulares a través de placas metálicas de anclaje. Estas zapatas se unen mediante zunchos de atado de hormigón armado HA-25 con sección 40 x 40 cm², según los resultados obtenidos en el software de cálculo.

El dimensionamiento de las zapatas se obtiene con el software y su diseño se obtiene mediante un criterio conservativo. Las zapatas obtenidas se pueden agrupar de la siguiente forma:

- N1: son zapatas aisladas ubicadas en los flancos oeste y este de las dos naves, es decir, son aquellas zapatas pertenecientes a los pilares extremos de los pórticos (HEA-300).
- N2: son las zapatas pertenecientes a los pilares intermedios de los pórticos (HEA-220).
- N3: son las zapatas pertenecientes a los pilares intermedios ubicados en los cerramientos transversales que actúan como pared compartimentadora en el interior de las naves (HEA-240).

- N4: son las zapatas pertenecientes a todos los pilares de los paños primero y último (HEA-240).
- N5: son las zapatas compartidas de las naves B y C.
- N8: es la zapata compartida de naves B y C en el pórtico 1, donde recibe una mayor carga de viento frontal.

En la siguiente tabla, se muestran las dimensiones de cada una de las zapatas que soportan las naves A y B. Como anotación, las zapatas pertenecientes a la nave C se incluye en el siguiente apartado.

Tabla 6.4 Zapatas en Naves A y B.

Zapata	Área [cm ²]	Profundidad [cm]
N1	230 x 330	80
N2	190 x 270	60
N3	245 x 165	55
N4	295 x 215	65
N5	350 x 250	100
N8	350 x 295	100

6.2.2.2 Estructura

A modo de introducción y generalizando para todo este proyecto, las tres naves se han realizado íntegramente con pórticos de acero a dos aguas unidos por vigas de atado y correas en la cubierta. El fin es construir estructuras ligeras y lo más diáfanas posibles, para albergar los procesos productivos y los diferentes almacenes que requiere la almazara.

Una almazara además es una industria de producción de aceite por procesos mecánicos, por lo que esta instalación no se encuentra en un ambiente químicamente agresivo ni con exposición a la corrosión. Además, el enclave en el interior de Andalucía hace que el clima se caracterice por ser fresco y seco, por lo que la exposición a las inclemencias meteorológicas de las estructuras metálicas no será grande.

A nivel económico, tanto hormigón prefabricado como acero son opciones aceptables, pero por motivos de ligereza y para conseguir espacios más diáfanos, se opta por realizar las estructuras íntegramente de acero. Para definir los perfiles, se utiliza un catálogo comercial de estructuras de acero, en este caso de AccelorMittal [39].

Una vez expuesto este criterio general, se introducen las diferentes estructuras.

La propuesta constructiva de la nave A será con pórticos de acero estructural de 23,40 metros de luz unidos por correas cada 6,64 metros. Aquellos pórticos que soportan un cerramiento lateral, como son los paños de la nave y un muro interior que separa la sala de molturación de la bodega, presenta pilares cada 7,77 metros.

Para la resolución de la nave A, se propone que los pórticos son de acero S-275, están formados por nudos rígidos y están biempotrados

Por la fisonomía de la nave, el pandeo en dirección longitudinal de los pilares que conforman los pórticos interiores está impedido, al tener ensartados los cerramientos laterales. De esta forma, el eje fuerte de los pilares se dispone en dirección transversal, para dificultar el posible pandeo.

Todos los pórticos están arriostrados además a través de unas vigas de atado dimensionadas como IPE-100 en dirección longitudinal para facilitar la transmisión de cargas laterales. Con estas conclusiones, se supone que el eje principal a flexión y pandeo se producirá en X-Z, que sería dirección transversal.

Existen dos alternativas estructurales en cuanto a los pórticos se refiere:

- Los pórticos que no forman parte de cerramientos o paredes compartimentadoras, es decir, pórticos diáfanos, se dimensionan con sección HEA-300. Los pilares intermedios de las naves serán HEA-220, puesto que se equilibran las cargas laterales en estos elementos.
- Los paños que forman parte de cerramientos o paredes de compartimentación, que están formados por cinco pilares dispuestos cada 7,77 metros, presentan una sección HEA-240 en todos sus elementos.

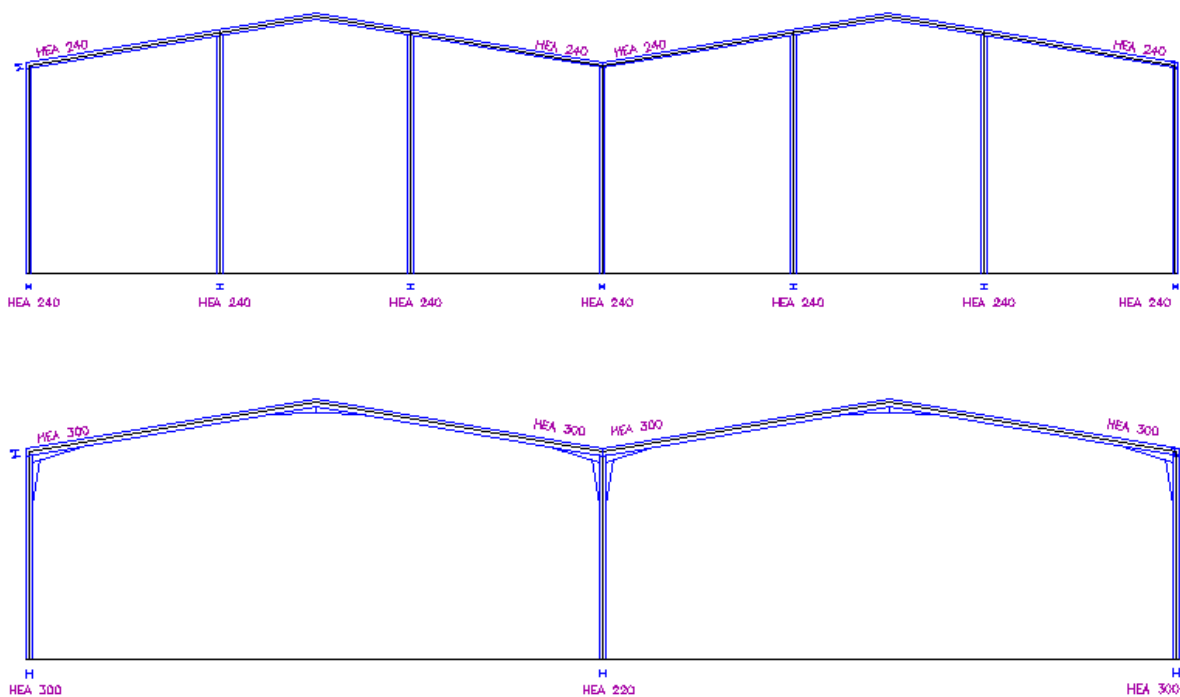


Figura 6.17 Modelos de pórticos de naves A y B.

También se disponen correas cada 1,80 metros en proyección horizontal en las cubiertas, cuyo objetivo es unir los distintos pórticos (al igual que las vigas de atado) y transmitir las cargas de cubierta hasta los pórticos. Estas correas son de acero conformado en frío S-235, con una longitud de 6,64 metros y con un perfil ZF 200-2,0.

La nave B presenta idénticas características que su anexa, la nave A, como se observa en la siguiente tabla.

Es importante resaltar que, para evitar la acción de las cargas térmicas, se disponen juntas de dilatación cada 40 metros en dirección longitudinal en ambas naves.

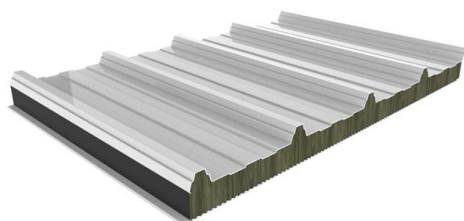
Tabla 6.5 Dimensiones Naves A y B.

	Nave A	Nave B
Nº de pórticos	11	13
Luz	23,32 m	23,32 m
Altura a faldón	8,50 m	8,50 m
Inclinación cubierta	10°	10°
Altura a cumbrera	10,50 m	10,50 m
Distancia ...		
entre pórticos	6,64 m	6,64 m
entre correas (en p.h.)	1,80 m	1,80 m

6.2.2.3 Cubierta

La cubierta de estas naves debe proveer de impermeabilidad y aislamiento térmico al interior del edificio, además de incluir las propiedades mecánicas e ignífugas mínimas requeridas.

Por tanto, se propone una cubierta con paneles sándwich de láminas de acero galvanizado con un núcleo central de lana de roca de 40 mm de espesor en listones de un metro de ancho. La elección de lana de roca resulta acertada puesto que es un buen aislante que además presenta cualidades ignífugas, con una reacción al fuego A2-s1 d0. Los listones pueden disponerse de hasta 16 metros de longitud, según catálogo.

**Figura 6.18** Panel sándwich [40].

Los paneles sándwich se pueden intercalar con lucernarios continuos en aquellas zonas donde la luminosidad sea un factor de importancia, consiguiendo un ahorro lumínico durante las horas de sol. Estos lucernarios se presentan en listones de un metro de ancho de policarbonato celular, que además de tener una resistencia mecánica suficiente para hacer la función de un panel al uso, permite el paso de la luz en un 60%, siendo además buen aislante del sonido y reduciendo la exposición a rayos UV en el interior. Los lucernarios se ubican en las salas de molturación con el fin de ahorrar consumo de luz artificial.

Los canalones se incluyen ocultos en cubierta según indica el Anexo de Planos, con un modelo de canalón en cajón rectangular de chapa zincada. No obstante, se diseñan con mayor detalle en el capítulo dedicado a las instalaciones auxiliares.

La cubierta irá unida a la estructura mediante remaches, evitando así que los paneles queden sueltos y provoquen accidentes.

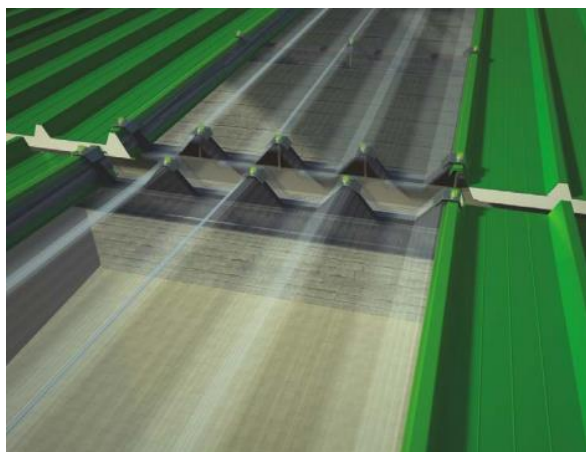


Figura 6.19 Lucernario continuo [41].

6.2.2.4 Cerramiento lateral

El cerramiento lateral se encuentra elevado hasta 8,5 metros de altura hasta encontrarse con la terminación del faldón de cubierta. Este cerramiento está constituido por muros no portantes, y se propone mediante paneles de hormigón armado prefabricado intercalados entre los pilares, que se ensartan en el perfil de estos pilares a modo de ensamblaje.

El objetivo principal de los muros exteriores es proteger el edificio de agentes externos, proporcionar una robustez adecuada, y permitir la impermeabilidad y aislamiento necesarios en la almazara. Estos muros serán de 20 cm de espesor de hormigón, con una lámina de poliestireno expandido de 4 cm a modo de aislante, y revestida para interior con capa de 13 mm de cartón yeso. Contarán con un revestimiento exterior si el promotor lo desea a modo decorativo, como por ejemplo los paneles GRC, los cuales son muy utilizados en la actualidad para imprimir un buen acabado a los muros exteriores.



Figura 6.20 Cerramiento lateral. Placas de hormigón prefabricado [42].

Los muros interiores, que coinciden con paredes compartimentadoras, tendrán las mismas características que los exteriores e irán revestidos de pintura intumescente, y deben cumplir los requisitos constructivos contra incendios marcados en el capítulo destinado a este aspecto.

Por último, estos paneles se sobreelevan un metro con respecto a la cubierta en aquellas zonas donde una pared compartimentadora de sectores de incendio acometa a la cubierta, consiguiendo así una protección pasiva contra incendios adecuada.

6.2.2.5 Suelos

Desde el punto de vista constructivo, las naves deben presentar una solera adecuada para facilitar la construcción de la estructura y de un suelo firme donde el operario pueda desempeñar su tarea, además de atenuar la influencia de humedades provenientes del subsuelo.

En primer lugar, se decide que la solera de las naves A y B consiste en la inclusión de una capa de zahorra en lugar de suelo orgánico ya comentado en el movimiento de tierras, sobre la cual se presenta una capa de hormigón armado de 15 cm aproximadamente, donde se superpone el pavimento correspondiente para cada sala que se detalla a continuación. Esta solución es la responsable del buen funcionamiento del suelo a nivel resistente y aislante.

No se decide incluir un forjado sanitario puesto que el suelo de la parcela no es muy húmedo ni presenta un nivel freático poco profundo, y además estas dos naves están destinadas esencialmente a la molturación del aceite, con la salvedad de algunas salas administrativas.

Sobre esta solera de hormigón armado, se presentan los distintos pavimentos que deben adaptarse a cada zona en función de sus requerimientos. En referencia a la elección de los pavimentos, estos se basan en la normativa que rige el sector agroalimentario conforme a este aspecto.

El Reglamento CE 852/2004 relativo a la Higiene de los productos alimenticios establece en el anexo II, capítulo II los requisitos específicos que deben cumplir los pavimentos en cuanto a higiene industrial se refiere, considerando el establecimiento industrial como un conjunto de salas donde se tratan productos alimenticios: *'las superficies de los suelos deberán mantenerse en buen estado y ser fáciles de limpiar y, en caso necesario, de desinfectar, lo que requerirá el uso de materiales impermeables, no absorbentes, lavables y no tóxicos, a menos que los operadores de empresa alimentaria puedan convencer a la autoridad competente de la idoneidad de otros materiales utilizados. En su caso, los suelos deberán permitir un desagüe suficiente'* [44].

La aplicación del CTE en materia de suelos incluye dos documentos básicos que condicionan las especificaciones de estos en función de la seguridad y salubridad del operario y de la instalación.

El DB HS 1 [45] referido a la Protección frente a humedad, se exige que el suelo de esta planta industrial presente, como mínimo, un grado de impermeabilidad Bajo 1, el cual se corresponde con el nivel más laxo. Esto se debe a que el suelo se apoya sobre un terreno por encima del nivel freático caracterizado por ser arenoso con gravas, es decir, de permeabilidad baja.

No obstante, se recomienda el uso de pavimento de resinas epoxi en las salas de manipulación del aceite (salas de molturación, de envasado y bodega) para atenuar la transmisión de humedad a la superficie, pues no se toma en consideración la construcción de un forjado sanitario.

Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno	
	$K_s > 10^{-5}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
Alta	5	4
Media	4	3
Baja	2	1

Figura 6.21 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos (CTE DB HS 1) [45].

El DB SUA referido a la Seguridad de Utilización y Accesibilidad del establecimiento industrial [46], se determina la resbaladicidad de los distintos suelos del edificio. Aquellos suelos ubicados en zonas interiores húmedas (vestuarios) o con la presencia de algún contaminante que produzca deslizamiento, como el aceite, se clasifican como clase 2 mientras que las zonas administrativas serán de clase 1.

Los suelos de clase 2 incluyen algún pavimento vinílico que facilita el agarre a la vez que la limpieza, y además presenta una pendiente de entre 0 y 6 %. En este caso, va acompañado de sumideros para facilitar la evacuación de fluidos en caso de limpieza o de derrames.

Resistencia al deslizamiento R_d	Clase
$R_d \leq 15$	0
$15 < R_d \leq 35$	1
$35 < R_d \leq 45$	2
$R_d > 45$	3

Figura 6.22 Clasificación de los suelos según su resbaladidad (CTE-DB SUA) [46].

Se opta por incluir revestimientos de resina epoxi ignífuga o con una resistencia al fuego admisible en las zonas de operación, mientras que las administrativas no se requiere esta especificación, sino que se opta por un suelo más vistoso, como por ejemplo solería cerámica de gres, con lámina flexible aislante de polietileno del tipo IMPACTODAN BT de 3 mm de espesor [43].

Además, en las salas de molturación y bodega, se deben tomar en consideración otros aspectos de detalle, como son los siguientes:

- Las esquinas y uniones de suelo-pared deben realizarse con rodapiés que no formen 90°, sino que incluyan un pequeño radio de acometida, para evitar la acumulación de suciedades.
- En las salas de molturación, se incluyen sumideros para recogida de agua con grasas en caso de limpieza de la zona.
- En la bodega, se incluyen cubetos de retención con sumideros que desembocan en una arqueta con bomba portátil para extraer el aceite en caso de derrames.

Tabla 6.6 Características de los suelos.

Zona	Pendiente	Clase	Tipo	Comentarios
Molturación	2 %	2	Resina epoxi	Sumideros
Bodega	0 %	2	Resina epoxi	Cubetos con sumideros
Zonas técnicas	0 %	2	Resina epoxi	-
Vestuarios	2 %	2	Gres cerámico	-
Zonas administrativas	0 %	1	Gres cerámico + lámina de polietileno IMPACTODAN (3 mm)	-

En protección frente al fuego, los suelos presentan una clase C_{FL-s1} (M2) o más favorable según el RSCIEI, que se detalla en el siguiente capítulo [61].

6.2.2.6 Otros

6.2.2.6.1 Estructura interior

En la nave B se construye una estructura para cubrir las salas técnicas y administrativas que constituyen un área

de 1.400 m² con una altura de 3 metros, excepto la sala de calderas a 4 metros de altura.

Esta estructura presenta muros perimetrales coincidentes con los muros de compartimentación de la nave B. Además, se cubre de un falso techo con paneles colgados de la cubierta de la nave (o de una estructura auxiliar si se considera necesario) a la altura estipulada, por los que ubican las tuberías de ventilación, fontanería y electricidad que se consideren necesarias.

En el interior de esta estructura, todas las salas están cerradas mediante muro de obra enfoscado de 12 cm de espesor, en el que se apoyan a su vez los paneles del falso techo. En caso de existir medianeras, éstas serán de cartón yeso de 7 cm de espesor.



Figura 6.23 Falso techo en zonas administrativas [47].

6.2.2.6.2 Huecos

Las naves A y B presentan puertas con especificación EI-45 si éstas están compartimentando dos sectores. En caso contrario, no es necesario que presenten ninguna especificación frente al fuego. También se disponen dos portones metálicos corredera o por abatimiento para desalojar algún depósito de la bodega o alguna tolva de la sala de molturación en caso de avería.

Con respecto a las ventanas, en las salas de molturación se puede proponer alguna ventana para facilitar la ventilación natural, si bien la iluminación está asegurada debido a los lucernarios continuos dispuestos en cubierta.

En la bodega es recomendable no tener efecto lumínico en los depósitos de aceite, pues pueden provocar su calentamiento u otros efectos adversos, por lo que se decide no incluir ventanas o elementos lumínicos naturales, aunque sí se pueden incluir rejillas para facilitar la ventilación natural de este sector.

El resto de zonas técnicas y administrativas contarán con ventanas tanto para facilitar la entrada de luz natural como para la ventilación de las salas. Estas ventanas serán de corredera con marco de aluminio y doble acristalamiento con cámara interior de aire, con el objetivo de mejorar la eficiencia energética.

6.2.3 Nave C

La nave de limpieza tiene la finalidad de cubrir las líneas de limpieza desde las tolvas de recepción hasta la entrada de la aceituna limpia en las tolvas de regulación, no incluídas en esta nave. La nave por tanto debe cubrir una superficie de 32 x 40 m², y presenta una altura progresivamente creciente de 8,5 metros en faldón hasta alcanzar los 10,5 metros en la cornisa, puesto que el elemento más alto de esta zona es la cinta transportadora M-4 que alcanza una cota de 7,2 m.

La nave C se presenta como una marquesina a dos aguas con una pendiente de unos 7°, que está formada por siete pórticos distanciados en 6,64 m en dirección N-S. Cada pórtico se apoya en dos pilares extremos y uno central, asemejando la solución a dos marquesinas a un agua con pilar compartido en el centro. La luz que salva

cada semi-pórtico es de 16 metros, sin presentar cerramiento lateral en ninguna de sus caras.

A modo de resumen, la tabla 6.5 incluye los elementos constructivos de estas naves.

Tabla 6.7 Elementos de Nave C.

Elemento	Definición
Cubierta	Chapa metálica grecada. Acero galvanizado. Espesor 1 mm.
Correas	Acero estructural S-235 (conformado en frío) Perfil ZF-200x2,5
Pórticos	Acero estructural S-275 (laminado en caliente)
Pilares	Perfil HEA-300
Vigas	Perfil HEA-340
Viga de atado	IPE-100
Zapatas	Aisladas rectangulares
Zuncho de atado	Hormigón armado HA-25 Sección 40 x 40 cm ²

6.2.3.1 Cimentación

Se opta por una cimentación superficial en todas las estructuras, pues el terreno presenta una capacidad portante aceptable y el nivel freático se encuentra a una profundidad de cinco metros, lo que implica no considerar necesario el uso de cimentación profunda, siguiendo las indicaciones del estudio geotécnico.

Las naves no soportarán grandes cargas, y a su vez la distancia entre pórticos será la suficiente como para suponer que el mayor aprovechamiento de la cimentación, junto con el cumplimiento de la seguridad estructural, se consigue a través de la cimentación mediante zapatas rectangulares unidas mediante zunchos de atado.

Estas naves de proceso que cuentan con cerramientos laterales presentan sus pilares unidos a zapatas rectangulares a través de placas metálicas de anclaje. Estas zapatas se unen mediante zunchos de atado de hormigón armado HA-25 con sección 40 x 40 cm², según los resultados obtenidos en el software de cálculo.

El dimensionamiento de las zapatas se obtiene con el software y su diseño se obtiene mediante un criterio conservativo. Las zapatas obtenidas se pueden agrupar de la siguiente forma:

- N6: son las zapatas que soportan los pilares intermedios HEA-300 de la nave C.
- N7: son las zapatas que soportan los pilares extremos HEA-300 de la nave C, no compartidos con la nave B.
- N5: son las zapatas compartidas de las naves B y C.
- N8: es la zapata compartida de naves B y C en el pórtico 1, donde recibe una mayor carga de viento frontal.

En la siguiente tabla, se muestran las dimensiones de cada una de las zapatas que soportan la nave C.

Tabla 6.8 Zapatas en Nave C.

Zapata	Área [cm ²]	Profundidad [cm]
N5	350 x 250	100
N6	200 x 380	90
N7	180 x 340	80
N8	350 x 295	100

6.2.3.2 Estructura

La estructura propuesta consiste en una sucesión de pórticos de acero estructural S-275 de 32 metros de luz unidos por correas en cubierta cada 6,64 metros. Estos pórticos no están cerrados lateralmente, y cuentan con un pilar intermedio de apoyo que conecta con la cumbrera para así vencer los 32 metros de luz en dos tramos de 16 m.

Estos pórticos se encuentran acartelados y presentan las mismas características que las naves A y B, esto es, todas las uniones son rígidas y los pórticos se consideran biempotrados. Además, se opta por rigidizar el desplazamiento en el eje Y mediante vigas de atado, como en la solución anterior. Por último, se puede disponer además de cruces de san Andrés para atenuar las cargas en el primer vano si se considera oportuno, tanto en los laterales como en la cubierta.

La solución propuesta se considera la más idónea puesto que permite salvar luces grandes utilizando solamente algunos pilares intermedios, facilitando así el movimiento de los vehículos y el trabajo de las líneas. El uso de cerchas sería una solución adecuada, pero implica un mayor uso de material y por tanto menor ahorro, pero es cierto que evita la disposición de pilares intermedios. No obstante, estos pilares dispuestos adecuadamente no tienen por qué entorpecer el desarrollo de la instalación.

La cubierta presenta una pendiente baja con el objetivo de no imprimir una altura excesiva a los pilares que conectan con la cumbrera, pero a su vez se facilite la evacuación de pluviales. Por ello, se considera una pendiente de unos 7° en cubierta.

Los pórticos se diseñan con pilares HEA-300 y vigas HEA-340, cuyo mayor canto se debe a la luz considerable que deben soportar sumado a las cargas aplicadas en cubierta.

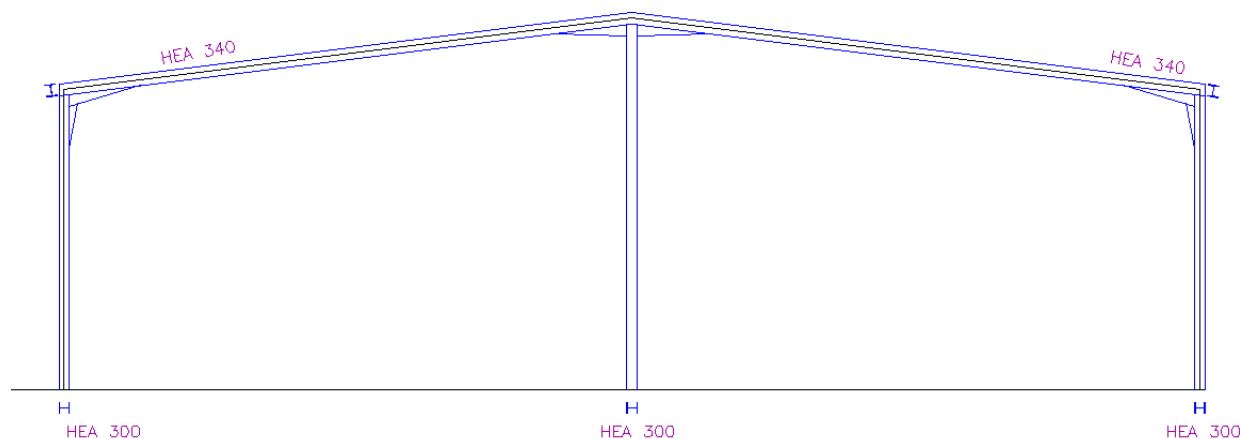


Figura 6.24 Modelos de pórticos de nave C.

También se disponen correas cada 1,20 metros en proyección horizontal en la cubierta, cuyo objetivo es unir los distintos pórticos (al igual que las vigas de atado) y transmitir las cargas de cubierta hasta los pórticos. Estas correas son de acero conformado en frío S-235, con una longitud de 6,64 metros y con un perfil ZF 200-2,5.

Tabla 6.9 Dimensiones Nave C.

Nº de pórticos	7
Luz	32 m (16+16)
Altura a faldón	8,50 m
Inclinación cubierta	7°
Altura a cumbrera	10,50 m
Distancia ...	
entre pórticos	6,64 m
entre correas (en p.h.)	1,20 m

6.2.3.3 Cubierta

La cubierta de esta nave tiene la única función de servir como cubrición tanto para máquinas como para operarios, con el objetivo de evitar la entrada de agua en la zona de limpieza, es decir, proveer de impermeabilidad a los elementos que cubre.

Ya que no es necesario imprimir de aislamiento térmico o luminosidad a la zona interior, se opta por incluir listones de perfil metálico grecado translúcido realizado con acero galvanizado y pre-lacado de 1 mm de espesor, con un peso estimado de 6 kg/m². Estos listones deben ir atornillados a la estructura, dando la importancia requerida a este detalle para evitar potenciales vuelos de los listones.



Figura 6.25 Chapa metálica de cubrición [48].

6.2.3.4 Cerramiento lateral

Puesto que este edificio se puede considerar una nave abierta destinada al trasiego de vehículos pesados, no es necesario el uso de cerramientos laterales, por lo que sólo incluye una cubierta que será de un material ligero e

impermeable.

Sí que se opta por incluir un peto de chapa metálica que cuelga desde los dinteles en todas las caras de la nave con unos dos metros de longitud, con el objetivo de servir como escudo ante las cargas de succión provocadas por el viento y atenuar de cierta forma estas cargas que pueden provocar el levantamiento de alguna zona de la cubierta. Este peto presenta las mismas especificaciones que el material de cubrición.

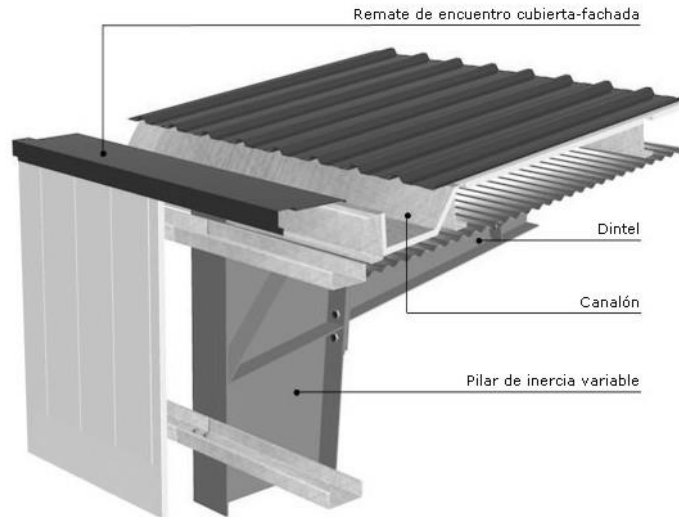


Figura 6.26 Descripción del peto de chapa [49].

6.2.3.5 Suelos

Esta nave está transitada constantemente por vehículos pesados y además no presenta cerramientos laterales, puesto que su única función es la cubrición de la maquinaria de su interior. Esto implica que no se implante una solera especial para los procesos llevados a cabo, sino que tendrá el pavimento correspondiente al resto de zonas abiertas de la parcela.

Los pavimentos utilizados para el trasiego de vehículos en la instalación se determina conforme a la Norma 6.1-IC destinada a las Secciones de Firmes [50].

Con una categoría de explanada E1 en función del módulo de compresibilidad de carga, esta explanada propuesta presenta 60 cm de espesor de suelo seleccionado, siguiendo la figura 6.27.

Las zonas de trasiego de remolques presentan un tráfico de menos de 50 remolques diarios, por esto se considera que la instalación presenta una categoría de tráfico pesado T41.

Para la sección de firme, siguiendo la tabla 6.28, se propone implantar una capa de 20 cm de zahorra a la que se superpone otra capa de 20 cm de hormigón con fibras HF35S20IIb. Esta solución es más resistente y por tanto presenta una mayor durabilidad que los firmes de mezcla bituminosa, evitando el agrietamiento prematuro debido al constante paso de remolques y al desgaste que producen las maniobras de estos vehículos pesados sobre el pavimento.

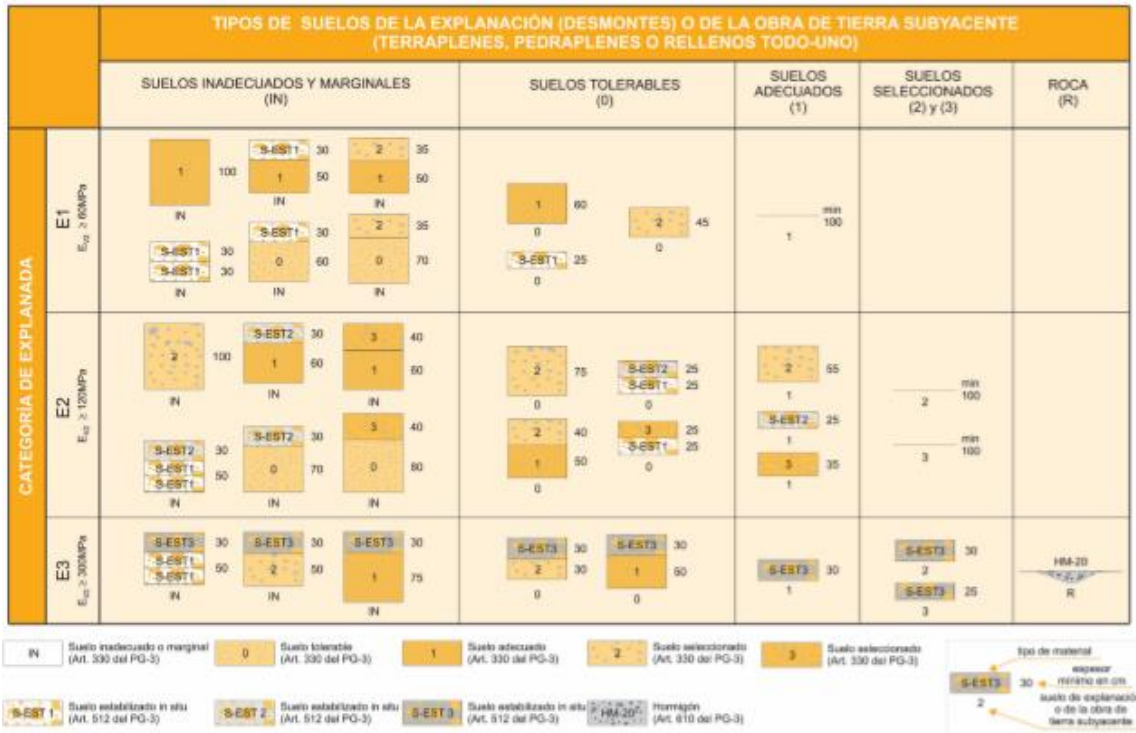


FIGURA 1. FORMACIÓN DE LA EXPLANADA

Figura 6.27 Diseño de explanada [50].

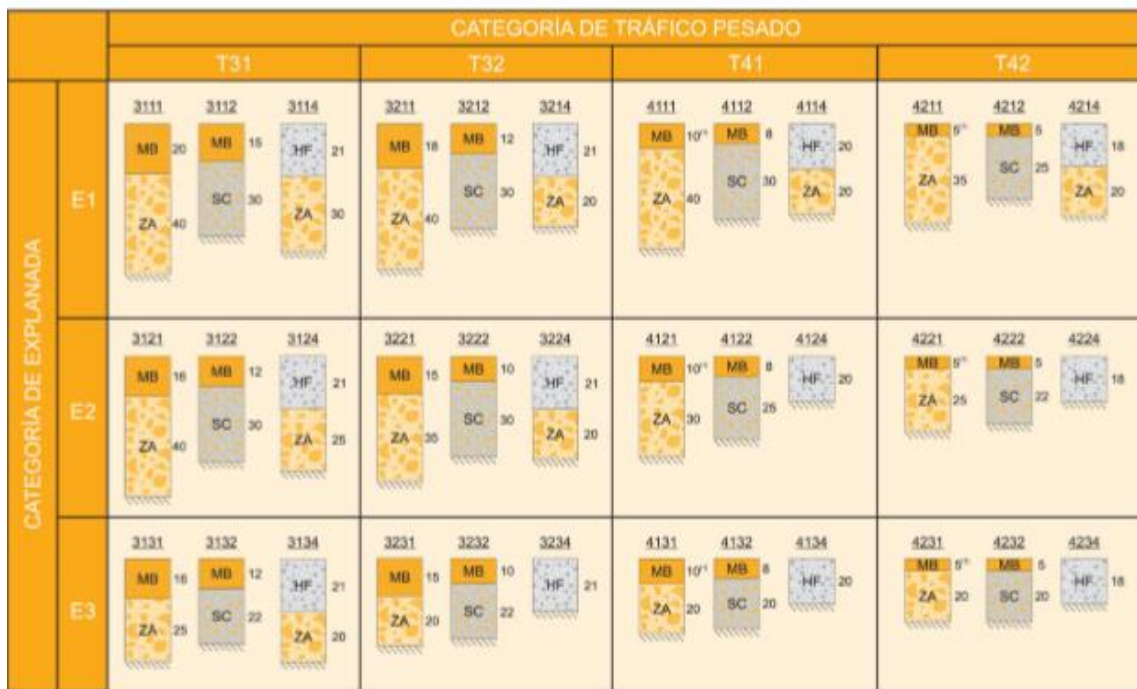


Figura 6.28 Diseño del firme [50].

6.2.4 Sótano

El sótano estará formado por tres compartimentos, correspondientes a cada una de las tolvas de recepción, unidos mediante un pasillo. Este sótano se realiza mediante muros perimetrales de hormigón armado por sus dos caras, con un espesor estimado de 30 cm, que deben soportar las cargas del terreno. Todo el sótano presenta una altura libre de unos 2,5 metros.

Los compartimentos presentan un ancho de 1,60 metros, suficientes para incluir un pasillo para el trabajo del operario de 80 cm, y otros 80 cm para la colocación de la cinta M-1. Además, los muros harán de molde con las tolvas de recepción, acogiendo su marco con un cajón para que se puedan apoyar en estos.

Estos compartimentos se encuentran techados con el único objetivo de permitir el paso de vehículos por encima en caso de que se estime oportuno, es decir, se incluye una cubrición con láminas metálicas lo suficientemente resistentes, que se apoyan en unas vigas metálicas. Estas vigas estarán apoyadas a su vez en un cajón formado por el muro de hormigón, pudiendo ser un entramado desmontable.

En lo que respecta al pasillo que une los tres compartimentos, éste irá al descubierto, presenta un ancho de 80 cm y una altura de 3 metros, y se accede a él por escaleras en sus extremos. Se debe incluir una barandilla para proteger a los usuarios de una potencial caída.

Con respecto al suelo, se colocará una solera de hormigón armado al igual que se realizó en las naves A y B, que puede ir revestida de una lámina de polietileno que imprima impermeabilidad.

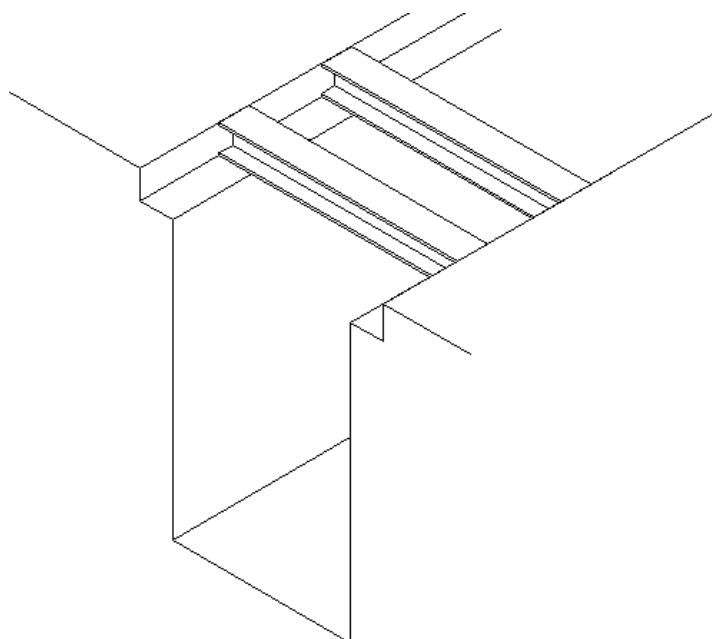


Figura 6.29 Sistema de cubrición del sótano.

6.3 Estimación de cargas

Para el cálculo de las cargas que debe soportar las estructuras, se utiliza el CTE y un catálogo de perfiles de acero. A continuación, se muestra la estimación de las cargas sobre cubierta que más tarde se aplicarán en un programa de cálculo estructural y se obtendrán las conclusiones pertinentes, reflejadas con la selección de perfiles estructurales. En particular, la normativa y herramientas utilizadas serán las siguientes:

- Para la estimación de las hipótesis de cargas sobre la estructura, se utiliza el CTE DB SE-AE referido a Seguridad Estructural, Acciones en la Edificación [51].
- Para la obtención de los esfuerzos de la estructura y el perfil adecuado, se hará uso del software de

cálculo estructural CYPE [52].

- Para la comprobación de la seguridad de la estructura atendiendo a los Estados Límite, se utilizan el CTE DB SE-A referido a Estructuras de Acero [53], y la Instrucción de Acero Estructural (EAE) [54].
- En todo este apartado se hace uso del catálogo de perfiles en H definido anteriormente [39].
- Además, se utiliza un catálogo de perfiles de correas en Z del proveedor ACH [55].

Tras estas consideraciones generales para todas las estructuras, se procede al dimensionamiento.

6.3.1 Naves A y B

6.3.1.1 Definición de cargas

Siguiendo el Código Técnico – DB SE-AE [51], la estructura está sometida a las siguientes cargas.

6.3.1.1.1 Acciones permanentes

La única acción permanente que interviene es el peso propio de la cubierta. No se tienen en cuenta aquellas acciones debidas al pretensado o derivadas de la interacción con el terreno.

Siguiendo la normativa recogida en el CTE DB-HE referido al Ahorro de Energía [56], se refleja que las instalaciones industriales que presentan una construcción de más de 3000 m² deben proveerse de una instalación de placas solares.

El peso de la cubierta total deriva de tres elementos.

- El material de cubrición, que son paneles sándwich de 40 mm de espesor, con un peso estimado de 13 kg/m². [40]
- Las placas solares, que presentan un peso propio estimado de 13 kg/m². [57]
- El peso de las correas, que dependen de la sección provista. En este aspecto, se propone un perfil ZF-200x2,0 con un peso estimado de 6 kg/m. [55]

Esto hace un total de 29,30 kg/m², que se sobredimensiona en 32 kg/m².

6.3.1.1.2 Acciones variables

Las acciones variables que se consideran son el viento, la nieve, la sobrecarga de uso y las acciones térmicas.

- La carga de nieve en Andújar se estima en 0,2 kN/m², considerando que la sobrecarga de nieve sobre terreno horizontal s_k es de 0,2 kN/m² y el coeficiente de forma de la cubierta μ tendrá el valor de 1.
- La sobrecarga de uso es de 0,4 kN/m², ya que todas las naves de la instalación se clasifican en el grupo G1, como cubierta ligera sobre correas, sólo accesible para mantenimiento. La aplicación de esta carga es no concomitante con el resto de las acciones variables.
- La carga de viento se distribuye en cubierta con distinta incidencia. Estas cubiertas se proponen a dos aguas con inclinación de 10° y una incidencia lateral del viento de 0°. Se debe tomar en consideración la existencia de cerramientos en cada una de las naves.
- Las cargas térmicas no se van a considerar puesto que se disponen juntas de dilatación cada 40 metros como máximo.

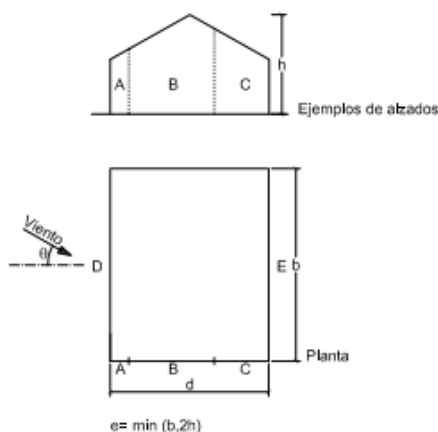
Con la estimación de la carga de viento se deben realizar algunas consideraciones.

- La carga de viento en los paramentos laterales de la nave se decide en el CTE-DB SE-AE, tabla D.3.
- La carga de viento en cubierta se define en la tabla D.6 del mismo Documento Básico, referida en este

caso a naves a dos aguas. La carga varía en función de la superficie de aplicación.

Tras definir de forma generalizada el valor de la carga de nieve y sobrecarga de uso, que son independientes de la tipología del edificio en cuestión, se definen las cargas de viento.

Comenzando por la influencia del viento como carga lateral sobre los paramentos verticales de la nave, y atendiendo a la tabla D.3 del Documento Básico, se presentan las siguientes conclusiones.



A (m ²)	h/d	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	"	-0,3

Figura 6.30 Coeficiente de presión en paramentos verticales. Nave a dos aguas [51].

Para la estimación de la carga lateral de viento en los paramentos en ejes Y-Z, se utiliza el valor más desfavorable de coeficiente de presión, que en este caso es el que aparece en la zona D, es decir, en el muro lateral de la nave en cuestión. Las cargas presentan la siguiente expresión.

$$q = \gamma_V \times q_b \times c_e \times c_p \tag{6-1}$$

Donde:

- q: carga superficial total, en kg/m².
- γ_V : coeficiente de mayoración en carga de viento desfavorable.
- q_b : presión dinámica del viento, en kg/m².
- c_e : coeficiente de exposición.
- c_p : coeficiente de presión.

$$q = 1,5 \times 0,5 \times 1,8 \times 0,7 = 94,5 \frac{kg}{m^2} \text{ en muros laterales}$$

La carga de viento frontal se calcula con el mismo procedimiento pero cambiando los ejes de aplicación, en este caso los paramentos presentan ejes X-Z. El valor más desfavorable es idéntico a la estimación anterior, pero ahora se aplica a los cerramientos frontales.

$$q = 1,5 \times 0,5 \times 1,8 \times 0,7 = 94,5 \frac{kg}{m^2} \text{ en muros frontales}$$

Como conclusión, la siguiente figura muestra la aplicación de las cargas de viento lateral y frontal en una nave genérica como puedan ser las de este proyecto, atendiendo a las dos hipótesis propuestas: viento en dirección O-E y viento en dirección S-N.

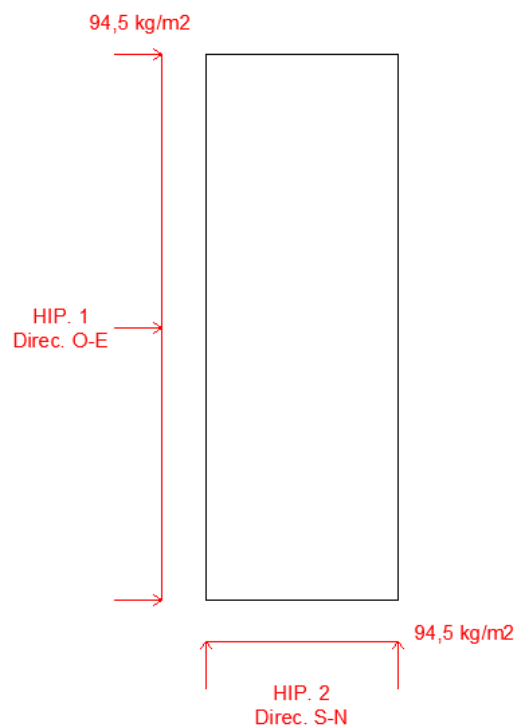
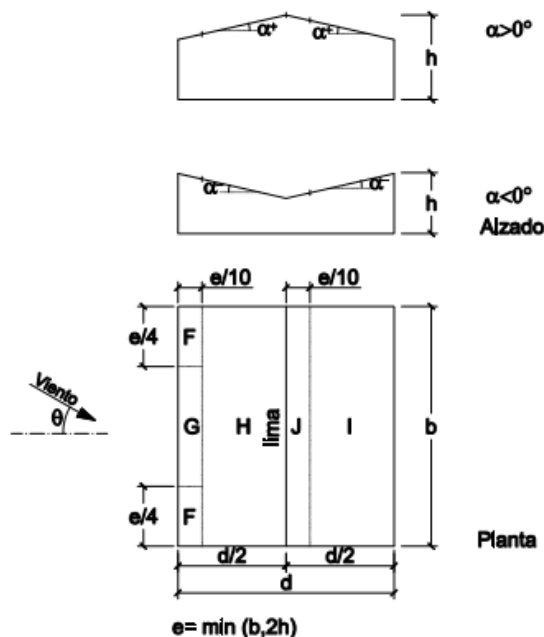


Figura 6.31 Hipótesis de viento lateral y frontal sobre cerramiento.

En cuanto a la acción del viento en la cubierta, se atiende a la tabla D.6 destinada al cálculo de cargas de viento en naves a dos aguas. En este caso, la pendiente de ambas naves es 10°.



Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura)				
		F	G	H	I	J
-45°	≥ 10	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1
	≤ 1	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1,5
-30°	≥ 10	-1,1	-0,8	-0,8	-0,6	-0,8
	≤ 1	-2	-1,5	-0,8	-0,6	-1,4
-15°	≥ 10	-2,5	-1,3	-0,9	-0,5	-0,7
	≤ 1	-2,8	-2	-1,2	-0,5	-1,2
-5°	≥ 10	-2,3	-1,2	-0,8	0,2	0,2
	≤ 1	-2,5	-2	-1,2	-0,6	-0,6
5°	≥ 10	-1,7	-1,2	-0,6	-0,6	0,2
	≤ 1	+0,0	+0,0	+0,0	-0,6	-0,6
15°	≥ 10	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1
	≤ 1	0,2	0,2	0,2	+0,0	+0,0
		-2	-1,5	-0,3	-0,4	-1,5
		0,2	0,2	0,2	+0,0	+0,0

Figura 6.32 Coeficiente de presión para cubiertas. Nave a dos aguas [51].

Las cargas más desfavorables son aquellas a presión, por lo que será el modelo considerado, pues estas se sumarán a las cargas de peso propio de la estructura y a las demás cargas variables. En función de la zona de la cubierta, se obtendrán diferentes valores de carga incluidos en los resultados siguientes.

Tabla 6.10 Carga de viento en cubierta.

Zona	C _p	Carga q _v [kg/m ²]
F, G, H	0,1	9
J, I	-0,3	-27

6.3.1.1.3 Acciones accidentales

Las acciones accidentales consideradas son los sismos, los accidentes y los incendios.

- Siguiendo la NCSE-02 [58], las cargas sísmicas no son de aplicación puesto que se considera que esta instalación es de importancia moderada y la aceleración sísmica básica en Andújar es de 0,05g, lo que implica que, al estar por debajo de 0,08g, no se aplique la fuerza por sismo según el apartado 1.2.3. de dicha normativa.
- Incendios
- Impacto vehículos

Estas acciones no se toman en consideración para el cálculo de la carga aplicada en la estructura, por lo que no aparecerán en adelante.

6.3.1.2 Comprobación de Correas

6.3.1.2.1 Hipótesis de carga

El cálculo de la carga sobre las correas se estima siguiendo el criterio de Estado Límite Último en situaciones transitorias, conforme a la siguiente expresión particularizada para este.

$$q = \gamma_{PP} \times PP + \sum \gamma_{ND} \times \Psi_{ND} \times ND + \gamma_D \times D \quad (6-2)$$

Se deben considerar las siguientes hipótesis, en función de la carga variable que se considere determinante.

- HIPÓTESIS 1: viento determinante.

$$q = \gamma_{PP} \times PP + \gamma_V \times V + \gamma_N \times \Psi_N \times N \quad (6-3)$$

$$q = 1,35 \times 32 \frac{kg}{m^2} + 1,5 \times V + 1,5 \times 0,5 \times 20 \frac{kg}{m^2} \quad \text{si viento desfavorable}$$

$$q = 1,35 \times 32 \frac{kg}{m^2} + 0 \times V + 1,5 \times 0,5 \times 20 \frac{kg}{m^2} \quad \text{si viento favorable}$$

El valor del viento depende de la zona de aplicación:

$$V = 9 \frac{kg}{m^2} \rightarrow q = 71,7 \frac{kg}{m^2} \quad \text{en zonas F, G, H}$$

$$V = -27 \frac{kg}{m^2} \rightarrow q = 58,2 \frac{kg}{m^2} \quad \text{en zonas I, J}$$

- HIPÓTESIS 2: sobrecarga de uso determinante.

Esta carga es no concomitante con el resto de acciones variables.

$$q = \gamma_{PP} \times PP + \gamma_{SC} \times SC \quad (6-4)$$

$$q = 1,35 \times 32 \frac{kg}{m^2} + 1,5 \times 40 \frac{kg}{m^2} = 103,2 \frac{kg}{m^2}$$

- HIPÓTESIS 3: nieve determinante.

$$q = \gamma_{PP} \times PP + \gamma_N \times N + \gamma_V \times \Psi_V \times V \quad (6-5)$$

$$q = 1,35 \times 32 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 1,5 \times 20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 1,5 \times 0,6 \times 9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 81,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \text{ con viento desfavorable}$$

$$q = 1,35 \times 32 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 1,5 \times 20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 0 \times 0,6 \times 9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 73,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \text{ con viento favorable}$$

La situación más desfavorable se produce en la Hipótesis 2, es decir, con Sobrecarga de Uso como acción determinante. El valor de la carga en cubierta será $103,2 \text{ kg/m}^2$.

6.3.1.2.2 Diagrama de esfuerzos

En esta comprobación, se propone que las correas están simplemente apoyadas, siguiendo un criterio más conservativo que en el software, que aproxima a un modelo de viga continua de tres vanos. De esta forma, se observará que las correas cumplen con los Estados Límite principales.

La carga lineal que soporta una correa es equivalente a la carga superficial de la cubierta (sin el peso de las correas, es $94,32 \text{ kg/m}^2$) multiplicada por la superficie que cubre cada correa, es decir, la distancia entre correas que resulta ser 1,80 metros aproximadamente.

El diagrama de esfuerzos de las correas será el siguiente.

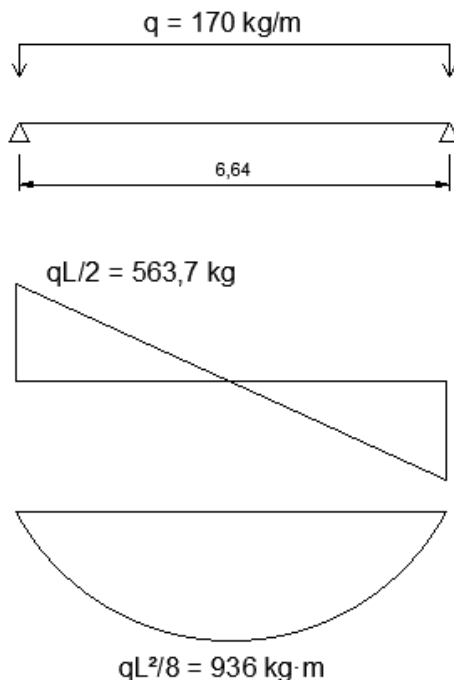


Figura 6.33 Diagrama de esfuerzos de las correas.

6.3.1.2.3 Comprobación Estados Límite

Para el cálculo en Cype, se propone que las correas sean continuas cada tres vanos. De esta forma, el software proporciona un perfil ZF 200-2, en cumplimiento con los Estados Límite de las correas.

6.3.1.2.3.1 Estado Límite de Servicio en Flecha

Debe cumplir la siguiente desigualdad.

$$s_{Ed} \leq s_{adm} \quad (6-6)$$

La flecha máxima admisible en la correa se calcula con la siguiente expresión.

$$s_{adm} = \frac{L}{250} \quad (6-7)$$

$$s_{adm} = \frac{6,64 \text{ m}}{250} = 2,65 \text{ cm}$$

Para un modelo de viga biapoyada, la flecha máxima estimada es la siguiente.

$$s_{Ed} = \frac{5 q L^4}{384 E I_x} \quad (6-8)$$

$$s_{Ed} = \frac{5 \times 0,9432 \frac{\text{kg}}{\text{cm}} \times 664^4 \text{ cm}^4}{384 \times 2100000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 463,32 \text{ cm}^4} = 2,45 \text{ cm}$$

Cumple el criterio.

6.3.1.2.3.2 Estado Límite Último de Resistencia a Flexión (eje X)

Debe cumplir la siguiente desigualdad.

$$M_{Ed} \leq M_{c,Rd} \quad (6-9)$$

Donde

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6-10)$$

$$M_{c,Rd} = \frac{45,8 \text{ cm}^3 \times 2350 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{1,05} = 1.025 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$936 \text{ kg} \cdot \text{m} \leq 1.025 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Por tanto, cumple. Este criterio es más restrictivo que el ELU a cortante, por lo que su cumplimiento será válido para ambos criterios.

6.3.1.2.3.3 Estado Límite Último de Resistencia a Cortante (eje Z)

Debe cumplir la siguiente desigualdad.

$$V_{Ed} \leq V_{c,Rd} \tag{6-11}$$

Donde

$$V_{c,Rd} = \frac{h_w \times f_{bv} \times t}{\gamma_{M0} \times \sin \theta} \tag{6-12}$$

$$V_{c,Rd} = \frac{\frac{20 \text{ cm}}{\sin 90} \times 1213,32 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 0,2 \text{ cm}}{1,05} = 4.622,2 \text{ kg}$$

Donde f_{bv} es la resistencia a cortante tomando en consideración el pandeo, con valor $1213,32 \text{ kg/cm}^2$, que depende de una serie de parámetros especificados en el Documento Básico [53] para un perfil en Z.

$$563,67 \text{ kg} \leq 4.622,2 \text{ kg}$$

Cumple este criterio.

6.3.1.3 Comprobación de Pórticos

6.3.1.3.1 Hipótesis de carga

El estudio de los pórticos de las naves A y B se realiza diferenciando dos situaciones:

- Estudio de pórticos acartelados con perfil HEA-300 (excepto pilares intermedios, HEA-220).
- Estudio de pórticos de cerramiento o compartimentación, a modo de paños con cinco pilares intermedios, con perfil HEA-240.

Mediante un análisis previo basado en la observación de las cargas, existen dos hipótesis que resultan más desfavorables para el cálculo de la estructura. En primer lugar, la hipótesis de SC determinante estima una mayor carga vertical, y por tanto debería resultar en unos mayores esfuerzos en las vigas y axiles en pilares. Por otro lado, el criterio de viento determinante debería causar un mayor cortante y flector en los pilares, al incidir lateralmente en estos, afectando a su estabilidad.

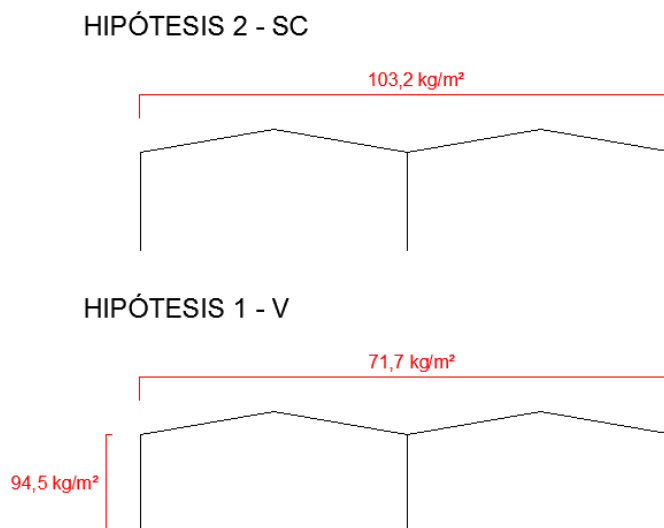


Figura 6.34 Cargas aplicadas en el plano X-Z.

Una vez estudiados los diagramas de esfuerzos en ambas hipótesis, resulta notorio comentar que la hipótesis 2 es mucho más desfavorable y esto se debe a dos motivos principales. El primero de ellos, implica que la carga es mayor en cubierta, por tanto, los esfuerzos en cubierta son mayores.

El segundo, en relación con los pilares, en un primer análisis se llega a plantear que la incidencia del viento causaría unos mayores esfuerzos en estos. Este planteamiento resulta erróneo, pues de alguna forma estas cargas de viento se compensan con el resto de cargas de la estructura, de forma que los pilares sufren mayores esfuerzos cuando están sometidos a la hipótesis de sobrecarga determinante.

6.3.1.3.2 Pórticos acartelados – Diagrama de esfuerzos

La primera comprobación se realiza de forma general para los pórticos acartelados, con perfiles HEA-300 y HEA-220 para pilares intermedios.

Se presenta una situación curiosa, y es que la hipótesis de viento es siempre más favorable que la sobrecarga, incluso el viento lateral de los pilares no es tan desfavorable, ya que las cargas de una forma u otra se compensan, por lo que todos los diagramas de esfuerzos se realizan conforme a la hipótesis de sobrecarga.

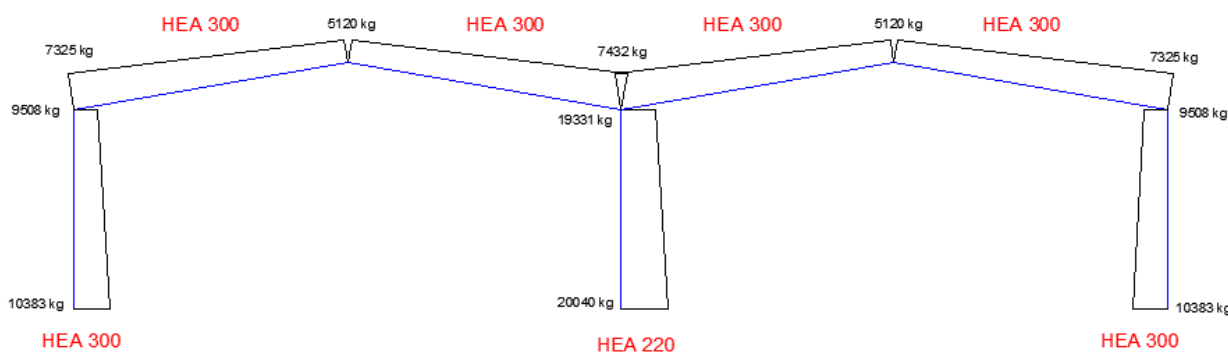


Figura 6.35 Diagrama de ejes.

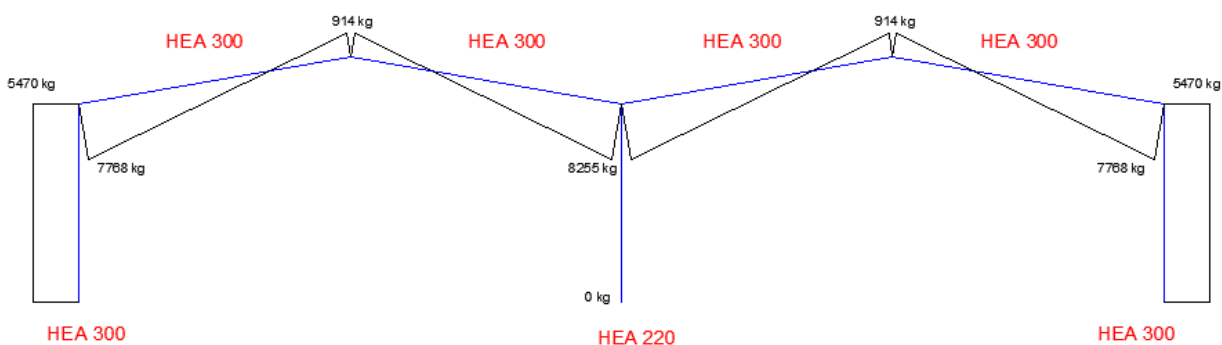


Figura 6.36 Diagrama de cortantes.

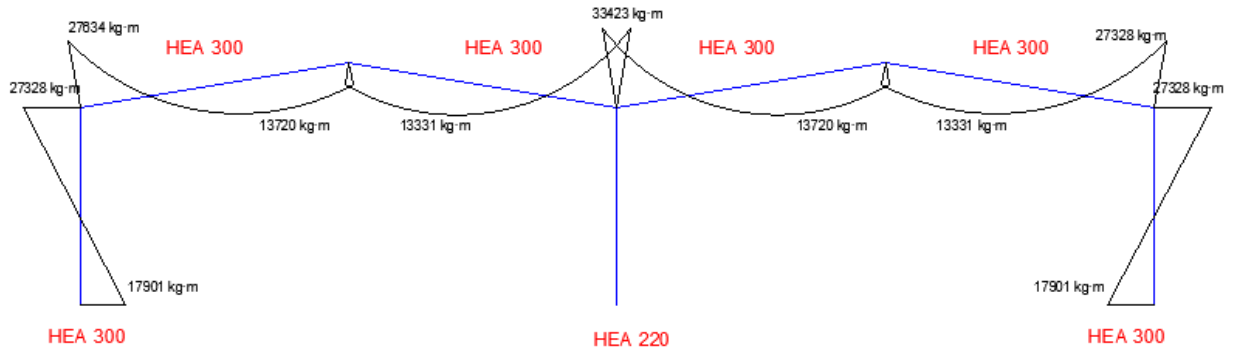


Figura 6.37 Diagrama de flectores.

6.3.1.3.3 Pórticos acartelados – Comprobación Estados Límite

A continuación, se procede a comprobar que el dimensionamiento de los perfiles para los pórticos acartelados ha sido adecuado, a través de los Estados Límite de esta estructura. Sólo se incluyen los Estados Límite que son de importancia porque pueden comprometer la resistencia o estabilidad de la estructura.

El cálculo se ha realizado para la Hipótesis 2 referente a Sobrecarga de Uso como acción determinante, como se explicó en el apartado anterior.

6.3.1.3.3.1 Estado Límite Último de Resistencia a Compresión

Para cada barra del pórtico, se debe cumplir la siguiente desigualdad.

$$N_{Ed} \leq N_{c,Rd} \quad (6-13)$$

Donde

$$N_{c,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6-14)$$

- Pilar extremo HEA-300.

$$N_{c,Rd} = \frac{112,5 \text{ cm}^2 \times 2750 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{1,05} = 294.642,85 \text{ kg}$$

$$10.383 \text{ kg} \leq 294.642 \text{ kg} \quad \text{Cumple.}$$

- Vigas HEA-300.

$$7.432 \text{ kg} \leq 294.642 \text{ kg} \quad \text{Cumple.}$$

- Pilar intermedio HEA-220.

$$N_{c,Rd} = \frac{64,3 \text{ cm}^2 \times 2750 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{1,05} = 168.404,75 \text{ kg}$$

$$20.040 \text{ kg} \leq 168.404,75 \text{ kg} \quad \text{Cumple.}$$

6.3.1.3.3.2 Estado Límite Último de Estabilidad a Pandeo

Para cada barra del pórtico, se debe cumplir la siguiente desigualdad.

$$N_{Ed} \leq N_{b,Rd} \quad (6-15)$$

Donde

$$N_{b,Rd} = X \frac{A f_y}{\gamma_{M1}} \quad (6-16)$$

Sólo se realizará este estudio por compresión si no se cumple el siguiente enunciado.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{cr}} \leq 0,04 \quad (6-17)$$

Donde

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 E I}{(\beta L)^2} \quad (6-18)$$

con $\beta = 0,5$ al ser barras biempotradas

- Pilar HEA-300

Siendo el eje Z aquel más propenso al pandeo al tener un axil crítico más bajo.

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \times 2100000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 6310 \text{ cm}^4}{(0,5 \times 8,5)^2 \text{ m}^2} = 724.053 \text{ kg}$$

$$\frac{10.383}{724.053} \leq 0,04$$

No requiere comprobación a pandeo.

- Vigas HEA-300

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \times 2100000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 6310 \text{ cm}^4}{(0,5 \times 11,83)^2 \text{ m}^2} = 373.800 \text{ kg}$$

$$\frac{7.432}{373.800} \leq 0,04$$

No requiere comprobación a pandeo.

- Pilar HEA-220

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \times 2100000 \frac{kg}{cm^2} \times 1955 cm^4}{(0,5 \times 8,5)^2 m^2} = 224.333 kg$$

$$\frac{20.040}{224.333} > 0,04$$

Requiere comprobación a pandeo en eje Z que es el eje débil. Aplicando la ecuación (6-16) se obtiene

$$N_{b,Rd} = 0,95 \frac{64,3 cm^2 \times 2750 \frac{kg}{cm^2}}{1,05} = 160.000 kg$$

Donde X es el coeficiente de reducción por pandeo, con valor 0,95. Se obtiene mediante una sucesión de expresiones recogidas en la EAE [54].

$$\lambda = 0,89 \rightarrow \alpha_z = 0,34 \rightarrow \phi = 0,58 \rightarrow X_z = 0,95$$

$$20.040 kg \leq 160.000 kg \quad \text{Cumple.}$$

6.3.1.3.3 Estado Límite Último de Resistencia a Flexión (eje Y)

Debe cumplir la inecuación (6-9). Aplicando la expresión (6-10) se obtienen los siguientes resultados.

- Pilar extremo HEA-300.

$$M_{c,Rd} = \frac{1383 cm^3 \times 2750 \frac{kg}{cm^2}}{1,05} = 36.222 kg \cdot m$$

$$27.328 kg \cdot m \leq 36.222 kg \cdot m$$

- Vigas HEA-300.

$$27.634 kg \cdot m \leq 36.222 kg \cdot m$$

No se considera necesario comprobar el ELU a flexión en eje Z puesto que este valor es muy pequeño.

6.3.1.3.4 Estado Límite Último de Estabilidad por Pandeo Lateral (eje Y)

Debe cumplir la siguiente inecuación.

$$M_{Ed} \leq M_{b,Rd} \quad (6-19)$$

Donde

$$M_{b,Rd} = X_{LT} \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M1}} \quad (6-20)$$

Sólo se realizará este estudio por flexión si no se cumple el siguiente enunciado.

$$\frac{M_{Ed}}{M_{cr}} \leq 0,16 \quad (6-21)$$

Donde

$$M_{cr} = c_1 \frac{\pi^2 E I_z}{L^2} \sqrt{\frac{I_w L^2 G I_t}{I_z \pi^2 E I_z}} \quad (6-22)$$

Siguiendo la EAE [54].

- Pilar extremo HEA-300.

$$\frac{27.328 \text{ kg} \cdot \text{m}}{8.674.352 \text{ kg} \cdot \text{m}} \leq 0,16$$

No requiere comprobación a pandeo lateral.

- Vigas HEA-300.

$$\frac{27.634 \text{ kg} \cdot \text{m}}{4.306.816 \text{ kg} \cdot \text{m}} \leq 0,16$$

No requiere comprobación a pandeo lateral.

6.3.1.3.3.5 Estado Límite Último de Resistencia a Cortante (eje Z)

Debe cumplir la inecuación (6-11) donde

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \times f_y / \sqrt{3}}{\gamma_{M0}} \quad (6-23)$$

$$A_v = A - 2 b t_f + t_f (t_w + 2r) \quad (6-24)$$

- Pilar extremo HEA-300.

$$A_v = 113 - 2 \times 30 \times 1,4 + 1,4 (0,85 + 2 \times 2,7) = 37,75 \text{ cm}^2$$

$$V_{c,Rd} = \frac{37,75 \text{ cm}^2 \times 2750 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} / \sqrt{3}}{1,05} = 57.082 \text{ kg}$$

$$5.470 \text{ kg} \leq 57.082 \text{ kg} \quad \text{Cumple.}$$

- Vigas HEA-300.

$$8.255 \text{ kg} \leq 57.082 \text{ kg} \quad \text{Cumple.}$$

No se considera necesario comprobar el ELU a cortante en eje Y puesto que este valor es cercano a cero.

6.3.1.3.3.6 Estado Límite Último de Resistencia a Interacción Flector(Y) + Cortante(Z)

En ninguno de los casos es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que V_{ed} no es superior al 50% de $V_{c,Rd}$. Por tanto, se cumple este criterio.

6.3.1.3.3.7 Estado Límite Último de Resistencia a Interacción Flector(Y) + Axil

Como criterio aproximado y conservativo, se comprueba su cumplimiento mediante la siguiente expresión.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1 \tag{6-25}$$

- Pilar extremo HEA-300.

$$\frac{10.833}{294.642} + \frac{27.328}{36.222} + 0 = 0,791 \leq 1 \quad \text{Cumple.}$$

- Vigas HEA-300.

$$\frac{7.432}{294.642} + \frac{27.634}{36.222} + 0 = 0,788 \leq 1 \quad \text{Cumple.}$$

- Pilar HEA-220.

No requiere comprobación pues los flectores existentes son despreciables.

6.3.1.3.3.8 Estado Límite Último – Interacción Flector + Axil + Cortante

En ninguno de los casos es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que V_{ed} no es superior al 50% de $V_{c,Rd}$. Por tanto, se cumple este criterio.

6.3.1.3.4 Pórticos con pared – Diagrama de esfuerzos

A semejanza de los pórticos acartelados, se obtienen los diagramas de esfuerzos para los pórticos con muro ensartado para la hipótesis de sobrecarga de uso, cuyas barras presentan todas un perfil HEA-240.

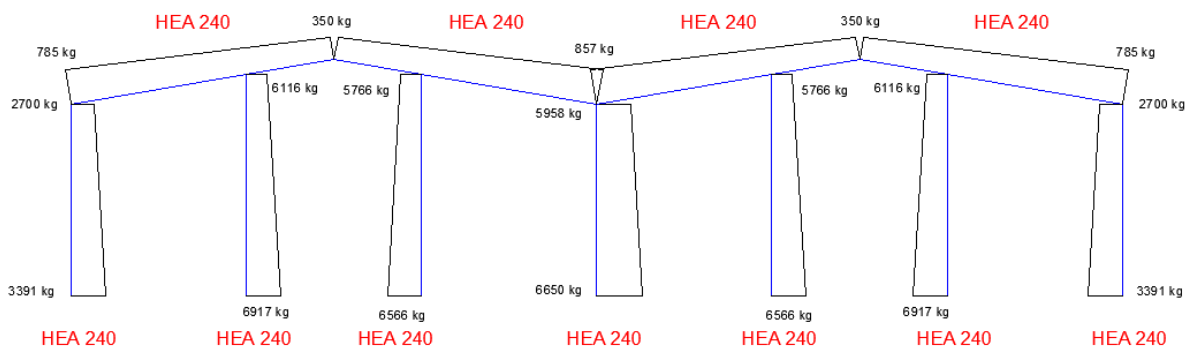


Figura 6.38 Diagrama de axiles.

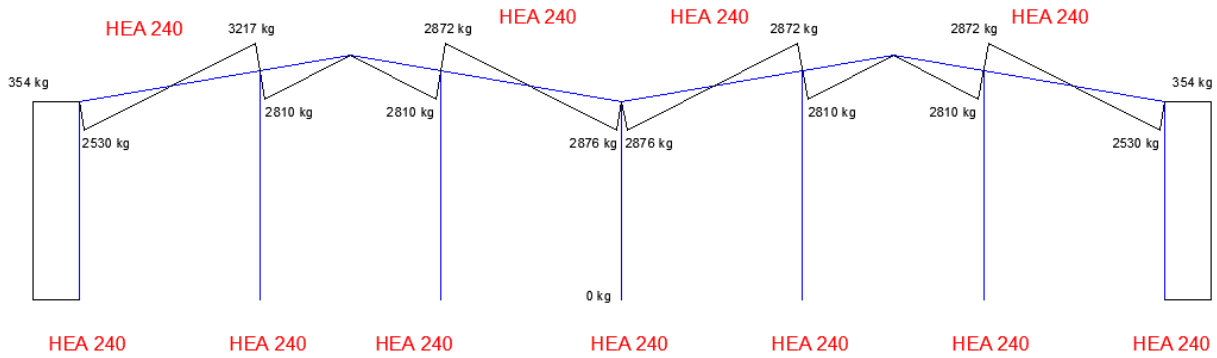


Figura 6.39 Diagrama de cortantes.

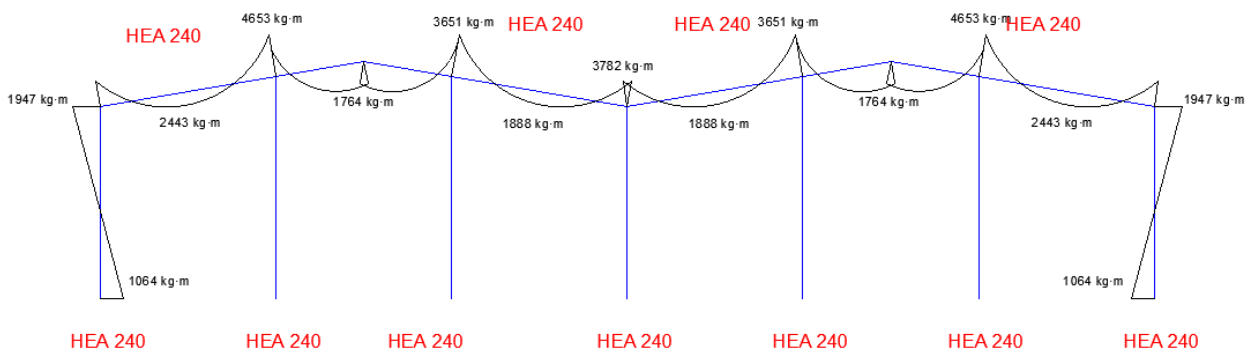


Figura 6.40 Diagrama de momentos.

6.3.1.3.5 Pórticos con pared – Comprobación Estados Límite

ha sido adecuado, a través de los Estados Límite de esta estructura. Sólo se incluyen los Estados Límite que son de importancia porque pueden comprometer la resistencia o estabilidad de la estructura.

6.3.1.3.5.1 Estado Límite Último de Resistencia a Compresión

Para cada barra del pórtico, se debe cumplir la desigualdad (6-13). Aplicando la ecuación (6-14).

- Pilares HEA-240.

$$N_{c,Rd} = \frac{60,4 \text{ cm}^2 \times 2750 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{1,05} = 158.190,48 \text{ kg}$$

$$6.917 \text{ kg} \leq 158.190,48 \text{ kg} \quad \text{Cumple.}$$

- Vigas HEA-240.

$$785 \text{ kg} \leq 158.190,48 \text{ kg} \quad \text{Cumple.}$$

6.3.1.3.5.2 Estado Límite Último de Estabilidad a Pandeo

Para cada barra del pórtico, se debe cumplir la desigualdad (6-15). Sólo se realizará este estudio por compresión si no se cumple la inecuación (6-17).

- Pilares HEA-240

Siendo el eje Z aquel más propenso al pandeo al tener un axil crítico más bajo.

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \times 2100000 \frac{kg}{cm^2} \times 2077 \text{ cm}^4}{(0,5 \times 9,83)^2 \text{ m}^2} = 178.200 \text{ kg}$$

$$\frac{6.917}{178.200} \leq 0,04$$

No requiere comprobación a pandeo.

- Vigas HEA-240: No requiere comprobación a pandeo.

6.3.1.3.5.3 Estado Límite Último de Resistencia a Flexión (eje Y)

Debe cumplir la siguiente desigualdad (6-9). Aplicando la expresión (6-10) se obtienen los siguientes resultados.

- Pilar HEA-240.

$$M_{c,Rd} = \frac{744,6 \text{ cm}^3 \times 2750 \frac{kg}{cm^2}}{1,05} = 19.501 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$1.947 \text{ kg} \cdot \text{m} \leq 19.501 \text{ kg} \cdot \text{m} \quad \text{Cumple.}$$

- Vigas HEA-240.

$$4.653 \text{ kg} \cdot \text{m} \leq 19.501 \text{ kg} \cdot \text{m} \quad \text{Cumple.}$$

No se considera necesario comprobar el ELU a flexión en eje Z puesto que este valor es muy pequeño.

6.3.1.3.5.4 Estado Límite Último de Estabilidad por Pandeo Lateral (eje Y)

Debe cumplir la inecuación (6-19), con la aplicación de la expresión (6-29).

Sólo se realizará este estudio por flexión si no se cumple la desigualdad (6-21). Aplicando (6-22) se obtienen los siguientes resultados.

- Pilares HEA-240.

$$\frac{1.947 \text{ kg} \cdot \text{m}}{3.169.978 \text{ kg} \cdot \text{m}} \leq 0,16$$

No requiere comprobación a pandeo lateral.

- Vigas HEA-240.

$$\frac{4.653 \text{ kg} \cdot \text{m}}{3.145.130 \text{ kg} \cdot \text{m}} \leq 0,16$$

No requiere comprobación a pandeo lateral.

6.3.1.3.5.5 Estado Límite Último de Resistencia a Cortante (eje Z)

Debe cumplir la inecuación (6-11). Aplicando las expresiones (6-23) y (6-24) se obtienen los siguientes resultados.

- Pilar HEA-240.

$$A_v = 76,8 - 2 \times 24 \times 1,2 + 1,2 (0,75 + 2 \times 2,1) = 25,14 \text{ cm}^2$$

$$V_{c,Rd} = \frac{25,14 \text{ cm}^2 \times 2750 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} / \sqrt{3}}{1,05} = 38.014 \text{ kg}$$

$$354 \text{ kg} \leq 38.014 \text{ kg} \quad \text{Cumple}$$

- Vigas HEA-240.

$$3.217 \text{ kg} \leq 38.014 \text{ kg} \quad \text{Cumple}$$

No se considera necesario comprobar el ELU a cortante en eje Y puesto que este valor es cercano a cero.

6.3.1.3.5.6 Estado Límite Último de Resistencia a Interacción Flector(Y) + Cortante(Z)

En ninguno de los casos es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que V_{ed} no es superior al 50% de $V_{c,Rd}$. Por tanto, se cumple este criterio.

6.3.1.3.5.7 Estado Límite Último de Resistencia a Interacción Flector(Y) + Axil

Se debe cumplir la inecuación (6-25).

- Pilar HEA-240.

$$\frac{6.917}{158.190,5} + \frac{1.947}{19.501} + 0 = 0,144 \leq 1 \quad \text{Cumple.}$$

- Vigas HEA-240.

$$\frac{7.432}{158.190,5} + \frac{4.653}{19.501} + 0 = 0,244 \leq 1 \quad \text{Cumple.}$$

6.3.1.3.5.8 Estado Límite Último – Interacción Flector + Axil + Cortante

En ninguno de los casos es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que V_{ed} no es superior al 50% de $V_{c,Rd}$. Por tanto, se cumple este criterio.

6.3.2 Nave C

Siguiendo el Código Técnico – DB de Seguridad Estructural de Acciones en la Edificación, la estructura está sometida a las siguientes cargas [51].

6.3.2.1 Definición de cargas

6.3.2.1.1 Acciones permanentes

La única acción permanente que interviene es el peso propio de la cubierta. No se tienen en cuenta aquellas acciones debidas al pretensado o derivadas de la interacción con el terreno. En esta estructura no se colocan placas solares en cubierta.

El peso de la cubierta total deriva de dos elementos.

- El material de cubrición, que son listones de chapa metálica, con un peso estimado de 6 kg/m^2 [48].
- El peso de las correas, que dependen de la sección provista. En este aspecto, se propone un perfil ZF-200x2,5 con un peso estimado de $7,15 \text{ kg/m}$ [55].

Esto hace un total de $11,95 \text{ kg/m}^2$, que se sobredimensiona en 13 kg/m^2 .

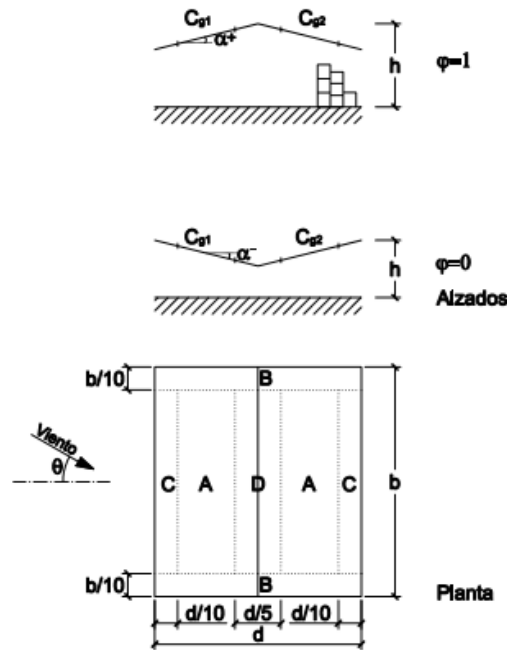
6.3.2.1.2 Acciones variables

Las acciones variables que se consideran son el viento, la nieve, la sobrecarga de uso y las acciones térmicas.

- La carga de nieve en Andújar se estima en $0,2 \text{ kN/m}^2$.
- La sobrecarga de uso es de $0,4 \text{ kN/m}^2$, ya que todas las naves de la instalación se clasifican en el grupo G1, como cubierta ligera sobre correas, sólo accesible para mantenimiento. La aplicación de esta carga es no concomitante con el resto de acciones variables.
- La carga de viento se distribuye en cubierta con distinta incidencia. Esta cubierta se propone a dos aguas con inclinación de 7° y una incidencia lateral del viento de 0° . Esta nave es totalmente diáfana, con ausencia de cerramiento lateral.
- Las cargas térmicas no son de aplicación en esta nave.

En relación con la carga de viento, esta nave se puede asemejar al modelo de marquesina a dos aguas, conforme a la tabla D.11 del CTE-DB SE-AE. Esta marquesina se diseña considerando el factor de obstrucción de 0,5.

En este apartado se especifica la carga de viento en cada zona de la cubierta.



Pendiente de la cubierta α	Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción φ	Coeficientes de presión			
			$c_{p,10}$			
			Zona (según figura)			
			A	B	C	D
-20°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,8	1,6	0,6	1,7
	Arriba	0	-0,9	-1,3	-1,6	-0,6
	Arriba	1	-1,5	-2,4	-2,4	-0,6
-15°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,6	1,5	0,7	1,4
	Arriba	0	-0,8	-1,3	-1,6	-0,6
	Arriba	1	-1,6	-2,7	-2,6	-0,6
-10°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,6	1,4	0,8	1,1
	Arriba	0	-0,8	-1,3	-1,5	-0,6
	Arriba	1	-1,6	-2,7	-2,6	-0,6
-5°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,5	1,5	0,8	0,8
	Arriba	0	-0,7	-1,3	-1,6	-0,6
	Arriba	1	-1,5	-2,4	-2,4	-0,6
5°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,6	1,8	1,3	0,4
	Arriba	0	-0,6	-1,4	-1,4	-1,1
	Arriba	1	-1,3	-2,0	-1,8	-1,5
10°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,7	1,8	1,4	0,4
	Arriba	0	-0,7	-1,5	-1,4	-1,4
	Arriba	1	-1,3	-2,0	-1,8	-1,8

Figura 6.41 Coeficientes de presión en cubierta. Nave C [51].

La carga de viento sólo afecta a la cubierta, pudiendo incidir hacia arriba o hacia abajo en esta, por tanto, se presentan dos hipótesis en relación a la carga de viento: a presión o a succión. Estas hipótesis son independientes de la dirección de aplicación del viento, pues al ser una marquesina, incide con la misma fuerza en cualesquiera de las caras de la nave.

A modo de simplificación, la zona B no se va a considerar en el estudio, puesto que se corresponde a las zonas más extremas donde hay mayor incidencia del viento, por lo que se opta por incluir un peto de chapa metálica a modo de principio de cerramiento lateral en todo el perímetro de la estructura, con el objetivo de reducir esta carga mayorada en esas zonas puntuales.

$$q_v = q_b \times c_e \times c_p \quad (6-26)$$

- Situación de presión, en función de las zonas.

Tabla 6.11 Carga de viento en cubierta a presión.

Zona	A	C	D
C_p	0,65	1,35	0,4
Carga q_v [kg/m ²]	58,5	121,5	36

- Situación de succión, en función de las zonas.

Tabla 6.12 Carga de viento en cubierta a succión.

Zona	A	C	D
C_p	-1	-1,6	-1,5
Carga q_v [kg/m ²]	-90	-144	-135

6.3.2.1.3 Acciones accidentales

Las acciones accidentales consideradas son los sismos, los accidentes y los incendios. Atendiendo al apartado 6.3.1.1.3 y por analogía, estas acciones no se consideran.

6.3.2.2 Comprobación de Correas

6.3.2.2.1 Hipótesis de carga

El cálculo de la carga sobre las correas se estima siguiendo el criterio de Estado Límite Último en situaciones transitorias, conforme a la expresión (6-2).

$$q = \gamma_{PP} \times PP + \sum \gamma_{ND} \times \Psi_{ND} \times ND + \gamma_D \times D$$

Se deben considerar las siguientes hipótesis, en función de la carga variable que se considere determinante.

- HIPÓTESIS 1: viento determinante.

Definida conforme a la ecuación (6-3).

$$q = 1,35 \times 13 \frac{kg}{m^2} + 1,5 \times V + 1,5 \times 0,5 \times 20 \frac{kg}{m^2} \quad \text{si viento desfavorable en presión}$$

$$q = 214,8 \frac{kg}{m^2} \text{ en la zona C (de mayor incidencia)}$$

$$q = 1 \times 13 \frac{kg}{m^2} + 1,5 \times V + 0 \times 0,5 \times 20 \frac{kg}{m^2} \text{ si viento desfavorable en succión}$$

$$q = -203 \frac{kg}{m^2} \text{ en la zona C (de mayor incidencia)}$$

- HIPÓTESIS 2: sobrecarga de uso determinante.

Esta carga es no concomitante con el resto de acciones variables. Se define conforme a la ecuación (6-4).

$$q = 1,35 \times 13 \frac{kg}{m^2} + 1,5 \times 40 \frac{kg}{m^2} = 77,55 \frac{kg}{m^2}$$

- HIPÓTESIS 3: nieve determinante.

Se define conforme a la ecuación (6-5).

$$q = 1,35 \times 13 \frac{kg}{m^2} + 1,5 \times 20 \frac{kg}{m^2} + 1,5 \times 0,6 \times 121,5 \frac{kg}{m^2} = 156,9 \frac{kg}{m^2} \text{ con viento desfavorable}$$

La situación más desfavorable en cuanto a presión se produce en la Hipótesis 1, es decir, con Viento como acción determinante, cuyo valor de la carga será $214,8 \text{ kg/m}^2$. En cuanto a succión, la situación más desfavorable obviamente se debe al viento, que empuja la marquesina hacia arriba, con carga -203 kg/m^2 .

6.3.2.2.2 Diagrama de esfuerzos

En esta comprobación, se propone que las correas están simplemente apoyadas, siguiendo un criterio más conservativo que en el software. De esta forma, se observará que las correas cumplen con los Estados Límite principales.

La carga lineal que soporta una correa es equivalente a la carga superficial de la cubierta (sin el peso de las correas, es $205,35 \text{ kg/m}^2$) multiplicada por la superficie que cubre cada correa, es decir, la distancia entre correas que resulta ser 1,20 metros aproximadamente.

En este caso se opta por utilizar el modelo de viga continua para tres vanos, pues el modelo de viga biapoyada resulta insuficiente para realizar las comprobaciones pertinentes. El diagrama de esfuerzos de las correas será el siguiente, siguiendo el criterio de viento en presión como más desfavorable.

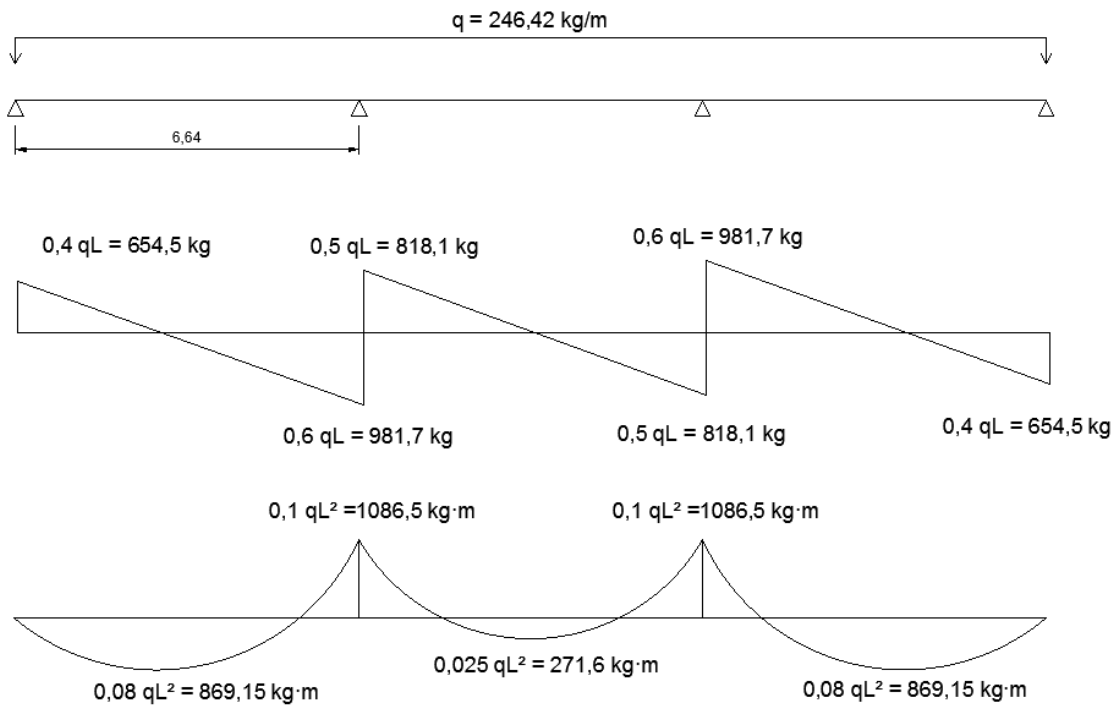


Figura 6.42 Diagrama de esfuerzos de las correas.

6.3.2.2.3 Comprobación Estados Límite

Para el cálculo en Cype, se propone que las correas sean continuas cada tres vanos. De esta forma, el software proporciona un perfil ZF 200-2,5, en cumplimiento con los Estados Límite de las correas.

6.3.2.2.3.1 Estado Límite de Servicio en Flecha

Debe cumplir la desigualdad (6-6). La flecha máxima admisible se calcula conforme la expresión (6-7).

$$s_{adm} = \frac{6,64 \text{ m}}{250} = 2,65 \text{ cm}$$

Mientras que la flecha de cálculo para un modelo de viga biapoyada se estima conforme a la expresión (6-8).

$$s_{Ed} = \frac{5 \times 2,464 \frac{\text{kg}}{\text{cm}} \times 664^4 \text{ cm}^4}{384 \times 2100000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 575,5 \text{ cm}^4} = 5,16 \text{ cm}$$

Para un modelo de viga biempotrada, la flecha máxima estimada es la siguiente.

$$s_{Ed} = \frac{q L^4}{384 E I_x} \quad (6-27)$$

$$s_{Ed} = \frac{2,464 \frac{\text{kg}}{\text{cm}} \times 664^4 \text{ cm}^4}{384 \times 2100000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 575,5 \text{ cm}^4} = 1,03 \text{ cm}$$

Considerando que el modelo de la correa es de viga continua en tres vanos y la determinación de la flecha depende de las ecuaciones de Mohr con mayor complejidad, se puede aceptar que este Estado Límite se cumple, puesto que es un modelo intermedio entre los dos mostrados anteriormente.

6.3.2.2.3.2 Estado Límite Último de Resistencia a Flexión (eje X)

Debe cumplir la desigualdad (6-9). Aplicando la expresión (6-10) se obtienen los siguientes resultados.

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{ef} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{53,59 \text{ cm}^3 \times 2350 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{1,05} = 1200 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$1.086,5 \text{ kg} \cdot \text{m} \leq 1.200 \text{ kg} \cdot \text{m} \quad \text{Cumple.}$$

6.3.2.2.3.3 Estado Límite Último de Resistencia a Cortante (eje Z)

Debe cumplir la desigualdad (6-11). Aplicando la expresión (6-12) se obtienen los siguientes resultados.

$$V_{b,Rd} = 5777,75 \text{ kg}$$

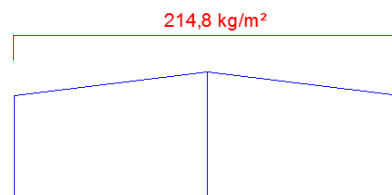
$$981,7 \text{ kg} \leq 5.777,75 \text{ kg} \quad \text{Cumple.}$$

6.3.2.3 Comprobación de pórticos

6.3.2.3.1 Hipótesis de carga

Mediante un análisis previo basado en la observación de las cargas, existen dos hipótesis principales para el cálculo de los esfuerzos. Una de ellas permite obtener los esfuerzos de la estructura sometida a las cargas en la hipótesis de viento en presión como caso más desfavorable, donde se decide utilizar el valor de carga más alto para estar del lado de la seguridad. También se debe comprobar la hipótesis de viento determinante cuando éste trabaja en succión, con el mismo fundamento pero esta vez con cargas en dirección vertical positiva.

HIPÓTESIS 1 - V PRESIÓN



HIPÓTESIS 1 - V SUCCIÓN

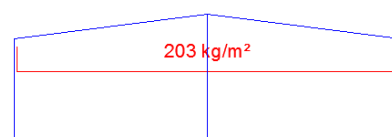


Figura 6.43 Cargas aplicadas en el plano X-Z.

6.3.2.3.2 Diagrama de esfuerzos

La comprobación se realiza para un pórtico acartelado modelo, que presenta pilares HEA-300 y vigas HEA-340. Los esfuerzos máximos obtenidos para la hipótesis más desfavorable, que es aquella donde el viento causa una presión en cubierta, es la siguiente.

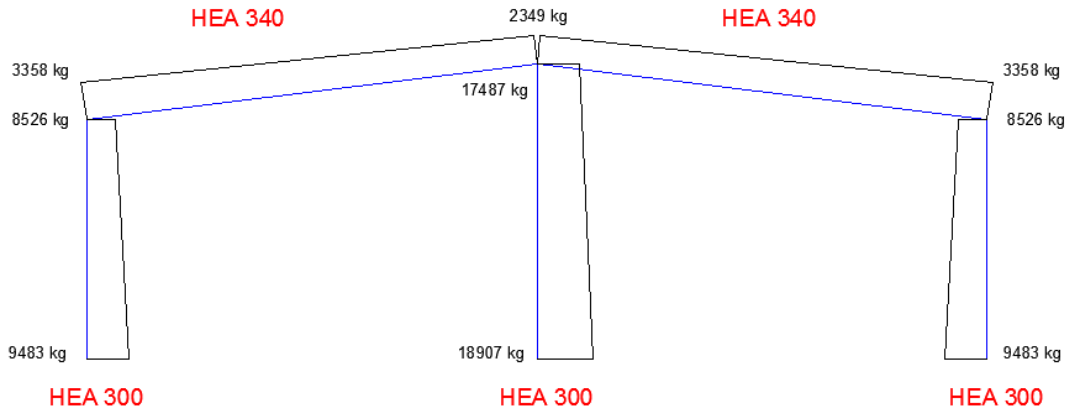


Figura 6.44 Diagrama de axiles (compresión).

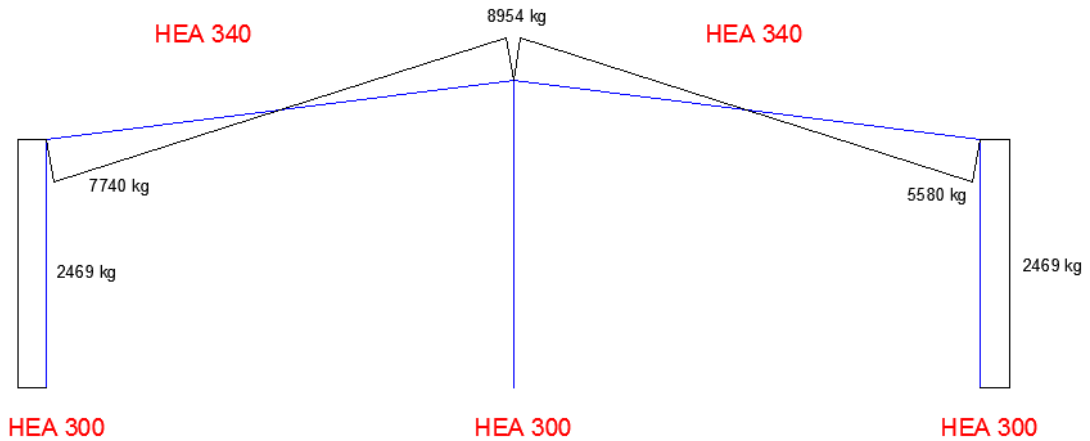


Figura 6.45 Diagrama de cortantes.

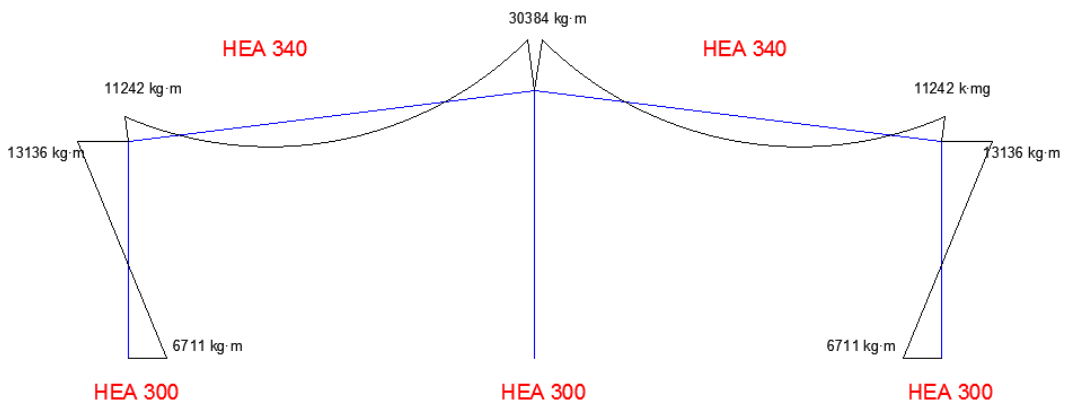


Figura 6.46 Diagrama de flectores.

También se incluye la hipótesis a succión, pues las barras estarán sometidas a axiles de tracción, a diferencia del criterio anterior. Sólo se incluye el diagrama de axiles, puesto que cortantes y flectores son, en valor absoluto, menores que en el criterio de viento a presión.

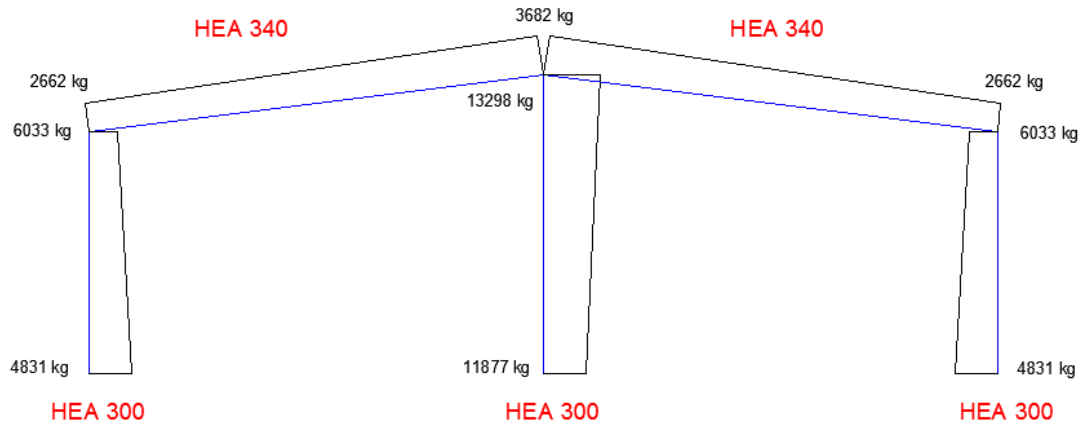


Figura 6.47 Diagrama de axiles (tracción).

6.3.2.3.3 Comprobación Estados Límite

A continuación, se procede a comprobar que el dimensionamiento de los perfiles para los pórticos acartelados ha sido adecuado, a través de los Estados Límite de esta estructura. Sólo se incluyen los Estados Límite que son de importancia porque pueden comprometer la resistencia o estabilidad de la estructura.

6.3.2.3.3.1 Estado Límite Último de Resistencia a Compresión

Para cada barra del pórtico, se debe cumplir la desigualdad (6-13). Aplicando la expresión (6-14) se obtienen estos resultados.

- Pilares HEA-300.

$$18.907 \text{ kg} \leq 294.642,85 \text{ kg} \quad \text{Cumple.}$$

- Vigas HEA-340.

$$N_{c,Rd} = \frac{133,5 \text{ cm}^2 \times 2750 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{1,05} = 349.642,85 \text{ kg}$$

$$3.358 \text{ kg} \leq 349.642,85 \text{ kg} \quad \text{Cumple.}$$

6.3.2.3.3.2 Estado Límite Último de Estabilidad a Pandeo

Sólo se realizará este estudio por compresión si no se cumple la inecuación (6-17). Particularizando la ecuación (6-18) para estos casos, se obtiene

- Pilar HEA-300

Siendo el eje Z aquel más propenso al pandeo al tener un axil crítico más bajo.

$$N_{cr,z} = \frac{\Pi^2 \times 2100000 \frac{kg}{cm^2} \times 6310 cm^4}{(0,5 \times 10,5)^2 m^2} = 474.493 kg$$

$$\frac{18.907}{474.493} \leq 0,04$$

No requiere comprobación a pandeo.

- Vigas HEA-340

$$N_{cr,z} = \frac{\Pi^2 \times 2100000 \frac{kg}{cm^2} \times 7436 cm^4}{(0,5 \times 16,1)^2 m^2} = 237.830 kg$$

$$\frac{3.358}{237.830} \leq 0,04$$

No requiere comprobación a pandeo.

6.3.2.3.3 Estado Límite Último de Resistencia a Flexión (eje Y)

Debe cumplir la inecuación (6-9). Aplicando la expresión (6-10) se obtienen los siguientes resultados.

- Pilar HEA-300.

$$13.136 kg \cdot m \leq 36.222 kg \cdot m \quad \text{Cumple.}$$

- Vigas HEA-340.

$$M_{c,Rd} = \frac{1850 cm^3 \times 2750 \frac{kg}{cm^2}}{1,05} = 48.452,4 kg \cdot m$$

$$30.384 kg \cdot m \leq 48.452,4 kg \cdot m \quad \text{Cumple.}$$

No se considera necesario comprobar el ELU a flexión en eje Z puesto que este valor es muy pequeño.

6.3.2.3.3.4 Estado Límite Último de Estabilidad por Pandeo Lateral (eje Y)

Sólo se realizará este estudio por flexión si no se cumple la inecuación (6-21). Calculando el momento flector crítico de pandeo según (6-22), se obtienen los siguientes resultados.

- Pilar extremo HEA-300.

$$\frac{13.136 kg \cdot m}{8.674.352 kg \cdot m} \leq 0,16$$

No requiere comprobación a pandeo lateral.

- Vigas HEA-340.

$$\frac{30.384 \text{ kg} \cdot \text{m}}{4.738.579 \text{ kg} \cdot \text{m}} \leq 0,16$$

No requiere comprobación a pandeo lateral.

6.3.2.3.3.5 Estado Límite Último de Resistencia a Cortante (eje Z)

Debe cumplir la inecuación (6-11). El cálculo se realiza mediante las expresiones (6-23) y (6-24). donde

- Pilar HEA-300.

$$2.469 \text{ kg} \leq 57.082 \text{ kg} \quad \text{Cumple.}$$

- Vigas HEA-340.

$$A_v = 133,5 - 2 \times 30 \times 1,65 + 1,65 (0,95 + 2 \times 2,7) = 45 \text{ cm}^2$$

$$V_{c,Rd} = \frac{45 \text{ cm}^2 \times 2750 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} / \sqrt{3}}{1,05} = 68.045 \text{ kg}$$

$$8.954 \text{ kg} \leq 68.045 \text{ kg} \quad \text{Cumple.}$$

No se considera necesario comprobar el ELU a cortante en eje Y puesto que este valor es cercano a cero.

6.3.2.3.3.6 Estado Límite Último de Resistencia a Interacción Flector(Y) + Axil

Como criterio aproximado y conservativo, se comprueba su cumplimiento mediante la expresión (6-25).

- Pilar HEA-300.

$$\frac{18.907}{294.642} + \frac{13.136}{36.222} + 0 = 0,427 \leq 1 \quad \text{Cumple.}$$

- Vigas HEA-340.

$$\frac{3.358}{349.642} + \frac{30.384}{48.452,4} + 0 = 0,637 \leq 1 \quad \text{Cumple.}$$

6.3.2.3.3.7 Estado Límite Último – Interacción Flector + Axil + Cortante

En ninguno de los casos es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que V_{ed} no es superior al 50% de $V_{c,Rd}$. Por tanto, se cumple este criterio.

6.3.2.3.3.8 Estado Límite Último de Tracción

La estructura puede estar sometida a tracción para una hipótesis de viento como acción determinante a succión. Las barras deben cumplir la inecuación siguiente.

$$N_{Ed} \leq N_{t,Rd} \tag{6-28}$$

Donde el valor del axil a tracción máximo se calcula conforme a la expresión (6-14). Los resultados obtenidos son los siguientes.

- Pilares HEA-300.

$$13.298 \text{ kg} \leq 294.642,85 \text{ kg} \quad \text{Cumple.}$$

- Vigas HEA-340.

$$3.682 \text{ kg} \leq 349.642,85 \text{ kg} \quad \text{Cumple.}$$

6.3.3 Sótano

6.3.3.1 Diagrama de esfuerzos

La estimación de cargas en el sótano se reduce a calcular la sección de las vigas metálicas que se disponen para permitir el paso de vehículos por encima de los compartimentos para las tolvas. Se considera que las vigas presentan un perfil HEA-140 y presentan un modelo de viga biapoyada, al estar colocadas en un cajón que forman los muros.

La carga estimada que debe soportar será de unos 8.000 kg/m^2 que es la carga equivalente a dos ruedas de remolque. Las vigas se distancian como máximo 1,50 metros entre ellas, por tanto, la carga lineal aplicada sobre una viga será de 12.000 kg/m .

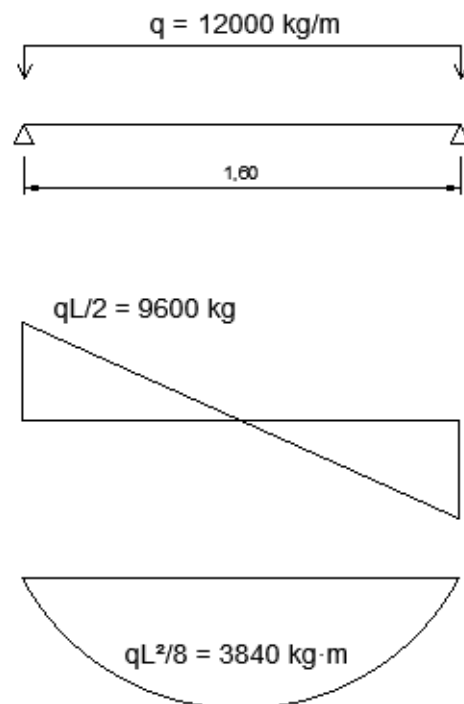


Figura 6.48 Diagrama de esfuerzos. Sótano.

6.3.3.2 Comprobación Estados Límite

6.3.3.2.1.1 Estado Límite de Servicio en Flecha

Debe cumplir la desigualdad (6-6). La flecha máxima admisible se calcula conforme la expresión (6-7).

$$s_{adm} = \frac{1,6 \text{ m}}{250} = 6,4 \text{ mm}$$

Mientras que la flecha de cálculo para un modelo de viga biapoyada se estima conforme a la expresión (6-8).

$$s_{Ed} = \frac{5 \times 120 \frac{\text{kg}}{\text{cm}} \times 160^4 \text{ cm}^4}{384 \times 2100000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 1033 \text{ cm}^4} = 4,7 \text{ mm}$$

Por tanto, cumple el ELS de desplazamiento vertical.

6.3.3.2.1.2 Estado Límite Último de Resistencia a Flexión (eje X)

Debe cumplir la desigualdad (6-9). Aplicando la expresión (6-10) se obtienen los siguientes resultados.

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{ef} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{173,5 \text{ cm}^3 \times 2750 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{1,05} = 4.544 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$3.840 \text{ kg} \cdot \text{m} \leq 4.544 \text{ kg} \cdot \text{m} \quad \text{Cumple.}$$

6.3.3.2.1.3 Estado Límite Último de Resistencia a Cortante (eje Z)

Debe cumplir la desigualdad (6-11). El cálculo se realiza mediante las expresiones (6-23) y (6-24), donde

$$A_v = 31,4 - 2 \times 14 \times 0,85 + 0,85 (0,07 + 2 \times 1,2) = 9,7 \text{ cm}^2$$

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v f_y / \sqrt{3}}{\gamma_{M0}} = \frac{9,7 \text{ cm}^2 \times 2750 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} / \sqrt{3}}{1,05} = 14.667 \text{ kg}$$

$$577,5 \text{ kg} \leq 14.667 \text{ kg} \quad \text{Cumple.}$$

7 INSTALACIONES AUXILIARES

En este capítulo, se diseñan las distintas instalaciones auxiliares que debe contener la almazara para su funcionamiento óptimo.

7.1 Instalación Eléctrica

La instalación eléctrica de este establecimiento industrial se realiza conforme al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) e ITC-BT-02, Instrucción Técnica Complementaria enfocada a las instalaciones de Baja Tensión [59].

La instalación presenta una acometida a la Red Pública. Mediante un CT propio de la instalación, se disminuye la tensión de media (20 kV) a baja (400 V). Desde este CT se transporta la corriente eléctrica hasta el cuadro general de protección y mando.

La instalación utiliza un modelo trifásico para la distribución de energía eléctrica desde la acometida hasta los cuadros secundarios de mando, excepto aquellos cuadros secundarios que requieran una potencia menor a 10 kW que trabajan en monofásico. A partir de estos, los conductores tomarán derivaciones en monofásica o trifásica, en función de la carga que se deba alimentar.

La instalación eléctrica en esta parcela sigue este recorrido.

- Acometida en la vía pública en media tensión y transformación a baja tensión.
- Caja General de Protección (cuadro de acometida) y Caja de Contadores (equipos de medida).
- Derivación Individual hasta el Cuadro General de Protección y Mando mediante red enterrada bajo tubo (ICT-BT-07).
- Sala eléctrica: incluye el CGPM., y dispositivos de control de sobretensiones y sobreintensidades.
- Conectores desde la sala eléctrica hasta cada cuadro secundario.
- Cuadros Secundarios de Protección y Mando.
- Agrupaciones de cables hasta receptores de iluminación o a motor.

El sistema requiere una potencia de unos 650 kW en total, sumando todas las potencias de los distintos receptores, sin incluir un factor de simultaneidad para así tener un criterio conservativo.

7.1.1 Elementos de la Instalación

7.1.1.1 Centro de Transformación

En base a la ITC-BT-11, se propone una acometida única a la parcela de tipo subterránea en derivación con cables aislados de cobre o aluminio. Esta acometida introduce la energía eléctrica en la instalación, que comienza con la presencia de un Centro de Transformación.

El CT es una instalación definida físicamente en el capítulo 6 y colocado a pie de calle, que alberga un transformador con el objetivo de reducir el voltaje de la Red Eléctrica Pública en la entrada a nuestra instalación

a baja tensión, además de otros equipos que se definen a continuación.

Este CT cuenta con siete celdas:

- Dos celdas de línea de entrada de MT desde la Red General, a 20 kV.
- Una celda de seccionamiento, formada por un interruptor-seccionador con poder de corte en carga.
- Una celda de protección del transformador, con su correspondiente seccionador de puesta a tierra.
- Una celda de medida compuesta por un transformador de intensidad y un transformador de tensión.
- Una celda de transformación, la cual contiene el propio transformador.
- Una celda de salida de la energía eléctrica en baja tensión, a 400 V.

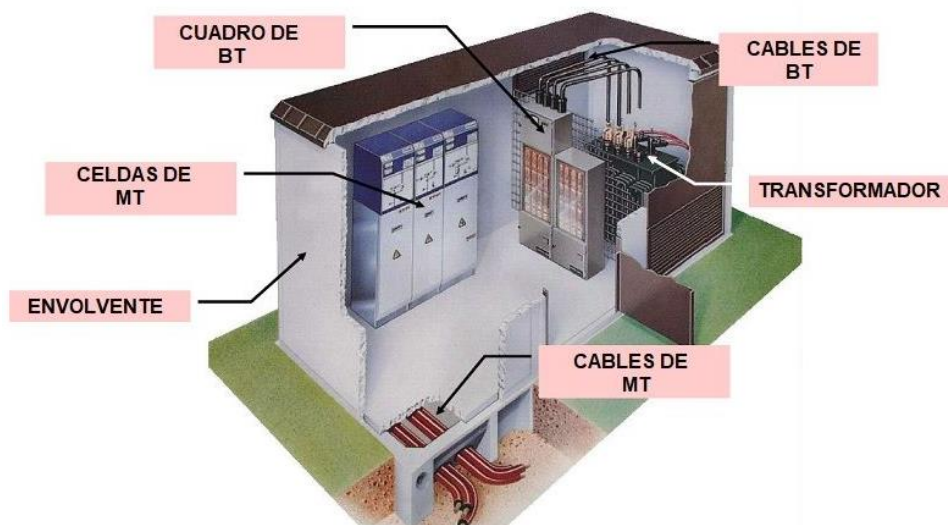


Figura 7.1 Elementos de un CT.

7.1.1.2 Instalaciones de enlace

En este caso, la acometida se realiza a un único usuario, por lo que no existe Línea General de Alimentación. Tras la implantación del CT, se propone incluir una Caja General de Protección a modo de cuadro de acometida, acompañado del equipo de medición que se toma como un cuadro de contadores. Estos equipos se instalan a pie de calle, para facilitar el acceso a la compañía eléctrica, en el lugar de la acometida. Las disposiciones generales de este tipo de caja vienen determinadas en la ITC-BT-13.

7.1.1.3 Derivación individual

Es la parte de la instalación que, partiendo de la caja de protección y medida, suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección. Está regulada por la ITC-BT-15.

Siguiendo la Instrucción Técnica, se indica lo siguiente: *“Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V. Se seguirá el código de colores indicado en la ITC BT-19. Para el caso de cables multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de tensión asignada 0,6/1 kV. La sección mínima será de 6 mm² para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm² para el hilo de mando, que será de color rojo”*. La derivación individual hasta el CGPM se presenta con tensión asignada 0,6/1 kV, en cumplimiento con la ITC.

Con respecto a la reacción al fuego, esta Instrucción indica lo siguiente: *“Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios”*. No obstante, en el apartado de protección contra incendios se detallan las especificaciones de los cables en esta materia.

La caída de tensión máxima admisible en una derivación individual que no cuenta con LGA previa y alimenta a un único usuario es de 1,5%.

7.1.1.4 Dispositivos de mando y protección

En la instalación eléctrica de la almazara, se presenta un Cuadro General de Mando y Protección que deriva en once Cuadros Secundarios.

7.1.1.4.1 Cuadro General de Mando y Protección

El CGMP de este establecimiento industrial se ubica en el lugar más cercano a la entrada de la Derivación Individual en el edificio, esto es, en la sala eléctrica ubicada en la nave B, que linda con el exterior del edificio.

Este cuadro presenta los siguientes dispositivos de mando y protección:

- Un interruptor general automático (IGA) de corte omnipolar, con accionamiento manual y que incluya protecciones contra sobrecarga y cortocircuito según ITC-BT-22. Tendrá un poder de corte suficiente para intensidades de cortocircuito que se produzcan en el punto de su instalación, de 4,5 kA como mínimo.
- Un interruptor diferencial en cada subcuadro (ID), destinado a la protección contra contactos en todos los circuitos según ITC-BT-24.

7.1.1.4.2 Cuadros Secundarios

La ITC-BT-19 indica lo siguiente, en referencia a la subdivisión de instalaciones: *“Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan”*.

Los CSPM tienen una función análoga a los CGPM, aunque su objetivo es proteger elementos y usuarios de posibles problemas eléctricos, seleccionando el corte de una zona eléctrica concreta con independencia del resto de la instalación. Este cuadro presenta dispositivos de corte omnipolar con el fin de proteger cada uno de los circuitos interiores contra cortocircuitos y sobrecargas.

Cada cuadro secundario deriva en asociaciones de cables que conectan con grupos de receptores, ya sean cargas de fuerza enfocadas a la maquinaria y a las tomas de corriente, como a puntos de iluminación. En el proyecto no se detalla cada asociación de conectores.

La instalación completa de la almazara, gobernada por el Cuadro General de mando y protección, está compuesta de varios circuitos, divididos en trece cuadros secundarios, como muestra la tabla 7.1.

Tabla 7.1 Cuadros secundarios.

Cuadro Secundario	Nombre	Potencia requerida [W]
1	Recepción	159225
2	Molturación B	125070
3	Molturación A	263307
4	Exterior Suroeste	5500
5	Bodega Sur	22110
6	Bodega Norte	19140
7	Envasado	15910,4
8	Almacenes y Muelle	7365,6
9	Salón de Actos	5665
10	Oficinas	11880
11	Exterior Noreste	3355
12	P.C.I.	3100
13	G.P. Fontanería	2500
Agrupaciones (sin C.S.)	Zonas técnicas	40000

Se deben realizar dos aclaraciones en cuanto a los cuadros secundarios. La primera de ellas se refiere al CS 12, destinado a alimentar el grupo de bombeo de la Protección Contra Incendios. Esta instalación eléctrica no se conecta al CGPM sino que deriva directamente desde el CT, con el objetivo de que, en caso de que ocurra un accidente en la instalación como puede ser un incendio, este grupo de bombeo funcione independientemente de que se produzca un corte en la red comandada por el CGPM. Esta instalación debe estar siempre disponible para su uso por la vital importancia que tiene.

En el caso del CS 13, destinado a la alimentación del grupo de bombeo de la fontanería, se propone una línea eléctrica idéntica a la de PCI desde el CT para que el bombeo sea independiente de cortes en el CGPM.

Por otro lado, las agrupaciones son conjuntos de conducciones que, por motivos de cercanía principalmente, no requieren de un cuadro secundario para su canalización. Todas las zonas técnicas y los pasillos reciben energía eléctrica mediante estas agrupaciones, pues están en los alrededores del CGPM y no requieren de un Cuadro Secundario. La Unidad Centralizada de Climatización que se coloca en el almacén logístico, con contacto al exterior del edificio, también recibe la energía mediante una agrupación de conductores, con potencia requerida de 20 kW.

7.1.1.5 Instalaciones interiores

Toda la normativa en relación con la ITC-BT-19 es de aplicación en este apartado.

Los conductores utilizados para las instalaciones interiores serán de cobre y estarán siempre aislados. La tensión asignada no será inferior de 450/750 V, en este proyecto los cables tendrán una tensión asignada de 0,6/1 kV.

La sección de los conductores se determina por criterio de caída de tensión entre el origen de la instalación interior (en el cuadro de mando correspondiente) y cualquier punto de uso. Dicha caída de tensión debe ser menor del 3% en alumbrado y menor del 4,5% para demás usos.

Dicho esto, en términos generales, la caída de tensión total entre un punto de luz y su correspondiente cuadro de mando no será superior al 4,5%, mientras que, para circuitos de fuerza, la caída de tensión entre una carga y su cuadro de mando no puede superar el 6%. Esta rectificación se debe a la suma de las pérdidas acumuladas en la derivación individual (en este caso, entre acometida y cuadro de general de mando) y las pérdidas en el conductor en cuestión, que une el cuadro de mando con la carga.

Por normativa de esta Instrucción, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases.

Las intensidades máximas admisibles vienen recogidas en la tabla 1 de la ITC-BT-19 en función del tipo de instalación que se lleva a cabo en los conductores con carga. No obstante, el criterio de dimensionamiento por intensidad se detalla más adelante.

Los conductores deben ser no propagadores de fuego, siendo sus especificaciones contra incendios $C_{ca-s1b d1}$, a1. Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la indicada en la tabla 2 de la ITC-BT-19.

Los conductores deben ser fácilmente identificables, en especial el conductor neutro y el de protección. Esta identificación se realiza por los colores que presenten sus aislamientos.

- Conductores neutros o de fase con perspectivas de paso a neutro, son de color azul claro.
- Conductores de protección son de color verde-amarillo.
- Conductores de fase que no se prevea su pase a neutro, son de color marrón, negro o gris.

7.1.2 Conductores

Toda la normativa en referencia a la ITC-BT-20 es de aplicación en este apartado. Se destacan los principales requisitos a considerar.

7.1.2.1 Prescripciones generales

El cableado eléctrico debe mantener una distancia mínima de 3 metros con cualquier canalización no eléctrica. En el caso de cercanía con conductos de calefacción, éstos no deben afectar a la salud del conexionado eléctrico (por ejemplo, calentamiento de cables).

La canalización eléctrica nunca se ubicará por debajo de otras canalizaciones que pueden dar lugar a condensaciones, a menos que se tomen medidas de aislamiento en la canalización eléctrica.

En definitiva, las canalizaciones eléctricas y las no eléctricas sólo pueden compartir huecos en la construcción o zanjás si se cumplen los siguientes requisitos:

- La protección contra contactos indirectos está asegurada considerando la conducción no eléctrica de material metálico y por tanto conductor, siguiendo la ITC-BT-24.
- La canalización eléctrica se debe proteger o mantener una distancia adecuada con canalizaciones que pueden provocar los siguientes riesgos: condensación, humedades, explosión, inundación o corrosión.

Como conclusión, se pueden llevar a cabo estas consideraciones.

- La canalización eléctrica enterrada no compartirá zanja, en la medida de lo posible, con canalizaciones de agua. En casos puntuales donde lo haga, los conductos eléctricos estarán debidamente aislados y deben disponerse por encima de las canalizaciones de agua.
- En instalaciones interiores o en canalizaciones eléctricas a la intemperie, como por ejemplo en fachada,

el cableado eléctrico debe ir debidamente aislado y manteniendo una distancia suficiente con otras instalaciones como fontanería o ventilación.

Las canalizaciones deben estar dispuestas de forma que faciliten su inspección y acceso a las conexiones, con facilidad para identificar los distintos circuitos y receptores, para así realizar futuras reparaciones rápidas.

Además, en materia de seguridad, las canalizaciones deben ser estancas. Las cajas de conexión, interruptores, tomas de corriente y, en general, toda la aparamenta utilizada, deberá presentar el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1. Sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos.

7.1.2.2 Tipos de Conductores

Los conductores más representativos en la instalación eléctrica de la almazara son los siguientes.

7.1.2.2.1 Conductores aislados bajo tubos protectores

Los cables utilizados tienen una tensión asignada de 0,6/1 kV. Su diseño debe cumplir con lo establecido en la ICT-BT-21.

7.1.2.2.2 Conductores aislados enterrados

Son los conductores desde el Centro de Transformación hasta el Cuadro General de Mando y Protección. Los conductores aislados van bajo tubo con tensión asignada 0,6/1 kV, siguiendo la ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

7.1.2.2.3 Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción

Son aquellos conductores que se incluyen en los falsos techos, muros, paredes, vigas, forjados, etc. Presentan tensiones asignadas no inferiores a 450/750 V, armados con alambres galvanizados y provistos de aislamiento y cubierta.

Se pueden instalar directamente en los huecos de la construcción con la condición de que no sean propagadores de la llama. La sección de los huecos será como mínimo igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de los tubos, con mínimo de 20 mm.

7.1.2.2.4 Conductores aislados en bandejas o soportes de bandejas

Presentan cables de tensiones asignadas no menores a 0,6/1 kV, armados con alambres galvanizados y provistos de aislamiento y cubierta.

7.1.3 Tipos de canalizaciones

Todos los conductores anteriores son albergados por cuatro tipos de canalizaciones.

7.1.3.1.1 Canalización enterrada bajo tubo

Sigue ITC BT-07, en referencia a líneas subterráneas. Estas canalizaciones albergan los conductores que conectan el CT con el CGPM.

7.1.3.1.2 Canalización empotrada en obra

Esta canalización está contemplada en la ITC-BT 19, tabla 1, como canalización al aire de tipo B, que comprende

aquellos conductores que se protegen mediante tubos en montaje superficial o empotrados en obra.

7.1.3.1.3 Canalización en bandeja perforada

Esta canalización está contemplada en la ITC-BT 19, tabla 1, como canalización al aire de tipo F, que comprende aquellos conductores que se transportan con canalizaciones en bandeja.

7.1.4 Protecciones

7.1.4.1 Protección contra Sobreintensidades

Siguiendo la ITC-BT-22, *“Todo circuito se encuentra protegido contra los efectos de las sobreintensidades que se pueden producir, para las cuales la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará sobredimensionado para sobreintensidades previsibles”*.

Las sobreintensidades están motivadas por tres motivos:

- Sobrecargas debidas a los aparatos o defectos de aislamiento. Su protección se garantiza mediante un dispositivo formado por un interruptor automático magnetotérmico de corte omipolar con curva térmica de corte, o por cortocircuitos fusibles. De esta forma, se establece un límite de intensidad que no es sobrepasado gracias a este equipo de protección.
- Cortocircuitos. Estas anomalías son controladas por un dispositivo de protección cuya capacidad de corte está de acuerdo con la intensidad de cortocircuito máxima que pueda presentarse en el punto de su conexión. El mismo interruptor general magnetotérmico en cada línea que protege frente a sobrecargas, será el mismo utilizado para protección frente a cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

7.1.4.2 Protección contra sobretensiones

La protección contra sobretensiones se marca según la ITC-BT-23. Se debe incluir un dispositivo de control frente a las sobretensiones al comienzo de la Derivación Individual, que produce un corte en la red eléctrica de la almazara en caso de que se produzcan sobretensiones permanentes en la Red General Eléctrica.

7.1.4.3 Protección contra contactos. Puestas a tierra.

La instalación debe prever la protección frente a contactos, ya sean directos o indirectos, para salvaguardar la integridad física de los usuarios. Para ello, se cuenta con un sistema de puesta a tierra consistente en conducciones hasta picas enterradas que evacúan la diferencia de potencial debida a un contacto no deseado entre un elemento con carga y otro con energía potencial nula. Este apartado sigue la ITC-BT-24.

7.1.4.3.1 Contactos directos

Los contactos directos son aquellos que se producen entre usuarios y partes activas diseñadas para llevar tensión. Para evitar estos contactos, se deben incluir dos protecciones principalmente.

- Protección por aislamiento de las partes activas. Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual. Son los llamados Interruptores Diferenciales, que se incluyen en cada Cuadro Secundario, para cada una de las instalaciones interiores.

7.1.4.3.2 Contactos indirectos

Los contactos indirectos consisten en el contacto de un usuario con elementos que se han puesto bajo tensión como resultado de un fallo en el aislamiento o en el sistema.

La protección contra contactos indirectos se consigue mediante corte automático de la alimentación. Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite es de 50 V en condiciones normales.

7.1.4.3.3 Puestas a tierra

Este apartado se corresponde con la ITC-BT-18, que enuncia lo siguiente: *“Las puestas a tierra se establecen con el objetivo de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y atenuar el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.*

La puesta a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protecciones, de una parte del circuito eléctrico mediante una toma de tierra con un electrodo enterrado en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se debe conseguir que en el edificio no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que además permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o de descarga de origen atmosférico”.

La puesta a tierra se diseña de forma que presentan electrodos enterrados a no más de 50 cm de profundidad, para los que se utilizan elementos metálicos como barras, tubos, pletinas, etc. Estos bornes de tierra quedan unidos a todas las masas con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores deben tener la siguiente sección, por normativa:

- La sección S es igual a la sección de los conductores de fase S_f si $S_f \leq 16 \text{ mm}^2$.
- $S = 16 \text{ mm}^2$ si S_f se encuentra entre 16 y 25 mm^2 .
- $S = S_f/2$ en caso de que $S_f > 35 \text{ mm}^2$.

7.1.5 Receptores

7.1.5.1 Receptores de alumbrado

Las luminarias estarán protegidas contra caída vertical de agua (IPX1) y no deben pesar más de 5 kg si están suspendidas y conectadas por cables flexibles. Los receptores de alumbrado comprenden cinco tipos de luminarias, elegidas por su eficiencia energética y su adaptabilidad a las situaciones de esta almazara:

- Focos proyectores de 200 W de potencia para las zonas de recepción y molturación.
- Focos de LEDS de 150 W de potencia, utilizados para luminarias de exterior, en el patio de almazara y sobre los alrededores del edificio.
- Barras fluorescentes de 58 W de potencia, utilizadas en zonas técnicas, almacenes y sala de molturación.
- Placas de LEDS de 60x60 cm^2 con 50 W de potencia, utilizada en las zonas de oficinas y salón de actos.
- Puntos de luz en techo de 25 W en salas pequeñas que no requieran mucha luz.

También se incluye el alumbrado de emergencia, definido en la instalación contra incendios.

7.1.5.2 Receptores a motor

Los motores, ya sean bombas o motores incluidos en los equipos de molturación, no deben instalarse de forma que puedan causar un accidente ni estar en contacto con materias fácilmente combustibles para que no exista riesgo de ignición.

Los conductores de conexión deben dimensionarse para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás. Esto se debe a la seguridad frente a potenciales problemas en el arranque de los motores. Todos los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y sobrecargas en todas sus fases.

Los motores se clasifican según su arranque:

- Los motores con potencia requerida menor a 7 kW, que son principalmente los motores de las cintas transportadoras, sinfines y las bombas, presentan un arranque directo.
- Los motores con una potencia no superior a 15 kW, que son los motores de la mayoría de equipos de molturación, presentan un arranque estrella-triángulo.
- Los motores de los molinos presentan un arranque con variador de frecuencia, debido a su potencia por encima de los 15 kW.

7.1.6 Sistema de placas solares

Siguiendo el CTE-DB HE sección 5 [56], en relación con la Generación mínima de energía eléctrica, se impone que para edificios de nueva construcción se deben implantar placas fotovoltaicas para generación de energía eléctrica cuando la superficie de los edificios supere los 3000 m².

En este aspecto, en el proyecto se hará una previsión de la implantación de placas solares en la almazara, sin entrar en cálculos respecto a estas, proporcionando los datos esenciales para el conocimiento del impacto de este sistema.

Siguiendo la normativa anteriormente comentada, la potencia mínima a instalar será la siguiente:

$$P_{\min} = 0,01 S \quad (7-1)$$

$$P_{\min} = 0,01 \times 4.687,3 = 46,87 \text{ kW}$$

siendo S la superficie construida en la parcela. No obstante, la potencia generada no debe superar los 100 kW.

Se propone la implantación del sistema de placas fotovoltaicas en las naves A y B, las cuales deben tener una orientación Sur, para optimizar el aprovechamiento de la luz solar. Las placas presentan unas dimensiones 2 x 1 m² de media, y tienen capacidad de producción de 400 W por unidad.

Considerando que se disponen en filas transversales incluyendo los pasillos necesarios para el mantenimiento y limpieza de estas, se considera que las placas ocupan el 40 % de la cubierta de las naves A y B, lo que equivale a 1.320 m². Esto conlleva que existe una superficie útil para la implementación de unas 1.600 placas, lo que implica un total de 640 kW producidos.

Conforme a la normativa vigente, sólo se pueden producir 100 kW, por lo que ésta finalmente será la aportación a la red eléctrica.

7.1.7 Esquema unifilar

El dimensionado de la red eléctrica se realiza siguiendo dos criterios. En primer lugar, se opta por estimar una sección de cable transmisor de la energía eléctrica mediante el criterio de intensidad, y a continuación se comprueba que dicha canalización no implica pérdidas que superen el criterio de caída de tensión.

Como primera consideración, se propone para el cálculo que todos los circuitos trabajan en corriente trifásica. Esto en la realidad no es cierto, pues algunas instalaciones interiores probablemente no requieran de trifásica sino de monofásica. No obstante, se considera una aproximación que está de lado de la seguridad y se utiliza únicamente para la estimación de conducciones hasta los cuadros secundarios que es el objeto de este proyecto.

Las instalaciones interiores se presentan en el esquema unifilar a modo simbólico divididas en dos conducciones: circuito de alumbrado y circuito de fuerza. No se especifica el recorrido ni el dimensionamiento de cada circuito puesto que el proyecto consiste en una aproximación a los receptores de la almazara, que no tiene por qué ser totalmente exacta en la realidad.

7.1.7.1 Definición de conductores

Las instalaciones que presentan una potencia requerida mayor de 7 kW se implementan en instalación trifásica, de lo contrario en monofásica al considerarse circuitos de muy baja potencia, destinados principalmente a zonas cuya potencia está mayormente enfocada a la iluminación.

Para esta instalación, se va a utilizar tres tipos de conductores.

- Conductores de cobre al aire de tipo F: cables unipolares con contacto mutuo o en bandeja perforada, con distancia a pared mayor al diámetro del cable, según ITC-BT-19.

Se utilizan en las instalaciones interiores, las Instalaciones Interiores que presentan una potencia requerida mayor de 100 kW.

- Conductores de cobre al aire de tipo B: conductores aislados en tubos (a partir de 25 mm² de sección) en montaje superficial o empotrados en obra, según ITC-BT-19.

Se utilizan para aquellos circuitos interiores que requieran de una potencia menor a 100 kW, puesto que la sección de los cables es pequeña y se pueden colocar con esta solución. El aislamiento se realiza con los mismos materiales que el anterior conductor.

- Conductores de cobre enterrados en canalizaciones entubadas con una tensión admisible de 0,6/1 kV como mínimo y sección no inferior a 6 mm², según la ITC-BT-07. Atendiendo a la tabla 4 de esta instrucción técnica, se opta por ternas de cables unipolares con aislamiento XLPE.

Los conductores enterrados se utilizan en la Derivación Individual, para conectar el CT con el CGPM. Esta DI requiere de tres canalizaciones enterradas bajo tubo en paralelo para poder proporcionar la intensidad de red necesaria, que sobrepasa el kiloamperio.

Todo el cableado presenta un aislamiento XLPE, con cable flexible y cubierta de poliolefina, excepto la Derivación Individual enterrada cuya cubierta es de PVC.

7.1.7.2 Criterio de Intensidad

El criterio de intensidad en instalación trifásica se define mediante la siguiente expresión.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \psi} \quad (7-2)$$

Mientras que en instalación monofásica se presenta con esta fórmula.

$$I = \frac{P}{V \cos \psi} \quad (7-3)$$

Donde:

- I es la intensidad admisible del cable, en Amperios.
- P es la potencia requerida en esa canalización, en Watios.
- V es la tensión de red, en este caso, al ser red trifásica en baja tensión, es de 400 voltios.
- $\cos \Psi$ es la relación entre potencia activa P y aparente, que se estima en 0,85.

Atendiendo a una serie de tablas pertenecientes a la ITC en función de la canalización elegida, se muestra la relación entre la intensidad admisible y la sección del cable en cuestión.

Según la UNE 60364 Parte 5 [60], el cómputo de los factores correctores que afectan a la intensidad nominal será cercano a la unidad, por lo que la intensidad admisible en el criterio de carga es semejante a la intensidad nominal.

No obstante, para la aplicación de este criterio, se ha considerado que la intensidad admisible será un 20% mayor que la intensidad de diseño correspondiente, para así seguir un criterio conservativo que asegure el abastecimiento eléctrico durante el arranque de los motores u otros momentos de demanda máxima.

7.1.7.3 Criterio de Caída de Tensión

El criterio de caída de tensión se define con esta expresión.

- $\frac{\Delta V}{V} < 4,5 \%$ en circuitos de alumbrado.
- $\frac{\Delta V}{V} < 6 \%$ en circuitos de fuerza.

La caída de tensión, definida como ΔV , se obtiene para corriente trifásica mediante la siguiente expresión.

$$\Delta V = \frac{P L}{\gamma V S} \quad (7-4)$$

Y para corriente monofásica:

$$\Delta V = \frac{2 P L}{\gamma V S} \quad (7-5)$$

Donde

- ΔV es la caída de tensión en red, medida en voltios.
- P es la potencia requerida por los receptores de ese circuito, en watios.
- L es la longitud del tramo de conducción, en metros.
- γ es la conductividad eléctrica del cable.
- V es la tensión en red (400 V).
- S es la sección del conductor, en mm^2 .

En el dimensionamiento que se refleja en la figura 7.3, se ha calculado las pérdidas por caída de tensión en cada instalación interior entre el CGPM y el Cuadro Secundario en cuestión. Se establece como criterio que todas las canalizaciones tendrán pérdidas menores al 2%, para que así, las pérdidas entre CGPM y el receptor más desfavorable de cada instalación interior sean menores al 4,5% marcado en la ITC.

7.1.7.4 Dimensionamiento

La estimación de las características de cada conductor se realiza diseñando su sección con el criterio de intensidad admisible y comprobando su cumplimiento con el criterio de caída de tensión. Los resultados obtenidos en una tabla de Excel son los indicados en la siguiente figura. Se recuerda que sólo se calculó el cableado hasta los cuadros secundarios.

NOMBRE	SALIDA	ENTRADA	DESCRIPCIÓN		
D.I.	C.T.	C.G.P.M.	Unip. Enterrado bajo tubo	RV-K 0,6/1 kV	3(4x300+TTx150) mm ² Cu
RECEPCIÓN	C.G.P.M.	C.S.1	Unipolar bandeja perf. (F)	RZ1-K 0,6/1 kV	4x120+TTx70 mm ² Cu
MOLTURACIÓN B	C.G.P.M.	C.S.2	Unipolar bandeja perf. (F)	RZ1-K 0,6/1 kV	4x95+TTx50 mm ² Cu
MOLTURACIÓN A	C.G.P.M.	C.S.3	Unipolar bandeja perf. (F)	RZ1-K 0,6/1 kV	4x240+TTx120 mm ² Cu
EXTERIOR SO	C.G.P.M.	C.S.4	Unip. en tubo sup. E.O. (B)	RZ1-K 0,6/1 kV	2x6+TTx6 mm ² Cu
BODEGA SUR	C.G.P.M.	C.S.5	Unip. en tubo sup. E.O. (B)	RZ1-K 0,6/1 kV	4x10+TTx10 mm ² Cu
BODEGA NORTE	C.G.P.M.	C.S.6	Unip. en tubo sup. E.O. (B)	RZ1-K 0,6/1 kV	4x10+TTx10 mm ² Cu
ENVASADO	C.G.P.M.	C.S.7	Unip. en tubo sup. E.O. (B)	RZ1-K 0,6/1 kV	4x6+TTx6 mm ² Cu
ALMACENES	C.G.P.M.	C.S.8	Unip. en tubo sup. E.O. (B)	RZ1-K 0,6/1 kV	2x6+TTx6 mm ² Cu
SALÓN DE ACTOS	C.G.P.M.	C.S.9	Unip. en tubo sup. E.O. (B)	RZ1-K 0,6/1 kV	2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu
OFICINAS	C.G.P.M.	C.S.10	Unip. en tubo sup. E.O. (B)	RZ1-K 0,6/1 kV	4x4+TTx4 mm ² Cu
EXTERIOR NE	C.G.P.M.	C.S.11	Unip. en tubo sup. E.O. (B)	RZ1-K 0,6/1 kV	2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu
AGRUPACIONES	C.G.P.M.	Comienzo Agrup.	Unip. en tubo sup. E.O. (B)	RZ1-K 0,6/1 kV	4x25+TTx16 mm ² Cu
G.B. PCI	C.T.	C.S.12	Unip. en tubo sup. E.O. (B)	RZ1-K 0,6/1 kV	2x2,5+TTx2,5 mm ² Cu
G.B. Fontanería	C.T.	C.S.13	Unip. en tubo sup. E.O. (B)	RZ1-K 0,6/1 kV	2x2,5+TTx2,5 mm ² Cu

Figura 7.2 Características de los conductores.

NOMBRE	SALIDA	ENTRADA	Preq [W]	L [m]	V [v]	cos phi	I [A]	Criterio Intensidad S [mm ²]	Criterio Caída de Tensión		
									cdt [V]	cdt/V [%]	Límite [%]
D.I.	C.T.	C.G.P.M.	674424	60	400	0,85	1374,28	300	2,0072	0,5018	1,50
RECEPCIÓN	C.G.P.M.	C.S.1	155265	11,58	400	0,85	316,38	120	0,6689	0,1672	4,50*
MOLTURACIÓN B	C.G.P.M.	C.S.2	125070	16,5	400	0,85	254,86	95	0,9698	0,2424	4,50*
MOLTURACIÓN A	C.G.P.M.	C.S.3	263307	53,76	400	0,85	536,54	240	2,6331	0,6583	4,50*
EXTERIOR SO	C.G.P.M.	C.S.4	5500	69	400	0,85	19,41	6	5,6473	1,4118	4,50*
BODEGA SUR	C.G.P.M.	C.S.5	22110	49,2	400	0,85	45,05	10	4,8563	1,2141	4,50*
BODEGA NORTE	C.G.P.M.	C.S.6	19140	58,56	400	0,85	39,00	10	5,0037	1,2509	4,50*
ENVASADO	C.G.P.M.	C.S.7	15910,4	23,4	400	0,85	32,42	6	2,7701	0,6925	4,50*
ALMACENES	C.G.P.M.	C.S.8	7365,6	59,04	400	0,85	26,00	6	6,4712	1,6178	4,50*
SALÓN DE ACTOS	C.G.P.M.	C.S.9	5665	9	400	0,85	19,99	1,5	3,0348	0,7587	4,50*
OFICINAS	C.G.P.M.	C.S.10	11880	40,956	400	0,85	24,21	4	5,4303	1,3576	4,50*
EXTERIOR NE	C.G.P.M.	C.S.11	3355	32,4	400	0,85	11,84	1,5	6,4704	1,6176	4,50*
AGRUPACIONES	C.G.P.M.	Comienzo Agrup.	39856	0,3	400	0,85	81,21	25	0,0214	0,0053	4,50*
G.B. PCI	C.T.	C.S.12	3030	40	400	0,85	10,69	2,5	4,3286	1,0821	1,5
G.B. Fontanería	C.T.	C.S.13	2500	20	400	0,85	8,82	2,5	1,7857	0,4464	1,5

Figura 7.3 Tabla de cálculo eléctrico en conductores.

7.2 Red de Fontanería

La instalación de fontanería de este establecimiento industrial se realiza conforme al Código Técnico de la Edificación, siguiendo el Documento Básico de Salubridad, Sección 4, en referencia al Suministro de Agua (CTE DB HS 4) [45].

El objeto de este apartado es definir la instalación de Suministro de Agua a toda la planta industrial cumpliendo con las condiciones y garantías mínimas exigidas en la normativa vigente.

7.2.1 Suministro de agua

El suministro de agua se realiza a través de una acometida a pie de calle en dirección Norte-Sur, con conducción de agua fría hacia todas las zonas del edificio que lo requieran. Se incluye un depósito regulador y un grupo de presión para mantener un caudal y una presión en red constantes, para evitar la dependencia a las fluctuaciones en la Red General de Abastecimiento.

Siguiendo la Normativa Básica, los caudales instantáneos mínimos en los aparatos sanitarios que aparecen en este establecimiento serán los siguientes.

Tabla 7.2 Caudal instantáneo mínimo de sanitarios.

Sanitario	Caudal Agua fría [L/s]	Caudal ACS [L/s]
Lavabo	0,1	-
Ducha	0,2	0,2
Inodoro con cisterna	0,1	-
Urinario con cisterna	0,04	-
Grifo aislado	0,15	-

En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:

- 10 mca para grifos comunes
- 150 mca para fluxores y calentadores.

La presión en cualquier punto de consumo no debe superar 500 kPa. La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C.

7.2.2 Calidad del agua

En referencia al artículo 2.1.1 del Documento Básico HS 4, se deben implantar tuberías y accesorios que cumplan una serie de especificaciones para no afectar a la calidad del agua que suministran. Se considera que esta instalación cumple con todos los requisitos que este artículo incluye, y que no se detallan en esta memoria.

7.2.3 Elementos de la instalación

La instalación es una red con contador general único ubicado a pie de calle, compuesta por una acometida, un armario de contadores, y distintas derivaciones colectivas e individuales. La representación gráfica de la red de fontanería se incluye en el Anexo de Planos.

7.2.3.1 Acometida

Según la normativa, la acometida dispone como mínimo de los elementos siguientes:

- una llave de toma sobre la tubería de distribución de la red exterior de suministro que abra el paso a la acometida.
- un tubo de acometida que enlace la llave de toma con la llave de corte general, el cual es conveniente que esté bien protegido ya que se realiza acometida bajo calzada.
- Una llave de corte en el exterior de la propiedad, sólo manipulable por el personal autorizado.

La acometida se realiza directamente desde la Red General de Distribución de agua potable del polígono industrial 'Ave María' de Andújar, al pertenecer esta parcela a su terreno industrial.

7.2.3.2 Instalación General

La instalación general es el conjunto de tuberías y accesorios de control y regulación que enlazan la acometida con cada uno de los equipos mediante colectores y derivaciones. Esta instalación presenta un esquema incluido en el anexo de planos, y está formada por los siguientes elementos ordenados aguas abajo, cuyas especificaciones aparecen en el Documento Básico.

7.2.3.2.1 Armario de Contador General

El armario de contador general es un compartimento situado cerca del exterior de la parcela que contiene la llave de corte general, un filtro de la instalación general, el contador, una llave de prueba, una válvula de retención y una llave de salida. Este contador general será único en la instalación.

Las dimensiones de este armario dependen del caudal requerido en la instalación. En este caso, se colocará una cámara de superficie 2,2 x 0,8 m² y altura 80 cm para albergar el contador general, pues el diámetro nominal del distribuidor que acomete este armario es de 80 mm.

La llave de corte general sirve para interrumpir el suministro al edificio. Se encuentra dentro de la parcela, accesible para manipulación, ubicada dentro del armario del contador general.

El filtro de instalación general tiene como función retener los residuos de agua que puedan incentivar la corrosión de las canalizaciones metálicas.

7.2.3.2.2 Tubo de alimentación

El tubo de alimentación es la conducción que enlaza la llave de corte general con los sistemas de regulación de la presión. Este tubo de alimentación presentará las mismas especificaciones que el distribuido principal, que se detalla más adelante.

7.2.3.2.3 Sistema de regulación de presión

El sistema de regulación de presión estabiliza la presión de la red de fontanería, impulsando el agua mediante un sistema de bombeo y contando con una reserva de agua.

Consta de un depósito auxiliar de alimentación el cual regula el caudal de entrada en red, acompañado de un grupo de bombeo que incluirá dos bombas dispuestas en paralelo, de iguales prestaciones con funcionamiento alterno.

7.2.3.2.4 Distribuidor principal

El distribuidor principal es el conducto que canaliza el agua de forma común, y que enlaza el sistema de presión con las derivaciones que abastecen individual o colectivamente los puntos de consumo considerados. Estas derivaciones deben incluir una llave de corte para evitar inundaciones en caso de averías, cerrando solamente la zona de la red de fontanería afectada, sin impedir el correcto funcionamiento del resto de la instalación.

Este distribuidor principal se diseña de acero galvanizado roscado, con diámetro de 3 pulgadas, según los cálculos realizados a continuación, con capacidad para abastecer un caudal de 8 L/s.

7.2.3.2.5 Ascendentes y montantes

Son tuberías verticales alojadas en huecos o recintos que pueden ser compartidos con otras instalaciones de agua

del edificio. Los ascendentes deben tener una válvula de retención y llave de corte.

7.2.3.2.6 Instalaciones particulares o colectivas

Son secciones de la red que se encuentran compartimentadas mediante una llave de paso, y que mediante derivaciones particulares alimentan individualmente a un punto de consumo, o con derivaciones colectivas a varios puntos de consumo. Todos los puntos de consumo deben presentar una llave de corte individual.

Las dimensiones de cada derivación se define conforme el caudal requerido por los puntos de consumo que esta alimenta. Estas derivaciones, si alimentan a varios puntos de consumo, serán de acero galvanizado. Sin embargo, las derivaciones individuales a sanitarios son de cobre.

7.2.3.2.7 Sistema de reducción de presión

En caso de encontrar sobrepresiones en red, se colocan una serie de válvulas limitadoras para regular la presión en cada una de las derivaciones individuales, con el fin de evitar la superación de la presión máxima de servicio en los puntos de consumo.

7.2.3.3 Instalación de Agua Caliente Sanitaria

Esta planta industrial requiere de ACS en los vestuarios (duchas) y en las termobatidoras de la sala de molturación. De esta manera, se debe disponer de una instalación de agua caliente que facilite la llegada del agua a estas zonas a la temperatura estipulada. Para ello, se cuenta con la caldera de biomasa como fuente de ACS, aunque si se considera oportuno, también se puede instalar un termo eléctrico con alimentación exclusiva a las duchas.

Su diseño es análogo a la red de agua fría, es decir, el distribuidor principal presenta una derivación hasta el calentador para conseguir la temperatura estipulada en red, y esta agua se transporta mediante un distribuidor de ACS hasta los puntos de consumo descritos anteriormente.

Presentará un sistema de recirculación del agua de las termobatidoras, pues esta agua no se ensucia con aceites o grasas y por tanto puede ser utilizado un número considerable de veces.

7.2.4 Separaciones entre instalaciones

Las tuberías de agua fría se ubican en el falso techo de la nave B, y cuando este no existe, quedan colgadas en la pared. Estas tuberías no deben verse afectadas por focos de calor y deben estar a una distancia de 4 cm como mínimo de las tuberías de ACS.

7.2.5 Diseño de la red de distribución

7.2.5.1 Diseño de tuberías

El diámetro de las tuberías se define según la ecuación (5-17), pues depende del caudal que transporta.

$$D = \sqrt{\frac{4 Q}{\Pi}}$$

Todas las tuberías mostradas son de acero galvanizado. A modo de inciso, se hace un resumen de los grupos de tuberías que existen en la instalación:

- Distribuidor principal, que alimenta todas las derivaciones de la red. Esta tubería se dimensiona con un factor de simultaneidad de los equipos de 0,7, ya que probablemente la red eléctrica no esté abasteciendo

al 100% de su capacidad, y de lo contrario se puede contar con la ayuda del grupo de bombeo para situaciones puntuales donde se requiera un sobreabastecimiento.

Este distribuidor principal se diseñará con un diámetro constante de 3 pulgadas, considerando el caudal mayor que debe contener para abastecer a la red.

- Derivaciones de aseos y vestuarios. Estas derivaciones pueden presentar un factor de simultaneidad pues rara vez los sanitarios están funcionando todos de forma simultánea. No obstante, se decide no incluir este factor reductor, para así tener las tuberías sobredimensionadas.

Estas derivaciones colectivas presentan diferentes diámetros en función de los sanitarios que alimentan.

- Derivaciones a equipos de limpieza. Estas tuberías sólo están en funcionamiento cuando se requiera un cambio del depósito de limpieza de los equipos compactos, por lo que tienen un uso puntual. Abastecerán a 3000 L/h, con el objetivo de llenar los tanques de los tres equipos simultáneamente en una hora.

Esta derivación presenta un diámetro aguas arriba de 2'', mientras que para cada equipo se debe incluir tuberías de 1,5''.

- Derivaciones a centrífugas. Estas derivaciones deben abastecer a los tres equipos de forma constante en el tiempo, a razón de 1563 L/h. Cada derivación individual es de 1'', mientras que la derivación colectiva aguas arriba es de 2''.
- Derivación a caldera. Esta derivación tiene como fin mantener el depósito de 580 L de la caldera de p llet lleno de forma continua, a su vez que éste se descargará por el uso del ACS en las termobateras y las duchas. Presenta un diámetro de 2,5''.

En la siguiente figura se muestra cada uno de los diámetros calculados para las distintas tuberías. La velocidad del agua se estima en 1 m/s. Los distintos nudos se encuentran dibujados en el Anexo de Planos.

Descripción	Final	Inicio	Q [l/s]	f	D [mm ²]	DN
D-1	CF-103	CF-102	0,45	1	23,93	1''
D-2	CF-102	CF-101	0,9	1	33,85	1,5''
D-3	CF-101	N2	1,5	1	43,70	2''
D-4	E-3	N1	0,83	1	32,51	1,5''
D-5	E-5	E-4	0,83	1	32,51	1,5''
D-6	E-4	N1	1,66	1	45,97	2''
D-7	N1	N2	2,79	0,7	41,72	3''
P	N2	N3	4,29	0,7	51,73	3''
D-9	Calentador	N3	2	1	50,46	2,5''
P	N3	N4	6,29	0,7	62,64	3''
D-11	WCs + Duchas	N4	1,1	1	37,42	1,5''
D-12	Lavabos	N4	0,3	1	19,54	0,75''
P	N4	N5	9,24	0,7	75,92	3''
P	N5	N6	9,39	0,7	76,53	3''
D-15	Grifos	N6	0,3	1	19,54	0,75''
P	N6	N7	9,69	0,7	77,75	3''
D-17	WCs Aseo 1	Aseo 1	0,45	1	23,93	1''
D-18	Lavabos Aseo 1	Aseo 1	0,3	1	19,54	0,75''
D-19	Aseo 1	N7	0,75	1	30,90	1,25''
D-20	Aseo 2	N7	0,6	1	27,64	1,25''
P	N7	N8	11,04	0,7	82,99	3''
D-22	Aseo 3	N8	0,2	1	15,96	0,75''
P	N8	G.P.	11,39	0,7	84,29	3''
P	G.P.	Acometida	11,39	0,7	84,29	3''

Figura 7.4 Estimación de diámetro de tuberías de agua fría.

Con respecto a la instalación de ACS, se realizará el mismo cálculo que se ha presentado anteriormente. Igualmente, son de acero galvanizado. Distinguimos las siguientes conducciones:

- Distribuidor de ACS. Es una conducción que une el calentador con el nudo N10, de donde aparecen las derivaciones siguientes. Este distribuidor se supone que siempre está funcionando en condición plena, puesto que las termobaterías siempre exigen agua, y las duchas en algún momento pueden estar simultáneamente en funcionamiento.
- Derivación de termobaterías. Presenta una conducción aguas arriba de 1'', con un caudal de alimentación de 1440 L/h por equipo constante durante el proceso de molturación. Esta agua puede recircularse, pues es agua limpia que no se mezcla con aceites.
- Derivación de duchas. Presenta una conducción aguas arriba de 2'', puesto que se supone el uso simultáneo de todas las duchas, por ejemplo, cuando los operarios acaban la jornada laboral.

La tubería de recirculación del agua de las termobaterías se dimensiona conforme a la tabla 4.4 del DB HS 4. Este volumen de 1440 litros que se introduce en estos equipos para calentar la pasta de aceituna, debe ser recirculado utilizando una tubería que conecta los equipos con el depósito auxiliar de la caldera. Presenta un diámetro de 1,5'' de acero galvanizado.

Descripción	Final	Inicio	Q [l/s]	f	D [mm ²]	DN
D-24	TB-103	TB-102	0,14	1	13,35	0,5''
D-25	TB-102	TB-101	0,27	1	18,54	0,75''
D-26	TB-101	N10	0,4	1	22,57	1''
D-27	Duchas As1	N11	0,8	1	31,91	1,25''
D-28	Duchas As2	N11	0,8	1	31,91	1,25''
D-29	Duchas gen	N10	1,6	1	45,13	2''
P	N10	Caldera	2	1	50,46	2,5''

Recirculación	Caldera	TB-1	1440 L/h			1,5''
---------------	---------	------	----------	--	--	-------

Figura 7.5 Estimación de diámetro para tuberías de ACS.

7.2.5.2 Grupo de presión

El cálculo del grupo de presión consiste en estimar la potencia requerida en el sistema de bombeo para mantener una presión uniforme durante el abastecimiento de agua en la red. Para ello, se deben calcular las pérdidas de carga producidas en el punto de consumo más desfavorable, es decir, las pérdidas máximas que el agua debe vencer impulsada por el grupo de bombeo.

El punto de consumo más desfavorable es la centrífuga CF-103 pues es el punto más lejano que se abastece desde la acometida. A continuación, se calcula el diámetro

A continuación, se estima la altura piezométrica de ese punto en cuestión con la ecuación (5-19).

$$H = \left(H_g + \frac{\lambda v^2 L}{2 \times 10^{-3} g D} + \frac{v^2}{2g} + p_b \right)$$

La altura H representa las pérdidas que se deben vencer para un punto de consumo cualquiera, en m.c.a.

- La altura geométrica H_g se estimará en 3 metros, debido a los ascendentes que debe vencer el sistema.

- El segundo término representa las pérdidas por fricción con las tuberías, calculadas mediante la ecuación de Swamee-Jain (5-20) y la definición del número de Reynolds (5-21).
- El tercer término representa las pérdidas asociadas a la velocidad del fluido, de 1 m/s.
- El último término representa la presión en boquilla que debe tener cada punto de consumo, como mínimo de 10 mca para grifos comunes.

El valor de las pérdidas totales para el punto de consumo más desfavorable es de 15,5 mca.

	Final	Inicio	Re	Coef fricción	Hg	Pérdidas fricc	Pérdidas vel	P boquilla	H [mca]
D-1	CF-103	CF-102	25000	0,03568		0,2910			
D-2	CF-102	CF-101	40000	0,03088		0,1574			
D-3	CF-101	N2	50000	0,02893		0,8405			
P	N2	Acometida	80000	0,0254		1,1004			
TOTAL	CF-103	Acometida			3	2,3892	0,0510	10	15,440209

Figura 7.6 Pérdidas en el punto de consumo más desfavorable.

Donde los datos son.

- ϵ : rugosidad absoluta de la tubería, estimada en 0,15 mm (acero galvanizado).
- Re: número de Reynolds.
- ρ : densidad del agua, equivale a 1000 kg/m³.
- μ : coeficiente de viscosidad dinámica del acero galvanizado, con valor 0,001 Pa·s.

Aplicando la ecuación (5-15), se calcula la potencia requerida por el grupo de bombeo.

$$P = \frac{8 \frac{l}{s} \times 1 \frac{kg}{l} \times 9,81 \frac{m}{s^2} \times 20 \text{ mca}}{0,7} \times 1,1 = 2.466,5 \text{ W} \approx 2,5 \text{ kW}$$

El volumen del depósito auxiliar de alimentación se calcula aplicando la siguiente ecuación.

$$V = Q \times t \times 60 \quad (7-6)$$

Donde:

- V es la reserva del depósito, en L.
- Q es el caudal que suministra al distribuidor general, en L/s.
- t es el tiempo estimado de llenado del depósito, que será de 15 minutos.

$$V = 8 \frac{L}{s} \times 15 \text{ min} \times 60 \frac{s}{min} = 7,2 \text{ m}^3 \approx 10 \text{ m}^3$$

Como solución más conservativa, se opta por instalar un grupo de bombeo con una potencia de 2,5 kW para controlar la red de fontanería. Este grupo se dispone a modo de un depósito auxiliar de 10 m³ que alimenta a dos bombas comerciales en paralelo con funcionamiento en alternancia, que presentan una curva curva H-Q de 20

mca – 500 L/min.

7.2.5.3 Derivaciones individuales

De acuerdo con la tabla 4.2 del DB HS 4, se establecen los diámetros mínimos que requieren las derivaciones individuales de los sanitarios de la instalación propuestas de cobre, que se reflejan en la siguiente tabla.

Tabla 7.3 Diámetro de las derivaciones individuales.

Sanitario	Diámetro [mm]
Lavabo	12
Ducha	12
Inodoro con cisterna	12
Urinario con cisterna	12

7.3 Red de Saneamiento

La red de saneamiento de esta almazara se realiza conforme al Código Técnico - Documento Básico de Salubridad, en relación con su capítulo HS 5 (Evacuación de Aguas) [45].

7.3.1 Sistema de Evacuación

7.3.1.1 Sistema separativo

La instalación presenta un sistema separativo, que consiste en concentrar las aguas residuales y fecales en una línea de evacuación, mientras que las pluviales se transportan por otra línea análoga. Esto implica dimensionados totalmente distintos en bajantes y colectores, y acometidas a red de evacuación diferentes, pues el polígono industrial presenta esta diferenciación.

El acierto de incluir un sistema separativo con respecto a uno mixto reside en poder llevar las aguas negras directamente a la red de evacuación, mientras que las pluviales pueden ser aprovechadas para riego de zonas verdes o limpieza de los equipos, si su contenido en grasas es lo suficientemente admisible tras ser tratadas en la arqueta separadora. Además, el polígono industrial presenta dos redes de alcantarillado.

El sistema separativo se divide en estas dos redes:

- Red de aguas negras, constituidas por aguas residuales y fecales de los sanitarios. Todos los sanitarios, que presentan un sifón individual propio, derivan a una arqueta de paso, la cual conecta con un colector común hasta la arqueta general que debe ser sifónica, coincidiendo con el final de esta red y la unión con la acometida.
- Red de pluviales, que estarán formadas por pluviales de cubierta (que no están en contacto con grasas) y pluviales de contacto, provenientes del suelo. Las pluviales de contacto se recogen en arquetas sumidero (alcantarillas) y se evacúan mediante colectores enterrados hasta una arqueta separadora de grasas. Las pluviales de cubierta por su parte descienden hasta arquetas de bajantes y se unen a las pluviales de contacto mediante un pozo de registro o una arqueta sifónica, en función de la cantidad de agua transportada.

7.3.1.2 Redes de evacuación

Las aguas que vierten en la red de evacuación procedentes de la almazara se agrupan en cinco clases:

- Las aguas fecales, son aquellas que arrastran materia fecal procedentes de inodoros y urinarios, con alto contenido de restos orgánicos y bacterias.
- Las aguas residuales, son aquellas que proceden del conjunto de aparatos sanitarios excepto los nombrados anteriormente. Son aguas con relativa suciedad que arrastran muchos elementos en disolución, como grasas y jabones.
- Las aguas pluviales, son las procedentes de la lluvia o nieve y son generalmente aguas limpias. Se van a considerar aguas pluviales aquellas que caen en cubierta y por tanto no presentan ningún agente contaminante.
- Las aguas pluviales de contacto son aquellas procedentes de la lluvia, pero que caen en el suelo de la parcela y se pueden ver alteradas en el arrastre de grasas y elementos contaminantes. Estas aguas deben ser tratadas mediante una arqueta separadora de grasas para que pueda ser vertida a la red de evacuación.
- Las aguas de proceso son aquellas que están en contacto con el proceso industrial de la almazara, y por tanto presentan altos contenidos de materia orgánica. Se incluyen en este apartado por notar que se deben tener en cuenta, pero en la realidad estas aguas contaminadas se transportan directamente a los depósitos de orujo y agua vegetal, por lo que no se incluyen en este apartado.

7.3.2 Elementos de la instalación

Siguiendo la normativa, una instalación de saneamiento incluye los siguientes elementos, todos ellos definidos pormenorizadamente en el Documento Básico HS 5.

7.3.2.1 Cierres hidráulicos

Por definición, pueden ser de diversos tipos: sifones individuales, botes sifónicos, sumideros sifónicos o arquetas sifónicas. Su finalidad principal es evitar el paso de los malos olores entre sanitarios afectando al interior de los establecimientos.

Todos los sanitarios que conforman el sistema de evacuación de aguas negras (inodoros, lavabos, urinarios y duchas) presentan su propio sifón individual. Todos ellos se unen mediante arquetas de paso en función de las salas donde se ubican.

Todos los cierres hidráulicos cumplen con las especificaciones conforme a la normativa vigente.

7.3.2.2 Redes de pequeña evacuación

Son las derivaciones individuales que conectan cada equipo con las bajantes o colectores principales. Son tuberías horizontales que presentan una pendiente para facilitar la evacuación por gravedad, en función del sanitario con el que conecten. Todas las redes de pequeña evacuación se dimensionan conforme a lo estipulado en la Norma Básica.

7.3.2.3 Bajantes

Son tuberías verticales que recogen el vertido de las redes de pequeña evacuación y desembocan en arquetas de paso, con un sentido descendente. En esta instalación, las bajantes sólo recogen las aguas pluviales de la cubierta

de las naves. Se dimensionan en cumplimiento con los requisitos marcados en la normativa.

7.3.2.4 Colectores

Son tuberías horizontales que recogen el agua de las bajantes y la canalizan hasta la acometida a red general de alcantarillado. Todos los colectores de esta instalación irán enterrados. Deben tener una pendiente del 2% como mínimo y arquetas de registro cada 15 metros.

Si cabe la posibilidad, irán enterrados en la misma zanja que los colectores de la red de fontanería, justo por debajo de ésta.

7.3.2.5 Arquetas

Las arquetas presentes en esta instalación son de cinco tipos.

7.3.2.5.1 Arquetas de paso

Se utilizan para registro de la red enterrada cuando se produzcan encuentros, cambios de sección, de dirección o de pendiente. Como máximo, se deben incluir en una línea cada 15 metros.

7.3.2.5.2 Arquetas a pie de bajante

Se utilizan a modo de conexión entre bajantes de las pluviales en cubierta y los colectores horizontales enterrados. Su disposición es tal que se reciba la bajante en un lateral sobre un dado de hormigón, estando dicha bajante orientada hacia la salida. El fondo de la arqueta tiene pendiente hacia la salida, para facilitar la evacuación.

7.3.2.5.3 Arquetas sumidero

Sirven para la recogida de aguas de lluvia en el patio de la almazara por debajo de la cota del terreno, teniendo su entrada en la parte superior – en una rejilla desmontable - y una salida horizontal con fondo con pendiente hacia el colector de salida. Estas arquetas vierten sus aguas a una arqueta común separadora de grasas antes de llegar a la acometida.

7.3.2.5.4 Arquetas sifónicas

Presentan la entrada más baja que la salida con un codo a 90°. A ellas acometen los distintos colectores para evitar la salida de los malos olores de sumideros o de los sanitarios.

7.3.2.5.5 Arquetas separadoras de grasas y fangos

Se utilizan para separar las grasas y aceites incluidos en las pluviales recogidas en el patio de almazara. Presenta una mayor capacidad que las arquetas sifónicas para poder realizar la separación de grasas por densidad. Así, los aceites quedan flotando en la parte superior.

Se dispondrá una arqueta previa al final de la instalación antes del pozo general y de la acometida. Esta arqueta debe tener un tabique separador al menos, una abertura de ventilación y una tapa de registro accesible para extraer los lodos.

Las dimensiones se particularizan para cada arqueta siguiendo la tabla 4.14 del DB-HS 5. Todas las arquetas presentan la profundidad que exige el paso del colector enterrado a través de ellas.

7.3.2.6 Pozo de registro

El pozo de registro se ubica en el interior de la parcela, previo a la acometida. Este pozo se diseña con forma cilíndrica y pared en anillos de hormigón prefabricado de 10 cm de espesor, con un diámetro interior de 80 cm y 3 metros de altura en función de la profundidad de la canalización de la red. Está apoyado en solera de hormigón con tapa hermética metálica, según normativa.

7.3.2.7 Sistema de bombeo y elevación

Considerando que la acometida se ubica a una profundidad mayor que el pozo de registro o arqueta general, no se requiere de un sistema de bombeo.

7.3.2.8 Sistema de ventilación

Presentan el objetivo de evitar la entrada de olor fétido en el interior del establecimiento, motivado por una mala comunicación de la red de saneamiento con el exterior de la implantación, provocando la contaminación del aire.

En este proyecto no se requiere la inclusión de sistemas de ventilación puesto que los distintos cierres hidráulicos resultan suficientes para evitar la contaminación del aire dentro del edificio.

7.3.2.9 Tuberías

Las tuberías utilizadas deben tener una serie de características específicas que permitan una evacuación eficaz y una resistencia mecánica y química suficiente para desempeñar su función durante una vida útil relativamente larga.

Para la red de pluviales de cubierta, se opta por incluir canalones en forma de cajón rectangular de chapa zincada de 1,5 mm de espesor, al ser un material protegido de la corrosión y resistente a la intemperie.

Los canalones van conectados a bajantes interiores de sección circular de PVC, que se protegen en el primer metro de altura mediante fundas de chapa de posibles accidentes laborales (por ejemplo, choque de carretillas). El PVC resulta ser un material económico, ligero y cuya superficie lisa facilita la evacuación de las aguas. Además, al encontrarse en el interior del edificio presenta una vida útil bastante aceptable.

Las bajantes, que quedan fijadas a los pilares mediante tornillería, desembocan en arquetas interiores que, unidas a un colector, transportan el agua de las cubiertas hasta el pozo de registro.

La red de aguas negras están formadas por tuberías de PVC en su totalidad, pues tanto derivaciones individuales como colectores enterrados son de este material. Esta decisión se toma por ser la opción más económica, y porque esta red se encuentra en el interior del edificio o enterrada, por lo que no sufre de las condiciones a la intemperie.

Para la red de pluviales de contacto con el patio, se incluyen colectores horizontales de PVC que presentan una buena impermeabilidad y al ir enterrados, no sufren de las condiciones de la intemperie. Estos van unidos a arquetas sumidero y a la arqueta separadora de grasas. Tras haber sido tratadas, estas pluviales desembocan en el pozo de registro, donde se une con las pluviales de cubierta.

7.3.3 Diseño de la instalación

En este apartado se procede a estimar las dimensiones de las tuberías y arquetas del sistema de evacuación de aguas de la Almazara, atendiendo a los criterios de la Norma Básica.

En el Anexo de Planos, se incluye la nomenclatura de arquetas y tuberías de la red, que se seguirá en el diseño realizado en los siguientes apartados.

7.3.3.1 Red de aguas negras

La red de aguas fecales y residuales se dimensiona en función de unos parámetros llamados unidades de cada sanitario. A continuación, se muestran las tablas que relacionan el número de unidades con el diámetro estimado tanto de redes de pequeña evacuación como de colectores horizontales enterrados, atendiendo al apartado 4.1 de la Norma Básica de evacuación de aguas.

Tabla 7.4 Tuberías red de aguas negras. Redes de pequeña evacuación.

Conexión	UDS	Diámetro [mm]
Lavabo	2	DN 40
Ducha	3	DN 50
Inodoro	5	DN 100
Urinario	2	DN 40

Tabla 7.5 Tuberías red de aguas negras. Colectores enterrados.

Conexión	UDS	Diámetro [mm]
Lavabos (3)	6	DN 50 (2%)
Urinarios (2)	4	DN 50 (2%)
A1-A2	12	DN 90 (1%)
A2-A3	33	DN 110 (1%)
A4-A6	23	DN 110 (1%)
A5-A6	26	DN 110 (1%)
A3-A6	66	DN 110 (1%)
A6-Acometida	115	DN 110 (1%)

Todas las arquetas utilizadas en esta red presentan un área de 40 x 40 cm² y son arquetas de paso, excepto la arqueta A-6 que se considera arqueta principal y es sifónica para evitar los malos olores en las zonas interiores. La profundidad de cada arqueta depende de la cota de los colectores en cuestión. La diferencia de cota entre el receptor más lejano y la acometida es de 70 cm, por lo que la profundidad de la acometida es asumible.

7.3.3.2 Red de aguas pluviales de cubierta

Este apartado incluye el diseño de la red de pluviales de cubierta, incluyendo canalones, bajantes y colectores horizontales enterrados, siguiendo el artículo 4.2 de la Norma Básica HS 5.

7.3.3.2.1 Canalones

Es de especial mención prestar atención a la disposición de los canalones. Se dispondrán canalones que reciben

las pluviales de un único faldón si éstos no están ubicados entre dos naves, es decir, se encuentran en los extremos del edificio.

En caso de que se encuentren en el valle entre dos cubiertas, es decir, recibiendo las pluviales de dos naves que son anexas, el canalón se dimensiona con capacidad para recoger las pluviales de ambos faldones.

Se pueden dar además casos particulares relacionados con la existencia de muros elevados de compartimentación:

- Aquellas cubiertas que coincidan con algún muro elevado colindante de compartimentación implican tener dos canalones, uno para la cubierta de cada nave como se observa en la siguiente imagen.

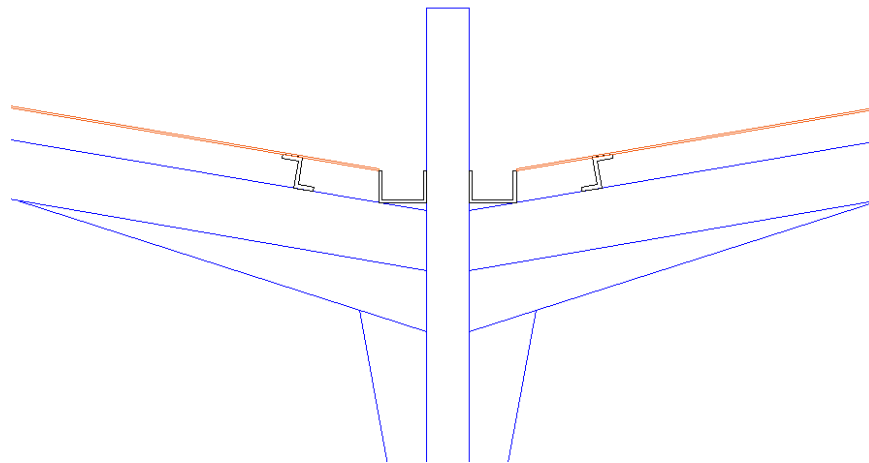


Figura 7.7 Disposición canalones con muro de elevación.

- Aquellas cubiertas que acometan a un muro elevado en dirección ortogonal tendrán un canalón limitado hasta dicho muro. De ahí en adelante, se produce un corte debido a la sobreelevación del muro y se continúa con otro canalón distinto.

Aquellas cubiertas que no presenten limitaciones debidas a muros sobreelevados relacionados con la sectorización del edificio tendrán canalón único y continuo, que es el caso más general.

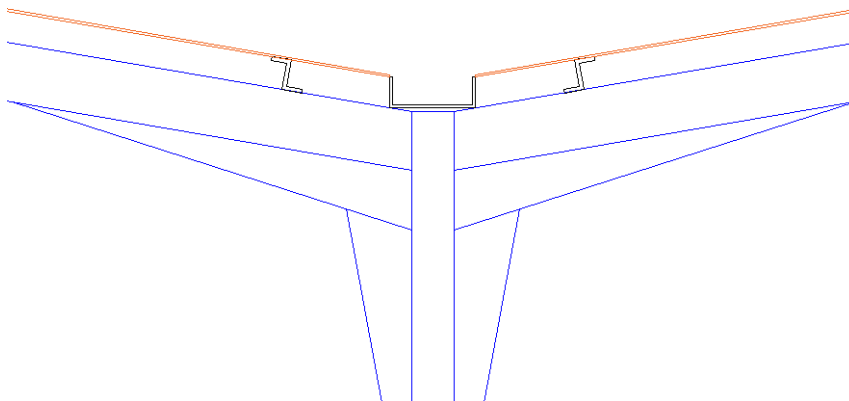


Figura 7.8 Disposición canalón central.

Los canalones se proponen con sección en cajón rectangular ensartados en la cubierta, por lo que se dimensionan con una mayoración del 10% del resultado obtenido para canalones circulares, según normativa. Todos los canalones se han ubicado con el objetivo de que evacúen una superficie de pluviales de 150 m², excepto aquellos canalones centrales que, al recoger el agua de dos faldones por estar entre naves anexas, deben evacuar una superficie de 300 m².

Canalones que evacúan superficies de 150 m² tendrán una sección mínima de 346 cm² (equivale a DN 200), por lo que se propone un cajón de sección de 18 x 20 cm², con una pendiente del 0,5 %.

De igual forma, los canalones que evacúan superficies de 300 m² presentan una sección mínima de 490 cm² (DN 250), por lo que será un cajón de 20 x 25 cm², con pendiente del 0,5 %.

Tabla 7.6 Canalones.

Canalón	Superficie [m ²]	Sección [cm ²] (pte.)
C1	150	18 x 20 (0,5%)
C2	300	20 x 25 (0,5%)

7.3.3.2.2 Bajantes

Las bajantes propuestas son interiores a la nave y con sección circular de PVC. Siguiendo el mismo procedimiento, aquellas bajantes que evacúan pluviales de 150 m² de cubierta, presentan una sección DN 75, mientras que las bajantes que evacúan a 300 m² de cubierta, les corresponde un DN 90.

Tabla 7.7 Bajantes.

Bajante	Superficie [m ²]	Diámetro [mm]
B1	150	DN 75
B2	300	DN 90

Por su parte, los colectores de las pluviales serán de sección circular de PVC e irán aumentando de diámetro en función de la capacidad admisible de agua que requieran para la evacuación. Como opción más conservativa, se opta por incluir el diámetro más desfavorable en cada línea de evacuación de pluviales.

Los colectores se encuentran definidos en el Anexo de Planos. La diferencia de cota máxima entre el elemento más desfavorable y la arqueta general es de 1,70 metros, por lo que resulta una obra asumible sin necesidad de pozos elevadores y equipos de bombeo.

Tabla 7.8 Colectores en red de pluviales de cubierta.

Colector	Descripción	Superficie máx. [m ²]	Diámetro [mm] (pte.)
D1	Flanco Oeste Nave A	800	DN 200 (1%)
D2	Compart. Naves A y B (I)	1.560	DN 250 (1%)
D3	Compart. Naves A y B (II)	2.450	DN 250 (2%)
D4	Compart. Naves B y C (I)	1.750	DN 250 (1%)
D5	Compart. Naves B y C (II)	2.200	DN 250 (2%)
D6	Flanco Este Nave C	650	DN 200 (1%)
D7	Caudal total	4650	DN 315 (4%)

Las arquetas dispuestas son en su mayoría a pie de bajante, excepto algunas arquetas de registro que se ubican para que no haya más de 15 metros entre arquetas, por requisito normativo. Estas arquetas presentan superficie de 60 x 60 cm² en caso de conectar colectores DN 200, y 60 x 70 cm² en caso de conectar colectores DN 250. La profundidad de estas se marca en función de la entrada de cada colector.

7.3.3.3 Red de aguas pluviales de contacto

El diseño de esta red se basa en la puesta en obra de alcantarillado en las zonas exteriores de la parcela, que reúnen las pluviales que contienen restos de grasas y aceite, por lo que deben ser tratadas en una arqueta separadora al final del proceso, previa evacuación al pozo de registro y a acometida en la red pública.

Se disponen sumideros sólo en aquellas zonas no cubiertas de la parcela cada 300 m². Además, se construyen tres arquetas en la zona de recepción, justo debajo de las máquinas limpiadoras para descargar el agua de limpieza cada cierto tiempo.

Los colectores horizontales son enterrados formando tres líneas principales de alcantarillado. La diferencia de cota entre el elemento más desfavorable y la arqueta separadora es menor a 1,50 metros, lo que se considera asumible sin necesidad de un pozo elevador.

Tabla 7.9 Colectores en red de pluviales de contacto.

Colector	Descripción	Superficie máx. [m ²]	Diámetro [mm] (pte.)
L1	Línea Este	900	DN 200 (1%)
L2	Línea Central	900	DN 200 (1%)
L3	Línea Oeste	2.100	DN 250 (2%)
L4	Línea Muelle	250	DN 125 (1%)
L1+L2	Líneas Este	2.100	DN 250 (2%)
L3+L4	Líneas Oeste	2.650	DN 250 (2%)
L5	Suma total de líneas	4.750	DN 315 (4%)

Las arquetas dispuestas son de sumidero en su mayoría, excepto algunas arquetas de registro reglamentarias y la arqueta principal, la cual es separadora de grasas previa al pozo de registro. Estas arquetas presentan una superficie que puede variar entre las gamas de 40 x 40 cm² y 60 x 70 cm² en función del colector asignado.

7.3.3.4 Red de aguas sucias de proceso

Esta red engloba los sumideros dispuestos en los cubetos de retención ante rotura de tanques en la bodega, los cuales deben transportar el aceite derramado hasta una arqueta donde se ubica una bomba portátil elevadora hasta los depósitos de orujo.

Además, incluye otra arqueta de similares características para la sala de molturación, en caso de que se quiera limpiar la zona y evacuar los restos de aceite.

No se considera objeto fundamental del proyecto y, por tanto, se indica su presencia estimada en el Anexo de Planos pero no su dimensionamiento.

7.4 Protección Contra Incendios

La Instalación de Protección Contra Incendios de este establecimiento industrial se realiza conforme al Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales, aprobado en el R.D. 2267/2004, a fecha 3 de diciembre. [61]

En el caso de incluir el establecimiento industrial zonas para otros usos, es de aplicación el CTE DB SI (Seguridad en caso de Incendio) que marca los requisitos exigidos que deben satisfacer los espacios de uso no industrial [62].

A continuación, se indican las salas que implican un uso industrial en la instalación bajo esta Norma Básica, en caso de cumplir las siguientes especificaciones:

- Zona comercial, con superficie superior a 250 m².
- Zona de administración, con superficie construida superior a 250 m².
- Archivos, con superficie superior a 250 m² o volumen superior a 750 m³.

- Bar, cafetería, comedor y cocina, con superficie de más de 150 m² o capacidad para servir a más de 100 comensales.

En este caso, el DB SI no es de aplicación pues ninguna de las salas del establecimiento industrial cumple con estos requisitos. Se aplica por tanto el RSCI en relación con los Establecimientos Industriales.

En el caso de incluir combustibles líquidos inflamables, la norma ITC MIE APQ-1 es de aplicación según el artículo I del RSCIEI. Atendiendo a dicha Instrucción Técnica destinada a Líquidos Inflamables y Combustibles, se marca en el artículo II como excepción el almacenamiento de líquidos con punto de inflamación superior a 150 °C, como es el caso del aceite de oliva, por lo que no se aplica [63].

7.4.1 Caracterización del Establecimiento Industrial

El Anexo I trata sobre la Caracterización del Establecimiento Industrial en relación con la Seguridad Contra Incendios.

7.4.1.1 Características del Establecimiento Industrial

Este establecimiento industrial es de Tipo C: *“el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio”*.

En este caso, siguiendo las indicaciones del PGOU del término municipal de Andújar, dicha distancia con el exterior de la parcela debe ser de cinco metros, siete si se trata de fachada [20].

7.4.1.2 Datos generales del Establecimiento Industrial

Se ha propuesto la división del establecimiento industrial tipo C en cinco sectores. A continuación, se muestran las distintas zonas que comprenden cada sector de incendios. Estos sectores se encuentran delimitados con los correspondientes elementos cortafuegos.

7.4.1.2.1 SECTOR S1: Bodega Norte

Modelo de sector: Almacén.

Superficie total del sector: 456,16 m².

Comprende las siguientes zonas:

- Bodega Norte (B-101 – B-116)

Aceites comestibles, almacén. Superficie: 456,16 m².

Los datos estimados de ocupación volumétrica de los depósitos son de un 22% del volumen total de la sala.

7.4.1.2.2 SECTOR S2: Bodega Sur

Modelo de sector: Almacén.

Superficie total del sector: 609,44 m².

Comprende las siguientes zonas:

- Bodega Sur (B-117 – B-140)

Aceites comestibles, almacén. Superficie: 609,44 m².

Los datos estimados de ocupación volumétrica de los depósitos son de un 25% del volumen total de la sala.

7.4.1.2.3 SECTOR S3: Zona de molturación

Modelo de sector: Producción.

Superficie total del sector: 1.068,60 m².

Comprende las siguientes zonas:

- Molturación – Zona sucia
Aceites comestibles, producción. Superficie: 454,16 m².
- Molturación – Zona limpia
Aceites comestibles, producción. Superficie: 454,16 m².

7.4.1.2.4 SECTOR S4: Resto de salas

Modelo de sector: Almacén.

Superficie total del sector: 1.296,51 m².

Comprende las siguientes zonas:

- Envasado
Aceites comestibles, producción. Superficie: 121,30 m².
- Almacén embalajes
Cartonaje, almacén. Superficie: 107,16 m².
El volumen del cartonaje no supera el 40% de la ocupación de la sala.
- Almacén botellas de aceite
Aceites comestibles expedición, almacén. Superficie: 113,42 m².
Las estanterías representan un 20% de la capacidad de la sala como máximo.
- Hall y tienda
No computa. Superficie: 63,18 m².
- Pasillos
No computa. Superficie: 234,57 m².
- Oficinas
Oficinas técnicas. Superficie: 125,4 m².
- Archivo
Archivos, almacén. Superficie: 12,16 m².
- Comedor
Cantina. Superficie: 19,38 m².
- Salón de actos
Teatro. Superficie: 236,12 m².

- Aseos
No computa. Superficie: 36,9 m².
- Vestuarios
No computa. Superficie: 74,6 m².
- Laboratorio
Laboratorio bacteriológico. Superficie: 24,36 m².
- Sala eléctrica
Transformadores. Superficie: 12 m².
- Almacén general
Máquinas. Superficie: 36,96 m².
- Sala de calderas
Caldera. Superficie: 79 m².

7.4.1.2.5 SECTOR S5: Zona de recepción

Modelo de sector: Producción.

Superficie total del sector: 1280 m².

Comprende las siguientes zonas:

- Recepción
Aceites comestibles, operación. Superficie: 1280 m².

7.4.1.3 Cálculo de Carga de Fuego y deducción del Nivel de Riesgo Intrínseco

El cálculo del Nivel de Riesgo Intrínseco de un sector de incendio se realiza siguiendo las fórmulas indicadas en el Anexo I apartados 3.2 del RD 2267/2004.

$$Q_s = \frac{\sum_i^i q_{si} S_i C_i}{A} R_a \left[\frac{MJ}{m^2} \right] \quad (7-7)$$

$$Q_s = \frac{\sum_i^i q_{vi} S_i h_i C_i}{A} R_a \left[\frac{MJ}{m^2} \right] \quad (7-8)$$

Donde:

- Q_s : densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m².
- C_i : coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.
- R_a : coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc. Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 por ciento de la superficie del sector o área de incendio.
- A : superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m².

- q_{si} : densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i), en MJ/m².
- S_i : superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego, q_{si} diferente, en m².

SECTOR	ZONA	qs	qv	hi	F.O.	Si	Ra	Ci	%Si/S	Qs
S1	BODEGA NORTE		18900	8,5	0,22	456,16	2	1	100	70686
S2	BODEGA SUR	1000	18900	8,5	0,25	609,44	2	1	100	80325
S3	MOLTURACIÓN	1000				908,32	2	1	100	2000
S4	RESTO DE SALAS					1296,51	1		100	1119,63
	Envasado	1000				121,30	2	1,3	9,36	
	Almacén Embalajes		2500	3	0,2	107,16	1,5	1,3	8,27	
	Almacén botellas de aceite		18900	3	0,1	113,42	1,5	1,3	8,75	
	Oficinas	600				125,40	1	1,3	9,67	
	Comedor	300				19,38	1	1,3	1,49	
	Archivo		1700	3	0,2	12,16	2	1,3	0,94	
	Hall y Tienda	0				63,18			4,87	
	Pasillos	0				234,57			18,09	
	Aseos	0				36,90			2,85	
	Vestuarios	0				74,60			5,75	
	Salón de Actos	300				236,12	1	1,3	18,21	
	Laboratorio	200				24,36	1	1	1,88	
	Sala eléctrica	300				12,00	1,5	1	0,93	
	Almacén general	300				36,96	1	1	2,85	
	Sala de calderas	200				79,00	1	1	6,09	
S5	RECEPCIÓN	1000				1280	2	1,3	100	2600

Figura 7.9 Recopilación de datos de P.C.I.

Los resultados obtenidos son los siguientes.

Tabla 7.10 Sectorización de la Almazara.

Sector	N.R.I.	Superficie [m ²]	Carga de fuego Qs [MJ/m ²]
S1 Bodega Norte	Alto 8	456,16	70.686
S2 Bodega Sur	Alto 8	609,44	80.325
S3 Molturación	Medio 5	908,32	2.000
S4 Resto de salas	Medio 3	1.296,51	5.000
S5 Recepción	Medio 5	1.280	3.500

El establecimiento industrial que conforma un solo edificio presenta los siguientes resultados, siguiendo la expresión del apartado 3.3 del Anexo I del RSCIEI.

$$Q_E = \frac{\sum_1^i Q_{si} A_i}{\sum_1^i A_i} \left[\frac{MJ}{m^2} \right] \quad (7-9)$$

- Carga de fuego: $Q_E = 27.581,81 \text{ MJ/m}^2$
- Nivel de Riesgo ALTO 8

7.4.1.4 Comentarios

La ocupación volumétrica de material potencialmente combustible en los almacenes se ha estimado de la siguiente forma:

- Bodega Norte: presenta dieciséis depósitos con un total de $836,42 \text{ m}^3$ de aceite de oliva, en una sala con capacidad de $3877,36 \text{ m}^3$. Por tanto, la ocupación es del 22 %.
- Bodega Sur: presenta veinticuatro depósitos con un total de $1254,63 \text{ m}^3$ de aceite de oliva, en una sala con capacidad de $5180,24 \text{ m}^3$. Por tanto, la ocupación es del 25 %.
- Almacén de embalajes: se estima una ocupación del 20 %.
- Almacén de botellas de aceite: se estima que la capacidad de almacenaje es de 30.000 botellas de 1 litro paletizadas, lo que implica unos 30 m^3 de aceite, en una sala con capacidad $340,26 \text{ m}^3$. La ocupación entonces es de un 10 %.
- Archivo: se estima una ocupación del 20 %.

Siguiendo la Nota Técnica de Prevención 766 referida a la Carga de fuego ponderada, se obtiene el coeficiente de peligrosidad de los productos almacenados. Este documento indica que para cartonaje, PET, papel y madera se considera un factor $C_i=1,3$, al tener una temperatura de ignición superior a 200 °C [64].

Según la ITC MIE-APQ1 'Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles' [63] y a la NTP 766 [64], el aceite presenta $C_i=1$ al ser producto de clase D, pues tiene un punto de inflamación de 225 °C (superior a 100 °C).

7.4.2 Requisitos Constructivos

El Anexo II indica los Requisitos Constructivos de los Establecimientos Industriales según su Configuración, Ubicación y Nivel de Riesgo Intrínseco

A continuación, se detallan los requisitos y condiciones que debe cumplir este establecimiento industrial en relación con su seguridad contra incendios.

7.4.2.1 Ubicaciones no permitidas de sectores de incendio con actividad industrial

Según RSCIEL, "No se permite la ubicación de sectores de incendio con las actividades industriales incluidas en el artículo 2:

- a) De riesgo intrínseco alto, en configuraciones de tipo A, según el anexo I.
- b) De riesgo intrínseco medio, en planta bajo rasante, en configuraciones de tipo A, según el anexo I.
- c) De riesgo intrínseco, medio, en configuraciones de tipo A, cuando la longitud de su fachada accesible sea inferior a cinco m.
- d) De riesgo intrínseco medio o bajo, en planta sobre rasante cuya altura de evacuación sea superior a 15 m, en configuraciones de tipo A, según el anexo I.
- e) De riesgo intrínseco alto, cuando la altura de evacuación del sector en sentido descendente sea superior a 15 m, en configuración de tipo B, según el anexo I.
- f) De riesgo intrínseco medio o alto, en configuraciones de tipo B, cuando la longitud de su fachada accesible sea inferior a cinco m.
- g) De cualquier riesgo, en segunda planta bajo rasante en configuraciones de tipo A, de tipo B y de tipo C,

según el anexo I.

h) De riesgo intrínseco alto A-8, en configuraciones de tipo B, según el anexo I.

i) De riesgo intrínseco medio o alto, a menos de 25 m de masa forestal, con franja perimetral permanentemente libre de vegetación baja arbustiva.”

La ubicación de este establecimiento está permitida pues no contempla ninguno de los apartados anteriores.

7.4.2.2 Sectorización de los establecimientos industriales

Este establecimiento industrial de tipo C cuenta con cinco sectores de incendio definidos anteriormente. Todos cumplen con la especificación en cuanto a superficie máxima se refiere.

Tabla 7.11 Cumplimiento de superficie máxima.

[Tipo C]	N.R.I.	Superficie [m ²]	Superficie máxima [m ²]
S1	Alto 8	456,16	2000
S2	Alto 8	609,44	2000
S3	Medio 5	908,32	3500
S4	Medio 3	1296,51	5000
S5	Medio 5	1280	3500

7.4.2.3 Materiales

Las exigencias de comportamiento al fuego en los materiales se detallan a continuación.

Los productos utilizados como revestimiento o acabado superficial deben ser:

- En suelos: CFL-s1 (M2) o más favorable.
- En paredes y techos: C-s3 d0 (M2) o más favorable.
- En revestimiento exterior de fachada: C-s3 d0 (M2) o más favorable.

En este caso, tanto paredes como solera son de hormigón, por lo que su clasificación es A1 (M0), mientras que la cubierta está formada por panel sándwich con clasificación C s3 d0, intercalando lucernarios continuos distribuidos en ciertas zonas de la cubierta, cuya clasificación es B s1 d0 (M1).

Con respecto al falso techo, los productos contenidos para el aislamiento térmico de este son C s3 d0 (M1), y el cableado que discurre por el falso techo debe ser no propagador de incendios.

7.4.2.4 Estabilidad al fuego de elementos constructivos portantes

La sectorización se realiza mediante elementos estructurales portantes, delimitadores de un sector de incendio con respecto a otro con una estabilidad al fuego no inferior a la marcada en la tabla 2.3 del RSCIEI.

En este caso, es de aplicación el apartado 4.3 del anexo II del RSCIEI que indica lo siguiente: “En los establecimientos industriales de una sola planta, o con zonas administrativas en más de una planta pero compartimentadas del uso industrial según su reglamentación específica, situados en edificios de tipo C, separados al menos 10 m de límites de parcelas con posibilidad de edificar en ellas, no será necesario justificar la estabilidad al fuego de la estructura”.

Como la estructura se encuentra a más de diez metros de las parcelas anexas a uno y otro lado de la instalación,

no se requiere que la estructura presente una estabilidad al fuego concreta según la normativa.

7.4.2.5 Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento

Siguiendo la Normativa Contraincendios, anexo II: *“la resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de un sector de incendio con respecto a otros no será inferior a la estabilidad al fuego exigida en la tabla 2.2, para los elementos constructivos con función portante en dicho sector de incendio”*.

De esta forma, los elementos delimitadores de cerramiento dispuestos son:

- REI 60 para sectores con Riesgo Medio.
- REI 90 para sectores con Riesgo Alto.

En este caso, se proponen muros de hormigón prefabricado de 20 cm de espesor macizo con armadura interior que proporciona una resistencia a fuego REI 90.

En acometidas a fachada, se incluye una franja de 1 m de elemento constructivo con resistencia a fuego REI-45, es decir, la mitad de la propuesta para los elementos constructivos delimitadores de sectores.

La sectorización se realiza mediante barrera cortafuegos consistente en una prolongación de 1 m del muro de hormigón por encima de la cornisa, a modo de protección contra incendios en acometidas a cubierta.

Las puertas de comunicación entre sectores presentan una resistencia a fuego EI-45, es decir, al menos la mitad de la especificada para elementos constructivos de compartimentación.

7.4.2.6 Evacuación de establecimientos industriales

Con respecto a la ocupación que presenta cada sector de incendio, el RSCIEI enuncia lo siguiente:

“Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se determinará su ocupación, P , deducida de las siguientes expresiones:

- $P = 1,10 p$, cuando $p < 100$.
- $P = 110 + 1,05 (p - 100)$, cuando $100 < p < 200$.
- $P = 215 + 1,03 (p - 200)$, cuando $200 < p < 500$.
- $P = 524 + 1,01 (p - 500)$, cuando $500 < p$.

Donde p representa el número de personas que ocupa el sector de incendio, de acuerdo con la documentación laboral que legalice el funcionamiento de la actividad”.

Este establecimiento presenta una plantilla de unos 25 empleados en cada turno, por lo que la ocupación de la instalación será de 28 personas.

El requisito más restrictivo es la disposición de dos salidas alternativas con recorridos de evacuación de 25 metros como máximo para los sectores de incendio de riesgo Alto. En este proyecto, todos los sectores presentan como mínimo dos salidas alternativas y recorridos de evacuación de menos de 25 metros, por lo que cumplen con la normativa.

7.4.2.7 Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales

Siguiendo las indicaciones del RSCI, en la siguiente tabla se observa la necesidad de implantación de un sistema de control de humos y gases.

Tabla 7.12 Sistemas de evacuación de humos.

Sector	N.R.I.	Uso	Superficie [m ²]	Superficie máxima [m ²]	Comentarios
S1	Alto 8	Almacén	456,16	800	
S2	Alto 8	Producción	609,44	1000	
S3	Medio 5	Almacén	908,32	1000	
S4	Medio 3	Almacén	1296,51	1000	Necesario
S5	Medio 5	Producción	1280	2000	

Como se observa en la tabla, sólo se requiere de un sistema de extracción de humos en el sector 4. El sector S4 de incendios se ubica en una planta sobre rasante y tiene un NRI Medio, por lo que debe presentar un mínimo de superficie aerodinámica de 0,5 m² cada 150 m² de superficie edificada.

La ventilación se realiza de manera natural ubicando una serie de huecos como puertas y ventanas de apertura manual en este sector de manera uniforme, que permiten cumplir la normativa conforme a evacuación de humos.

7.4.2.8 Almacenamientos

Los sistemas de almacenamiento tanto de embalajes como de envases de aceite serán manuales. No obstante, no se entra en detalle sobre la situación de las estanterías metálicas o forma de paletizado de estos materiales puesto que no se considera objeto del proyecto. Pese a esto, los almacenamientos deben incluir todas las especificaciones que esta norma marca en relación a la Protección Contra Incendios en almacenes.

7.4.3 Instalaciones de Protección Contra Incendios

El Anexo III define los requisitos de las Instalaciones de PCI necesarias en los Establecimientos Industriales.

7.4.3.1 Sistemas automáticos de detección de incendio

Según el área construida y las características de cada sector, se presentan unas especificaciones en cuanto a sistemas automáticos de detección se refiere. En la siguiente tabla, se observa que no son necesarios para ningún sector de incendio.

Tabla 7.13 Sistemas automáticos de detección de incendio.

Sector	N.R.I.	Uso	Superficie [m ²]	Superficie máxima [m ²]	Comentarios
S1	Alto 8	Almacén	456,16	800	-
S2	Alto 8	Producción	609,44	2000	-
S3	Medio 5	Almacén	908,32	1500	-
S4	Medio 3	Almacén	1296,51	1500	-
S5	Medio 5	Producción	1280	3000	-

7.4.3.2 Sistemas manuales de alarma de incendio

Según la normativa, deben implantarse en caso de no disponer de sistemas automáticos de detección, por lo que todos los sectores deben incluirlo. Se situará un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector en cuestión, y la distancia máxima recorrida para llegar a un pulsador no será mayor de 25 metros.

7.4.3.3 Sistemas de comunicación de alarma

No es necesario puesto que el establecimiento industrial presenta una superficie menor de 10.000 m².

7.4.3.4 Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios

Las instalaciones contra incendios que se deben disponer en cada sector y que requieren un abastecimiento de agua son las siguientes:

- BIES en S1, S2, S4 y S5.

La red general de agua sólo debe abastecer por tanto a las BIES. Se procede a continuación a dimensionar las tuberías y el depósito de abastecimiento necesarios, y establecer un grupo de presión.

El caudal de diseño de cada BIE se calcula en la siguiente expresión.

$$Q_d^{BIE} = K \sqrt{P} \quad (7-10)$$

$$Q_d^{BIE} = 85 \sqrt{3} = 147,22 \text{ L/min}$$

Siendo:

- K: coeficiente de valor 85 para BIES de 45 mm.
- P: presión dinámica de entrada en BIE mínima (P oscila entre 3 y 6 bar). Se escoge el valor mínimo necesario para su funcionamiento.

La reserva de agua que debe existir en los depósitos de Protección Contra Incendios es la siguiente.

$$R = Sim \times Q_d^{BIE} \times Aut \quad (7-11)$$

$$R = 2 \times 147,22 \frac{L}{min} \times 90 \text{ min} = 26.499,6 \text{ L} \approx 30 \text{ m}^3$$

El caso más desfavorable se indica para el sector S2, donde se implantan BIES de 45 mm de diámetro, con simultaneidad de 3 y una autonomía de 90 minutos. Como el número máximo de BIES existentes en un sector es de dos, ésta será la simultaneidad para cualquier sector del establecimiento, aunque su NRI indique un valor superior.

Se implanta un depósito de iguales dimensiones que los existentes en la bodega, de unos 50 m³, entre la zona de recepción y el parking de turismos, que debe estar a una distancia de 5 metros del cerramiento de la nave B.

Con respecto a las tuberías que transportan el agua hasta las BIES, se realiza un predimensionamiento por exceso, donde se propone que la velocidad es de 1 m/s y el caudal es el estipulado anteriormente. Las tuberías propuestas son de acero galvanizado. El diámetro mínimo necesario se obtiene de la expresión (5-17).

$$D_i = \sqrt{\frac{4 Q}{\pi v}}$$

Tabla 7.14 Cálculo de tuberías de I.P.C.I.

(Caso desfavorable)	Q [L/min]	v [m/s]	D _i [mm]	Diámetro de diseño
Colectores	294,44	1	79,066	3''
Derivaciones a BIES	147,22	1	55,908	2,5''

El cálculo de la presión mínima requerida por la BIE más desfavorable (en este caso, la BIE nº 2 del Sector 2) se realiza mediante la siguiente expresión.

$$H = \Delta H_g + \Delta P + P_m$$

Las pérdidas de presión por fricción se calculan siguiendo la ecuación de Hazen-Williams. Las tuberías presentan un coeficiente de fricción C de 120 (acero galvanizado).

$$\Delta P = \frac{6,05E5}{C^{1,85} \times D_i^{4,87}} \times L \times Q^{1,85}$$

Como detalle, se comenta que para las redes de fontanería las pérdidas se calcularon con la ecuación de Darcy-Weisbach, mientras que para la Protección contra Incendios se hizo por Hazen-Williams. No obstante, ambas son de aplicación para números de Reynolds no excesivamente grandes.

Tabla 7.15 Presión mínima requerida en BIES.

BIE	BIE S1	BIE nº1 S2	BIE nº2 S2	BIE nº1 S4	BIE nº1 S5	BIE nº2 S5
H [m.c.a.]	32,20	32,20	32,49	32,04	32,26	32,43

De acuerdo con la tabla anterior, la BIE que más presión requiere es la nº2 del sector S2, con más de 32 m.c.a. Esto lleva a proponer un grupo de presión de 40 m.c.a. capaz de alimentar a todas las BIES desde el depósito principal.

La potencia requerida por el grupo de presión se calcula con la expresión (5-15).

$$P = \frac{294,44 \frac{l}{min} \times \frac{min}{60 s} \times 1 \frac{kg}{l} \times 9,81 \frac{m}{s^2} \times 40 mca}{0,7} \times 1,1 = 3,026 kW$$

Por tanto, el grupo de presión presenta una bomba comercial con curva H-Q igual a 40 mca – 300 l/min.

7.4.3.5 Sistemas de hidrantes exteriores

Según el artículo 7.1 del anexo III del RSCI, los sistemas de hidrantes vienen determinados en la siguiente tabla. Como se observa, no son necesarios en ninguno de los sectores.

Tabla 7.16 Sistema de hidrantes exteriores.

Sector	N.R.I.	Configuración	Superficie [m ²]	Rango [m ²]	Comentarios
S1	Alto 8	C	456,16	< 2000	-
S2	Alto 8	C	609,44	< 2000	-
S3	Medio 5	C	908,32	< 3500	-
S4	Medio 3	C	1296,51	< 3500	-
S5	Medio 5	C	1280	< 3500	-

7.4.3.6 Extintores de incendio

Se deben instalar en todos los sectores de incendio. Según la norma UNE-EN 2:1994/A1:200 [65], los combustibles principales de esta instalación son sólidos (clase A) y el aceite (líquido o grasa, de clase B). Todos los sectores se caracterizan por ser de clase B excepto S4, el cual es de clase A-B.

Todos los extintores deben ser de polvo ABC para facilitar la extinción del aceite. Deben ubicarse tal que el máximo recorrido horizontal desde cualquier punto de la instalación hasta ellos sea de 15 metros.

El sector S4 viene determinado por extintores de eficacia mínima 34 A cada 300 m², según la tabla 3.1 referida a combustibles de tipo A.

Con respecto a la tabla 3.2 referida a combustibles de clase B, los extintores para los sectores estos combustibles son de eficacia mínima 233 B. Estos extintores se sitúan separados cada 100 m² cerca de las puertas de evacuación entre sectores, y si es necesario se incluyen en la bodega extintores móviles sobre ruedas de 50 kg de polvo ABC.

7.4.3.7 Bocas de incendio equipadas

En similitud con el resto de sistemas contra incendios, se muestra su necesidad en la siguiente tabla conforme a normativa.

Tabla 7.17 BIES.

Sector	N.R.I.	Configuración	Superficie [m ²]	Superficie máxima [m ²]	Comentarios
S1	Alto 8	C	456,16	500	Recomendable
S2	Alto 8	C	609,44	500	Necesario
S3	Medio 5	C	908,32	1000	-
S4	Medio 3	C	1296,51	1000	Necesario
S5	Medio 5	C	1280	1000	Necesario

En aquellos sectores donde proponga su uso, se disponen BIES de DN 45 mm con diámetro de boquilla 13 mm

(K85). La presión de boquilla en las BIES debe oscilar entre 2 y 5 bar, de lo contrario se utilizan dispositivos elevadores o reductores de presión.

Los sectores presentan las siguientes BIES necesarias para realizar la Protección Contra Incendios en la superficie que abarcan.

- El sector S1 (Bodega Norte) presenta una única BIE para cubrir todo el sector.
- El sector S2 (Bodega Sur) realiza la protección de toda su superficie con dos BIES.
- El sector S4 (Oficinas y salas auxiliares) requiere de dos BIES en la instalación frente al fuego.
- El sector S5 (recepción) utiliza dos BIES.

Los sectores pertenecientes a la bodega presentan BIES de espumógeno, mientras que el resto de casos, las BIES son de agua. Siguiendo la normativa,

- en los sectores de NRI Medio (S4, S5) se propone una simultaneidad de dos BIES más desfavorables, con tiempo de autonomía 60 minutos.
- en los sectores S1 y S2, de Riesgo Alto, se propone una simultaneidad de funcionamiento de las 3 BIES más desfavorables hidráulicamente, con tiempo de autonomía 90 minutos.

La red de BIES se encuentra recogida en el anexo de planos. Se ha elegido un sistema de abastecimiento en anillo que conecta todas las BIES de todos los sectores, siendo las más desfavorables las del sector S2. El depósito de abastecimiento se ubica en el patio de almazara a cinco metros de la nave B.

La reserva del depósito contraincendios se estima considerando una simultaneidad de dos BIES con tiempo de autonomía de 90 minutos, pues éste es el caso más desfavorable, que se presenta en el S2, quedando cubierto todo el sector.

7.4.3.8 Sistemas de columna seca

No son de aplicación, pues la instalación no presenta una altura de evacuación de más de 15 metros.

7.4.3.9 Sistemas de rociadores automáticos de agua

Se instalan sistemas de rociadores automáticos en caso de cumplir las especificaciones de la siguiente tabla, según normativa. Como se observa, no es necesaria su instalación para ningún sector.

Tabla 7.18 Sistema de rociadores automáticos.

Sector	N.R.I.	Configuración	Superficie [m ²]	Superficie máxima [m ²]	Comentarios
S1	Alto 8	C	456,16	2000	-
S2	Alto 8	C	609,44	2000	-
S3	Medio 5	C	908,32	3500	-
S4	Medio 3	C	1296,51	3500	-
S5	Medio 5	C	1280	3500	-

7.4.3.10 Resto de sistemas de PCI

De acuerdo con el artículo 1 de este reglamento, los siguientes sistemas no son de aplicación puesto que no se consideran estrictamente necesarios.

- Sistema de agua pulverizada
- Sistema de espuma física
- Sistema de extinción por polvo
- Sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos

7.4.3.11 Alumbrado de emergencia y Señalización

La implantación del alumbrado de emergencia se realiza conforme al artículo 16.1 b): *“Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación los sectores de incendio de los edificios industriales cuando estén situados en cualquier planta sobre rasante, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 10 personas y sean de riesgo intrínseco medio o alto”*.

Toda la instalación se proveerá con alumbrado de emergencia conforme a la normativa. Se procede además a la señalización de todas las salidas de la instalación de acuerdo con el RD 485/1997 en materia de seguridad y salud en el trabajo [66].

7.5 Climatización y Ventilación

7.5.1 Definición de la instalación

El sistema de climatización se considera necesario en caso de que las temperaturas de trabajo en la almazara sean adecuadas y se mantenga el confort del operario. En este aspecto, se debe recordar que Andújar destaca por elevadas temperaturas en verano, pero su invierno es suave, y además que la molturación del aceite se realiza precisamente en estos meses de invierno.

El razonamiento anterior lleva a concluir que en las zonas de producción y almacén no se requiere de un sistema de climatización, puesto que las condiciones ambientales serán adecuadas sin necesidad de este sistema durante el periodo de trabajo. A partir de los meses de primavera y verano, la bodega quedará bastante vacía y las zonas de producción estarán cerradas, sólo se mantiene el trabajo en la sala de envasado.

En las zonas técnicas y administrativas sí que se requiere de un sistema de climatización puesto que estos espacios se ocupan durante todo el año por el personal administrativo y visitas de usuarios. Las salas que dispondrán de sistema de climatización serán las oficinas, el comedor, el hall, el salón de actos, la sala de envasado y los vestuarios.

Este razonamiento deriva en la decisión de implantar una Unidad Centralizada de Climatización que conecta con una serie de unidades interiores que permiten la circulación de aire en las salas propuestas. Esta unidad de climatización presenta un circuito reversible para permitir el funcionamiento de los difusores frío/calor según interese. Para ello, consta de un equipo condensador cuyo objetivo es calentar o enfriar un fluido caloportador mediante variaciones en la presión de dicho fluido, que es transportado hasta los cassettes que presentan otro sistema similar para conseguir la salida del aire con las condiciones de temperatura y humedad adecuadas.

La instalación de climatización funciona mediante la renovación constante del aire en el interior de la almazara con aire exterior debidamente filtrado, simultáneamente con la recirculación del aire interior. Esta unidad cuenta con sistema de recuperación de calor que, mediante un sistema de contacto térmico entre fluidos gaseosos de entrada y salida, permite reducir la potencia requerida por el equipo de climatización para introducir aire en la instalación.

De forma independiente, se constituye un sistema de extracción mecánica para aseos y vestuarios, con el objetivo de renovar el aire de estas salas y evitar el alto grado de olores o concentración de vapores. Para esto, la solución será la implementación de una serie de extractores en el falso techo que permiten esta renovación del aire. Estos extractores podrán activarse junto con las luminarias si se considera oportuno, o bien estar en constante

funcionamiento.

7.5.2 Diseño del Sistema

La instalación de climatización de esta almazara se diseña conforme a lo estipulado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, aprobado en R.D. 1027/07, a 20 de julio. El camino para el diseño de este sistema se marca a través de la Instrucción Técnica IT 1 del RITE [32].

7.5.2.1 Estimación de Cargas

La estimación de las cargas sobre el local de estudio es dependiente de muchos factores como, por ejemplo, el clima en el lugar de la implantación, la orientación de ésta, los materiales utilizados en construcción, la estructura del edificio, la estanqueidad de éste, la ocupación, la iluminación, etc.

Para realizar una estimación con criterio de las cargas de la instalación, se utiliza un software que permite obtener los resultados de una forma general, que se considera válida para el problema que nos atañe. El planteamiento a seguir será, partiendo de unos parámetros iniciales se se definen a continuación, recibir el cálculo de la carga total de la instalación. [67]

En este aspecto, las condiciones de diseño en relación con el clima en el lugar donde se sitúa la parcela son los siguientes. Los valores de temperatura operativa y humedad relativa son marcadas en la IT 1.1.4.1.2.

Tabla 7.19 Condiciones de diseño climatológicas.

	Lugar	Condiciones
Verano	Exterior	40 °C (20% HR)
	Interior	25 °C (50% HR)
	Impulsión	16 °C
Invierno	Exterior	5 °C (80% HR)
	Interior	21 °C (50% HR)
	Impulsión	16 °C

Las zonas de estudio son salas incluidas dentro de la subestructura de la nave B, esto implica que se encuentran bajo cubierta y por tanto existe una cámara de aire que amortigua el choque térmico. Además, alguna de estas salas se encuentra en la fachada Este, mientras que otras están protegidas en el interior. El suelo provisto presenta contacto directo con el terreno, al no existir forjado sanitario. Se debe recordar lo siguiente.

- El cerramiento se realiza con muro de hormigón armado de 20 cm, acompañado de una capa aislante de poliuretano proyectado de 4 cm y un revestimiento de cartón yeso de 13 mm de espesor.
- Los muros de compartimentación interiores sólo presentan los 20 cm de espesor de hormigón armado, mientras que las medianeras entre salas son de pladur.
- Los suelos presentan la solera de hormigón armado de 20 cm, y sobre esta una lámina aislante de 2 cm y el acabado en losa cerámica correspondiente.
- Las cubiertas son de panel sándwich con lana de roca, de espesor 40 mm.

Con estas condiciones, se incluyen en la siguiente tabla los valores de la transmitancia para cada elemento constructivo, según los cálculos realizados.

Tabla 7.20 Valores de la transmitancia.

Elemento constructivo	Transmitancia [W/(K·m ²)]
Suelos	1,13
Fachadas	0,75
Muros interiores	3,4
Huecos	4
Cubierta	1,13

Con estos datos, además de algunas consideraciones sobre el área y la altura de las salas estipuladas, se obtienen las cargas para las dos situaciones estacionales.

Tabla 7.21 Estimación de cargas.

	Verano	Invierno
Pérdidas [W]	23.548,58	39,40
Coefficiente [W/m ²]	32.528,50	43,37

Como conclusiones principales, esta instalación presenta una eficiencia energética bastante aceptable pues las cargas no superan los 50 kW, lo que significa que los materiales constructivos presentan un buen aislamiento.

Además, el hecho de que las pérdidas sean mayores en invierno que en verano puede significar que la conductividad en el suelo es mayor que en los cerramientos al aire, puesto que las pérdidas en invierno son mayormente causadas por el suelo, hecho que puede relacionarse con la ausencia de forjado sanitario.

7.5.2.2 Estimación de Caudales

El objetivo de este apartado es calcular los caudales de aire en circulación en función del uso del edificio.

Siguiendo la IT 1, se define la calidad del aire interior de la instalación como IDA 2 (aire de buena calidad), que es la categoría más común para zonas administrativas. Para obtener el caudal mínimo de aire exterior de ventilación necesario para mantener la calidad de aire interior estipulada, se utiliza el método indirecto de caudal de aire exterior, que se estima en 12,5 dm³/s por persona.

Este razonamiento permite saber el caudal de aire exterior (v_{ae}) requerido en el sistema de climatización de la instalación, que presentará una ocupación estimada de 20 personas.

$$v_{ae} = ocup. \times v_{ae,pp} \quad (7-12)$$

$$v_{ae} = 20 \times 12,5 \frac{l}{s} \times 3,6 \frac{m^3 s}{l h} = 900 \frac{m^3}{h}$$

Con respecto a la IT 1.1.4.2.4, referida a la filtración del aire exterior mínimo de ventilación, se determina que

la calidad de aire exterior es ODA 2, que es la marcada en polígonos industriales. Con estas características referidas a la calidad del aire, se requiere un filtro F6+F8. Los aparatos de recuperación de calor deben estar protegidos por una sección de filtros como mínimo de clase F6.

El cálculo del caudal de aire impulsado mediante el sistema de ventilación se calcula a través de la siguiente fórmula.

$$v_{ae} = \frac{Q_T \times 0,86 \times 0,8}{0,288 (T_{al} - T_{ai})} \quad (7-13)$$

Y la relación entre caudales de aire exterior requerido y aire impulsado total se define como Fracción de Aire Exterior.

$$FAE = \frac{v_{ae}}{v_{ai}} \quad (7-14)$$

- En invierno, para calefacción, se requiere un caudal de 8.653,1 m³/h (12 renovaciones/h), y un FAE del 11,56 %.
- En verano, para refrigeración, se estima un caudal de 7.071,1 m³/h (10 renovaciones/h), y un FAE del 14,14 %.

7.5.2.3 Estimación de Potencia

La Unidad Centralizada de Climatización propuesta debe alimentar a cada una de las salas con aire impulsado a las condiciones ambientales estipuladas, que procede previamente de aire interior recirculado o aire exterior introducido. A continuación, se determina el cálculo de la carga sobre este equipo de climatización, esto es, la potencia que requiere para su funcionamiento.

$$Q_{ref} = Q_{loc,ref} + Q_{ae,ref} + Q_{ven} + P_{ven} \quad \text{en refrigeración} \quad (7-15)$$

$$Q_{cal} = Q_{loc,cal} + Q_{ae,cal} - Q_{ven} + P_{ven} \quad \text{en calefacción} \quad (7-16)$$

Donde:

- Q_{ref} o Q_{cal} es la potencia requerida por el equipo para el funcionamiento del sistema, en W.
- Q_{loc} es la carga del local o edificio, en W.
- Q_{ae} es la carga necesaria para introducir y tratar el aire exterior en la instalación, en W.
- Q_{ven} es el calor aportado por el motor por pérdidas energéticas, que se desprecia.
- P_{ven} son las pérdidas de potencia en los conductos, que se desprecian.

La potencia térmica requerida estará sobredimensionada en un 10 % para compensar las pérdidas posibles en red de climatización. Finalmente, los valores de potencia requerida en la unidad centralizada de climatización serán:

- 42 kW para la calefacción en invierno.
- 38 kW para la refrigeración en verano

		Q [W]	Tai [°C]	Tai [°C]	Tae [°C]	S [m ²]	Vai [m ³ /h]	Qae [W]	Qcal [kW]	Qref [kW]
CALEFACCIÓN INVIERNO	TOTAL	32600	21	30	5	750	8653,09	5358,14	41,754	
	Hall	2746,22	21	30	5	63,18	728,94		2,746	
	Oficina	7606,67	21	30	5	175,00	2019,05		7,607	
	Archivo	528,55	21	30	5	12,16	140,30		0,529	
	Comedor	842,38	21	30	5	19,38	223,60		0,842	
	Salon Actos	10263,35	21	30	5	236,12	2724,22		10,263	
	Envasado	5272,51	21	30	5	121,30	1399,49		5,273	
	Vestuarios	3242,61	21	30	5	74,60	860,69		3,243	
REFRIGERACIÓN VERANO	TOTAL	29600	25	15	40	750	7071,11	5023,26		38,086
	Hall	1326,78	25	15	40	63,18	316,95			1,327
	Oficina	3675,00	25	15	40	175,00	877,92			3,675
	Archivo	255,36	25	15	40	12,16	61,00			0,255
	Comedor	406,98	25	15	40	19,38	97,22			0,407
	Salon Actos	4958,52	25	15	40	236,12	1184,54			4,959
	Envasado	2547,30	25	15	40	121,30	608,52			2,547
	Vestuarios	1566,60	25	15	40	74,60	374,24			1,567

Figura 7.10 Cálculos en sistema de climatización.

7.5.3 Elección de equipos

El Sistema de Climatización consta de una unidad exterior condensadora de fluido refrigerado por aire, con una potencia térmica de unos 50 kW, a modo de unidad central del sistema, que se ubica el almacén logístico de la nave B. Esta unidad que conecta con unos cassettes ubicados estratégicamente en el falso techo de cada una de las salas con una potencia admisible de unos 3 kW para la impulsión de aire a estos espacios.

La unidad condensadora a nivel comercial se propone de modelo VRV III REYQ de Daikin, cuyo funcionamiento es de condensación por aire e incluye recuperación de calor, con una capacidad de refrigeración de 45 kW y de calefacción de 50 kW.



Figura 7.11 Unidad condensadora.

Esta unidad conecta con unidades interiores del modelo FXFQ-A Round Flow Cassette con montaje en falso techo y una capacidad estimada de 2,8 kW en refrigeración y 3,2 kW en calefacción.



Figura 7.12 Unidades interiores de climatización.

El sistema de ventilación por su parte consiste en la implantación de extractores axiales independientes en aseos y baños, con funcionamiento mediante accionamiento de conmutador. Estos extractores irán colocados en el falso techo, y su función es atenuar el ambiente húmedo o los malos olores en estos espacios.

8 MEDICIÓN Y PRESUPUESTO

En este capítulo, se muestra la medición y el presupuesto en lo que atañe a las obras constructivas y a las instalaciones auxiliares de la Almazara. Para desarrollar este apartado, se ha hecho uso de la herramienta de Cype 'Arquímedes' junto con el Banco de Precios de la Junta de Andalucía de 2015, con el objetivo de obtener un presupuesto detallado y ajustado a la realidad.

Esta medición se divide en dos capítulos principales:

- Capítulo 1: Zonas Exteriores.
Contiene dos subcapítulos, en referencia al movimiento de tierras y a los elementos situados sobre la superficie de estas zonas.
- Capítulo 2: Naves.
Contiene once subcapítulos referidos a los siguientes temas: acondicionamiento del terreno, cimentación, estructuras, carpintería, albañilería e instalaciones auxiliares (saneamiento, fontanería, electricidad, protección contra incendios y climatización).

El desarrollo del presupuesto se detalla a continuación, mostrando cada una de las partidas que contienen los capítulos y subcapítulos descritos anteriormente.

El presupuesto final estimado de la construcción de la implantación y la puesta en obra de las instalaciones auxiliares es de 1.155.246,52 euros.

Obra: IMPLANTACIÓN ALMAZARA. EDIFICIOS E INSTALACIONES AUXILIARES

Presupuesto

× C.I. 3

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)					
MEDICION TFG	Capítulo		IMPLANTACIÓN ALMAZARA. EDIFICIOS E INSTALACIONES AUXILIARES		1.155.246,52	1.155.246,52					
1	Capítulo		ZONAS EXTERIORES		269.532,14	269.532,14					
1.1	Capítulo		MOVIMIENTO DE TIERRAS		226.214,44	226.214,44					
D02AA501	Partida	m²	DESBROCE Y LIMPIEZA TERRENO A MÁQUINA	9.951,000	0,33	3.283,83					
D02EP051	Partida	m²	EXCAV. MECÁNICA TERRENO FLOJO	6.434,800	3,24	20.848,75					
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal		
			CAJEADO CARRETERA MUELLE CARGA	1	5.515,000	1,000	1,000	5.515,000			
				0,5	20,000	10,750	1,200	129,000			
			SOTANO	1	150,000	1,000	3,000	450,000			
			CAJEADO JARDÍN	1	1.136,000	1,000	0,300	340,800	6.434,800		
D02EF201	Partida	m²	EXPLANACIÓN TERRENO A MÁQUINA	6.651,000	0,31	2.061,81					
D02TF151	Partida	m²	RELLENO Y COMPACTADO MECÁNICOS S/APOORTE (JARDÍN)	340,000	4,75	1.615,00					
D02TF351	Partida	m²	RELLENO Y COMPACTADO MECÁNICOS C/APOORTE	3.310,000	19,47	64.445,70					
HORM	Partida	m2	CALLE HORMIGONADA	5.515,000	24,29	133.959,35					
			1.1		226.214,44	226.214,44					
1.2	Capítulo		ELEMENTOS EXTERIORES		43.317,70	43.317,70					
D07AC010	Partida	m²	FÁB. BLOQUE SPLIT ALCALÁ 2 C/VRTA.	160,000	44,11	7.057,60					
D23KJ010	Partida	m²	VALLA ELECTROSOLDADA 50x50x4	800,000	19,54	15.632,00					
CASETA	Partida	UD	CASETA PREFABRICADA EXTERIOR	2,000	2.575,00	5.150,00					
D43XA025	Partida	m	BORDILLO JARDINERÍA 9x19 cm	173,000	17,64	3.051,72					
D43XJ085	Partida	m	SETO CUPRESSUS ARIZÓNICA 0,6-0,8	173,000	22,64	3.916,72					
D23AN305	Partida	m²	PUERTA CANCELA CORREDERA MOTORIZADA	33,600	99,99	3.359,66					
ARBOL	Partida	UD	ÁRBOL CON FUNCIÓN DECORATIVA Y DE SOMBRA.	50,000	103,00	5.150,00					
			1.2		43.317,70	43.317,70					
			1		269.532,14	269.532,14					
2	Capítulo		CONSTRUCCIÓN NAVES		885.714,38	885.714,38					
2.1	Capítulo		ACONDICIONAMIENTO TERRENO		9.579,05	9.579,05					
D02HF100	Partida	m²	EXC. MECÁNICA ZANJAS I.A. TERRENO FLOJO	686,400	8,25	5.662,80					

				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal		
			ZANJA INST. ELÉCTRICA	1	120,000	0,800	0,400	38,400			
			ZANJA SANEAM. AGUAS NEGRAS	1	90,000	0,800	0,400	28,800			
			ZANJA SANEAM. PLUVIALES	1	300,000	0,800	1,200	288,000			
			CONTACTO ZANJA SANEAM. PLUVIALES CUBIERTA	1	345,000	0,800	1,200	331,200	686,400		
D02HF001	Partida	m ²	EXC. MECÁNICA ZANJAS (ZUNCHOS) TERRENO FLOJO						100,000	6,21	621,00
D02KF001	Partida	m ²	EXC. MECÁNICA POZOS (ZAPATAS) TERRENO FLOJO						335,224	9,83	3.295,25
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal		
			N1	14	2,300	3,300	0,800	85,008			
			N2	11	1,900	2,700	0,600	33,858			
			N3	8	2,450	1,650	0,550	17,787			
			N4	13	2,950	2,150	0,650	53,594			
			N5	6	3,500	2,500	1,000	52,500			
			N6	7	2,000	3,800	0,900	47,880			
			N7	7	1,800	3,400	0,800	34,272			
			N8	1	3,500	2,950	1,000	10,325	335,224		
			2.1						9.579,05		9.579,05
2.2	Capítulo		CIMENTACIONES						178.392,53		178.392,53
D04EF010	Partida	m ²	HORMIGÓN LIMP. HL-150/P/20 VERTIDO MANUAL						112,162	57,12	6.406,69
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal		
			ZUNCHOS	1	100,000		0,100	10,000			
			ZAPATAS	1	335,224		0,100	33,522			
			ZANJAS	1	686,400		0,100	68,640	112,162		
D04IC003	Partida	m ²	HORMIGÓN HA-25/P/40/ IIa ZAPATAS V. M.						335,220	122,46	41.051,04
D04IE003	Partida	m ²	HORMIGÓN HA-25/P/40/ IIa ZANJAS(ZUNCHO) V. M.						100,000	123,72	12.372,00
D04IX615	Partida	m ²	HORM. ARM. HA-25 45 kg/m ³ MUROS a 2 caras e= 30 cm						124,000	230,95	28.637,80
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal		
			MURO SÓTANO	1	110,000	0,300	3,000	99,000			
			MURO MUELLE	1	25,000			25,000	124,000		
D04PT160	Partida	m ²	SOLERA HA-25 #150x150x10 15 cm+ENCACHADO (NAVES A Y B)						3.300,000	27,25	89.925,00

			2.2							178.392,53	178.392,53	
2.3	Capítulo		ESTRUCTURA, CUBIERTA, FACHADA							333.287,79	333.287,79	
D05AA001	Partida	kg	ACERO EN ESTRUCTURAS							141.525,076	1,14	161.338,59
				Uds.	Largo	Peso/m		Parcial	Subtotal			
			PILARES HEA-240 H=8,5m	13	8,500	60,300		6.663,150				
			PILARES HEA-240 H=9,7m	16	9,700	60,300		9.358,560				
			PILARES HEA-300 H=8,5m	31	8,500	88,300		23.267,050				
			PILARES HEA-300 H=10,5m	7	10,500	88,300		6.490,050				
			PILARES HEA-220	8	8,500	50,500		3.434,000				
			VIGAS HEA-240	16	11,830	60,300		11.413,584				
			VIGAS HEA-300	32	11,830	88,300		33.426,848				
			VIGAS HEA-340	14	16,120	105,000		23.696,400				
			CORREAS Z- 200x2,0	264	6,640	5,750		10.079,520				
			VIGAS DE ATADO	74	6,640	8,100		3.980,016				
			CORREAS ZF- 200x2,5	156	6,640	7,140		7.395,898				
			PLACAS DE ANCLAJE	58		40,000		2.320,000	141.525,076			
D08NG101	Partida	m²	PANEL CUBIERTA e=40 mm							3.460,000	21,35	73.871,00
D08NA022	Partida	m²	CUB. CHAPA ACERO GALVANIZADO 0,7 mm PL-75/320							1.645,500	23,10	38.011,05
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal			
			CUBIERTA NAVE C	1	1.290,000			1.290,000				
			MARQUESINAS	1	355,500			355,500	1.645,500			
D09JC001	Partida	m²	PANEL HORMIGÓN PREF. GRIS e=20 cm MUROS							2.148,800	12,58	27.031,90
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal			
			FACHADAS	1	252,800		8,500	2.148,800	2.148,800			
PANELEI9	Partida	uD	PANEL HORMIGON PREFABRICADO SECTORIZACION							1.275,000	25,91	33.035,25
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal			
			MURO H=8,5m	1	150,000		8,500	1.275,000	1.275,000			
			2.3							333.287,79		333.287,79
2.4	Capítulo		SANEAMIENTO							45.172,50		45.172,50
110-ENTER	Partida	m	TUBERIA PVC TEJA SN-4 S/ARENA 110							80,000	20,24	1.619,20

D03AG205	Partida	m	TUBERÍA PVC TEJA SN-4 SIARENA 125						15,000	13,84	207,60
D03AG208	Partida	m	TUBERÍA PVC TEJA SN-4 SIARENA 200						240,000	29,76	7.142,40
					Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
					1	75,000			75,000		
					1	165,000			165,000	240,000	
D03AG209	Partida	m	TUBERÍA PVC TEJA SN-4 SIARENA 250						330,000	35,59	11.744,70
					Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
					1	145,000			145,000		
					1	185,000			185,000	330,000	
D03AG210	Partida	m	TUBERÍA PVC TEJA SN-4 SIARENA 315						10,000	49,75	497,50
D25NP510	Partida	m	CANALÓN OCULTO CHAPA 1m DESARROLLO						350,000	46,75	16.362,50
D25NL010	Partida	m	BAJANTE PLUVIALES DE PVC 75 mm						14,000	5,79	81,06
D25NL020	Partida	m	BAJANTE PLUVIALES DE PVC 90 mm						10,000	6,89	68,90
D03DA405	Partida	ud	ARQUETA DECANTACIÓN FANGOS						1,000	739,14	739,14
D03DA203	Partida	ud	ARQUETA SIFÓNICA						1,000	82,96	82,96
D03DA015	Partida	ud	ARQUETA/PIE BAJANTE REGISTRABLE						24,000	69,05	1.657,20
D03DA006	Partida	ud	ARQUETA REGISTRO						40,000	85,98	3.439,20
					Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
					10				10,000		
					5				5,000		
					20				20,000		
					5				5,000	40,000	
D03DE151	Partida	ud	IMBORNAL 90x50x50 cm						16,000	64,02	1.024,32
D03JC001	Partida	m	CANALETA REJILLA MUELLE DE HORMIGÓN D= 30 cm						10,750	11,74	126,21
D36UA015	Partida	ud	POZO DE REGISTRO D=100 H= 3,1m						1,000	379,61	379,61
			2.4							45.172,50	45.172,50
2.5	Capítulo		INSTALACION DE FONTANERIA							27.364,21	27.364,21
D26FD001	Partida	ud	LAVABO VICTORIA BLANCO GRIFERÍA VICTORIA PLUS						12,000	122,97	1.475,64
D25RF030	Partida	ud	PUNTO DE CONSUMO F-C LAVABO						12,000	82,96	995,52
D26NA505	Partida	ud	URINARIO MURAL IDEAL STANDARD						2,000	342,24	684,48

D25RF055	Partida	ud	PUNTO CONSUMO FRÍA URINARIO	2,000	33,40	66,80
D26LD011	Partida	ud	INODORO VICTORIA CON CISTERNA	13,000	203,19	2.641,47
D25RF050	Partida	ud	PUNTO DE CONSUMO FRÍA INODORO	13,000	53,06	689,78
D26DH010	Partida	ud	PLATO DUCHA OPENING 100x70 BLANCO	8,000	447,97	3.583,76
D25RF020	Partida	ud	PUNTO DE CONSUMO F-C PLATO DUCHA	8,000	86,86	694,88
D25DA010	Partida	m	TUBERÍA DE ACERO GALVANIZADO UNE 3/4"	40,000	11,86	474,40
D25DA020	Partida	m	TUBERÍA DE ACERO GALVANIZADO UNE 1"	15,000	15,07	226,05
D25DA030	Partida	m	TUBERÍA DE ACERO GALVANIZADO UNE 1 1/4"	13,000	23,33	303,29
D25DA040	Partida	m	TUBERÍA DE ACERO GALVANIZADO UNE 1 1/2"	25,000	27,26	681,50
D25DA050	Partida	m	TUBERÍA DE ACERO GALVANIZADO UNE 2"	30,000	39,40	1.182,00
D25DA060	Partida	m	TUBERÍA DE ACERO GALVANIZADO UNE 3"	85,000	114,96	9.771,60
D25AP008	Partida	ud	CONTADOR DE AGUA FRÍA DE 3"	1,000	809,53	809,53
D25BB005	Partida	ud	FRONTAL 2 H. ARM. BAT. CONT. 1.00x2.10 m	1,000	732,92	732,92
D25TL003	Partida	ud	GRUPO PRESIÓN	1,000	2.350,59	2.350,59
			2.5		27.364,21	27.364,21
2.6	Capítulo		INSTALACION CONTRA INCENDIOS		35.028,12	35.028,12
D34AA010	Partida	ud	EXTINTOR POLVO ABC 9 kg EF 34A-233B	36,000	63,02	2.268,72
D34AA018	Partida	ud	EXTINTOR POLVO ABC 50 kg CARBÓNICA EF 144A-233B	3,000	226,70	680,10
D34FG005	Partida	ud	PULSADOR DE ALARMA REARMABLE	30,000	97,10	2.913,00
D34FG205	Partida	ud	SIRENA ELECTRÓNICA BITONAL 24 v	20,000	156,27	3.125,40
D34FG405	Partida	ud	SIRENA ALARMA EXTERIOR	8,000	226,66	1.813,28
D34FK015	Partida	ud	CENTRAL DETECCIÓN INCENDIOS 6 ZONAS	1,000	398,47	398,47
D34MA005	Partida	ud	SEÑAL LUMINISCENTE EXTINCIÓN INCENDIOS	75,000	10,70	802,50
D34MA010	Partida	ud	SEÑAL LUMINISCENTE EVACUACIÓN	60,000	9,14	548,40
D34AF007	Partida	m	TUBERÍA DE ACERO 2 1/2"	90,000	71,31	6.417,90
D34AF008	Partida	m	TUBERÍA DE ACERO 3"	70,000	90,97	6.367,90
D34AI015	Partida	ud	BOCA INCENDIO EQUIPADA 45 mm/20m	6,000	275,42	1.652,52
D34AF085	Partida	ud	GRUPO PRESIÓN 20 m³/h 40 mca	1,000	4.750,38	4.750,38
D34AF095	Partida	ud	DEPÓSITO ACUMULADOR 50 m3	1,000	3.289,55	3.289,55
			2.6		35.028,12	35.028,12
2.7	Capítulo		CARPINTERIAS		12.694,77	12.694,77
D34JA006	Partida	ud	PUERTA CORTAFUEGOS EI2/45/C5 1h 800 mm	4,000	133,40	533,60
D21CG005	Partida	m²	VENTANA CORREDERA	33,750	112,91	3.810,71

				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal		
			VENTANAS	15	1,500		1,500	33,750			
								0	33,750		
D23AA155	Partida	m²	PUERTA BATIENTE DOBLE CHAPA						114,150	55,17	6.297,66
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal		
			INTERIORES DOBLES PORTÓN TOLVAS	16	1,800		2,000	57,600			
			PORTÓN BODEGA	1	4,500		3,500	15,750			
			INTERIORES 1 HOJA	1	3,600		3,000	10,800			
				15	1,000		2,000	30,000	114,150		
D23IA001	Partida	m	BARANDA PROTECCIÓN EXTERIOR TUBO 50						80,000	25,66	2.052,80
			2.7						12.694,77		12.694,77
2.8	Capítulo		INSTALACION ELECTRICA, ILUMINACION						99.265,10		99.265,10
D36ZT320	Partida	ud	CENTRO TRANSFORMACIÓN SUPERFICIE 630 kVA						1,000	29.924,29	29.924,29
D27GA001	Partida	ud	TOMA DE TIERRA (PICA)						15,000	85,69	1.285,35
D27IH042	Partida	ud	CUADRO GENERAL						1,000	1.684,60	1.684,60
D27IE012	Partida	ud	CUADRO SECUNDARIO						13,000	746,17	9.700,21
CIR-4	Partida	m	CIRCUITO ELECTRICO GENERAL						2.000,000	8,10	16.200,00
D27QA105	Partida	ud	EMERGENCIA DAISALUX 70-360 LÚM.						37,000	52,74	1.951,38
D27QN075	Partida	ud	PROYECTOR EMERGENCIA DAISALUX ZENIT PL ZG4-N48						18,000	362,54	6.525,72
D28EA401	Partida	ud	PROYECTOR EXTERIOR DESCARGA 150 w (EXTERIOR)						21,000	230,66	4.843,86
D28NM060	Partida	ud	LUMINARIA DESCARGA COLGANTE 200 w LEDS (PROCESOS)						78,000	162,03	12.638,34
D28NA040	Partida	ud	PANTALLA ESTANCA o/REFLECTOR AI 2x58 w (ZONAS TÉCNICAS)						54,000	72,91	3.937,14
D28NH040	Partida	ud	LUMINARIA ESTANCA 1x50 w (ZONAS ADMIN.)						67,000	52,84	3.540,28
D28AG920	Partida	ud	REDONDO FOCO EMPOTRABLE LEDS 20 w						10,000	59,59	595,90
D27KB001	Partida	ud	PUNTO LUZ CONMUTADO JUNG-AS 500						53,000	49,81	2.639,93
D27OD815	Partida	ud	BASE ENCHUFE TUBO PVC ESTANCA PÚB. CONC.						95,000	39,98	3.798,10
			2.8						99.265,10		99.265,10
2.9	Capítulo		ALBAÑILERIAS						113.470,06		113.470,06
D07DC025	Partida	m²	FÁB. LADRILLO PERFORADO 10 cm 1/2 pie						750,000	15,06	11.295,00
D10DA045	Partida	m²	TABIQUE PLADUR 76/400 (46) LM						115,000	21,74	2.500,10
D13DG010	Partida	m²	ENFOS. MAEST. FRATASADO M15 VERTICAL						678,000	8,84	5.993,52
D13AD130	Partida	m²	GUARNECIDO MAESTREADO Y ENLUCIDO						390,000	5,87	2.289,30

D10DA030	Partida	m ²	TRASDOSADO SEMIDIRECTO PLADUR M-70x30/400 1x15N	168,000	13,98	2.348,64
D14AJ100	Partida	m ²	F. T. ESC. DESMONTABLE 60x60 APCYO	1.400,000	14,75	20.650,00
D18AA150	Partida	m ²	ALICATADO AZULEJO 1º < 20x20 cm ENFOSCADO+COLA	240,000	19,43	4.663,20
D35AM055	Partida	m ²	PINTURA EPOXI SI/HORMIGÓN PREPOXY SUELOS	2.024,000	12,37	25.036,88
D19DD001	Partida	m ²	SOLADO DE GRES (10 l/m ²) INTERIOR C 1/2	1.400,000	23,19	32.466,00
D15JA005	Partida	m	FORMACIÓN PELDAÑO LADRILLO HUECO DOBLE	40,000	16,04	641,60
MU	Partida	UD	MUELLES PARA CARGA DE CAMIONES	3,000	1.861,94	5.585,82
			2.9		113.470,06	113.470,06
2.10	Capítulo		PINTURAS		19.531,81	19.531,81
D35AC001	Partida	m ²	PINTURA PLÁSTICA BLANCA	2.052,000	3,28	6.730,56
D35AC115	Partida	m ²	PINTURA PLÁSTICA MATE FACHADAS LISA	2.375,000	5,39	12.801,25
			2.10		19.531,81	19.531,81
2.11	Capítulo		CLIMATIZACION Y VENTILACION		11.928,44	11.928,44
D31NC105	Partida	ud	UNIDAD INTERIOR CASSETTE 3,2 kW	14,000	495,95	6.943,30
D31NC215	Partida	ud	CLIMATIZADORA F/C VAILLANT 45000F/50000C	1,000	3.565,29	3.565,29
D31XA010	Partida	ud	CAJA DE VENTILACIÓN 9.000 m ³ /h	1,000	857,25	857,25
D31YD010	Partida	ud	EXTRACTOR ASEO C/T	5,000	57,80	289,00
D31FA005	Partida	ud	REJILLA IMPULSIÓN-RETORNO 425x165 SIMPLE	8,000	34,20	273,60
			2.11		11.928,44	11.928,44
			2		885.714,38	885.714,38
			MEDICION TFG		1.155.246,52	1.155.246,52

REFERENCIAS

- [1] R. Aparicio, J. Harwood, *Manual del Aceite de Oliva*, Mundi-Prensa, 2003.
- [2] D. Barranco, R. Fernández-Escobar, L. Rallo, *El Cultivo del Olivo*, Mundi-Prensa, Edición 6ª, 2008.
- [3] Gobierno de España, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, *Informe Anual de Comercio Exterior Agroalimentario Pesquero y Forestal*, 2020
https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/analisis-y-prospectiva/informeanual2019_tcm30-542612.pdf
- [4] Cátedra Caja Rural de Jaén, *Informe Anual de Coyuntura del Sector Oleícola*, 2020.
<https://www.mercacei.com/pdf/informecatedra.pdf>
- [5] INE, *Anuario Estadístico de España*, Capítulo 12, 2019. <https://www.ine.es/anuario19.pdf>
- [6] J. Ávila, *Enciclopedia Del Aceite De Oliva*, Planeta, Edición 1ª, 2000.
- [7] Infoagro. https://www.infoagro.com/denominaciones/denominacion_origen
- [8] Territorio gastronómico. <http://territoriogastronomico.com/ingredientes/aceites-oro-bailen>
- [9] Google Maps. <https://www.google.com/maps/>
- [10] Sede electrónica del Catastro. <https://www1.sedecatastro.gob.es/Cartografia/>
- [11] Turistour <https://www.turistouronline.com/2019/01/28/curiosidades-del-olivar/>
- [12] Masía el Altet. <https://masiaelaltet.es/blog/>
- [13] La Vanguardia. <https://www.lavanguardia.com/>
- [14] elaceite.net <http://www.elaceite.net/aceite-de-oliva/denominaciones-de-origen>
- [15] Diario ABC. <https://sevilla.abc.es/andalucia/>
- [16] Consejo Oleícola Internacional. <https://www.internationaloliveoil.org/>
- [17] Statista <https://es.statista.com/>
- [18] Mercacei. <https://www.mercacei.com/noticia/53656/>
- [19] Climate-data web. <https://es.climate-data.org/europe/espana/andalucia/andujar-56880/>
- [20] Ayuntamiento de Andújar. *Plan General de Ordenación Urbana*.

- <https://www.andujar.es/plan-general-de-ordenacion-urbana>
- [21] Agrinaco <https://www.agrinaco.es/productos/tolvas-de-aceituna/>
- [22] Aceites Bucoli <http://www.aceitesbucoli.com/principal/empresa/>
- [23] Ruteoliva <http://www.ruteoliva.com/>
- [24] Asigran <https://asigran.com/>
- [25] Rover-bas <https://www.rover-bas.es/>
- [26] Edgar Amela Felipe. *Diseño de una cinta transportadora en instalación de carga automática de coque*. Universitat Jaume I, 2006. <https://ingemecanica.com/proyectos/objetos/proyecto45.pdf>
- [27] Centrifugación Alemana. <http://www.centrifugacionalemana.com/>
- [28] Polaris Automazioni. <https://www.polarisautomazioni.com/>
- [29] Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo. *Evaluación de la producción y usos de subproductos de las agroindustrias del olivar en Andalucía*. 2015.
- [30] Ferroli. <https://www.ferroli.com/es/>
- [31] IDAE. *Guía Técnica para Instalaciones de biomasa térmica en edificios*. Madrid, 2009. <https://www.idae.es/>
- [32] Gobierno de España. *R.D. 1027/2007. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios*. Madrid, 2007.
- [33] Ormazabal. www.ormazabal.com
- [34] ABC Arquitectura Modular. <https://abcm modular.com/garitas-de-seguridad>
- [35] Grupo Epelsa. <https://www.grupoepelsa.com/basculas-camiones-y-pesaejes-bp-hg-sobresuelo>
- [36] Grupo Europa Prefabri. <https://www.europa-prefabri.com/portfolio-item/marquesinas-de-aparcamiento/>
- [37] Roc Gelonch. <http://www.rocgelonch.com/es/tancaments/cercado-nave-industrial-poligono-valls/>
- [38] Cotmesa. <https://cotmesa.es/puerta-corredera-1-o-2-hojas/>
- [39] AccelorMittal. *Catálogo de secciones de acero*. <https://constructalia.arcelormittal.com/>
- [40] Grupo Panelsandwich. <https://www.panelsandwich.com/producto/panel-lana-de-roca-cubierta-ignifuga/>
- [41] Aislux S.A. <http://aislux.com/wp-content/uploads/PDF/Arcoplus-1000-2017.pdf>
- [42] Patec. <https://www.patec.org/naves-prefabricadas-precios.php>

- [43] Danosa. <https://portal.danosa.com/danosa/CMSServlet?node=620051>
- [44] Consejo Europeo. *Reglamento CE 852/2004*. 2004.
- [45] Ministerio de Fomento. *Código Técnico de la Edificación DB HS de Salubridad*. 2019.
- [46] Ministerio de Fomento. *Código Técnico de la Edificación DB SUA de Seguridad de Utilización y Accesibilidad*. 2019.
- [47] Dismac. <https://www.dismac.es/mobiliario-de-oficina/oficina/falsos-techos>
- [48] Europerfil. <https://www.europerfil.com/sistemas-de-cubierta-metalica/eurocover-40n-cubierta>
- [49] Euromontajes Guipuzcoa. <http://www.euromontajesguipuzcoa.com/Fachadas.aspx>
- [50] Ministerio de Fomento. *Norma 6.I-IC relativa a Secciones de Firme*. 2003.
- [51] Ministerio de Fomento. *CTE DB SE-AE de Seguridad Estructural, Acciones en la Edificación*. 2009.
- [52] CYPE. Software de Cálculo.
- [53] Ministerio de Fomento. *CTE DB SE-A de Estructuras de Acero*. 2007.
- [54] Ministerio de Fomento. *Instrucción de Acero Estructural*. 2011.
- [55] ACH. *Catálogo de secciones de correa en Z y C*. <https://www.panelesach.com/>
- [56] Ministerio de Fomento. *CTE DB-HE de Ahorro de Energía*. 2019.
- [57] Tecnosol. <https://tecnosolab.com/producto/placas-solares/>
- [58] Ministerio de Fomento. *Norma de Construcción Sismorresistente en Edificaciones NCSE-02*. 2002.
- [59] Ministerio de Fomento. *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e ITC*. 2021.
- [60] AENOR. *Norma UNE-HD 60364-5-52*. 2014.
- [61] Ministerio de Fomento. *Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales. RD 2267/2004*. 2004.
- [62] Ministerio de Fomento. *CTE DB SI de Seguridad en caso de Incendio*. 2019.
- [63] Ministerio de Fomento. *Instrucción Técnica de Almacenamiento de líquidos combustibles e inflamables ITC MIE APQ-1*. 2017.
- [64] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. *Nota Técnica de Prevención 766. Carga de fuego ponderada: parámetros de cálculo*. 2007.
- [65] AENOR. *UNE-EN 2:1994/A1:2005. Clases de fuego*. 2005.

[66] Ministerio de Trabajo. *Real Decreto 485/97*. 1997.

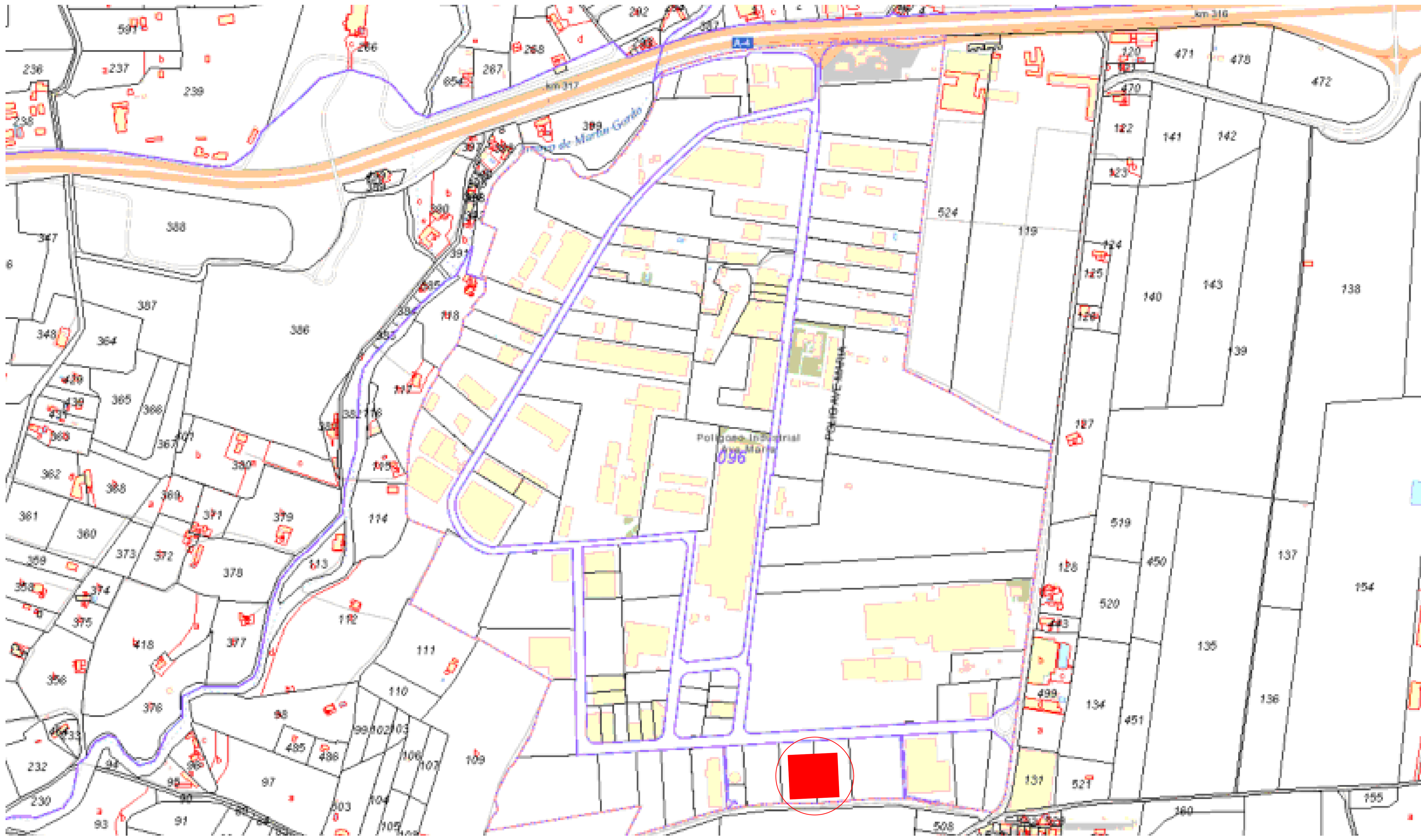
[67] Calculadora de necesidades de climatización. <https://www.luisllamas.es/calculadora-necesidades-climatizacion/>

[68] AutoCAD 2019. Versión estudiante.

9 ANEXO A. PLANOS

En este Anexo A se incluyen los Planos de la Almazara, realizados con el programa de dibujo AutoCAD [68].

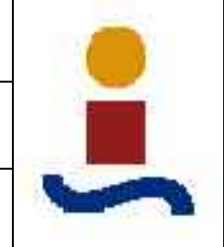
- A.01. Situación de la parcela.
- A.02. Emplazamiento de la parcela.
- A.03. Distribución General de la Almazara.
- A.04. Cotas y Áreas.
- A.05. Equipos y Mobiliario.
- A.06. Equipos y Mobiliario. Nave A.
- A.07. Equipos y Mobiliario. Nave B.
- A.08. Equipos y Mobiliario. Nave C.
- A.09. Cimentación.
- A.10. Estructuras. Planta.
- A.11. Estructuras. Sótano.
- A.12. Estructuras. Correas.
- A.13. Estructuras. Alzado frontal.
- A.14. Estructuras. Alzado lateral.
- A.15. Estructuras. Cubierta.
- A.16. Instalación Eléctrica. Distribución.
- A.17. Instalación Eléctrica. Esquema Unifilar.
- A.18. Red de Saneamiento.
- A.19. Instalación de Fontanería.
- A.20. Protección Contra Incendios. Sectorización.
- A.21. Protección Contra Incendios. Instalación.
- A.22. Instalación de Climatización y Ventilación.
- A.23. Vista General Final.



CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

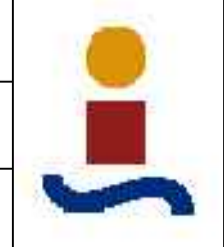
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

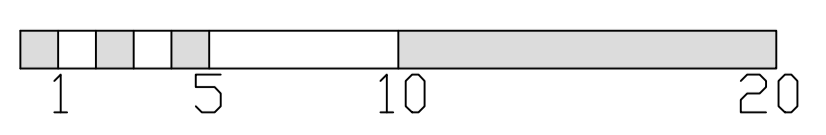
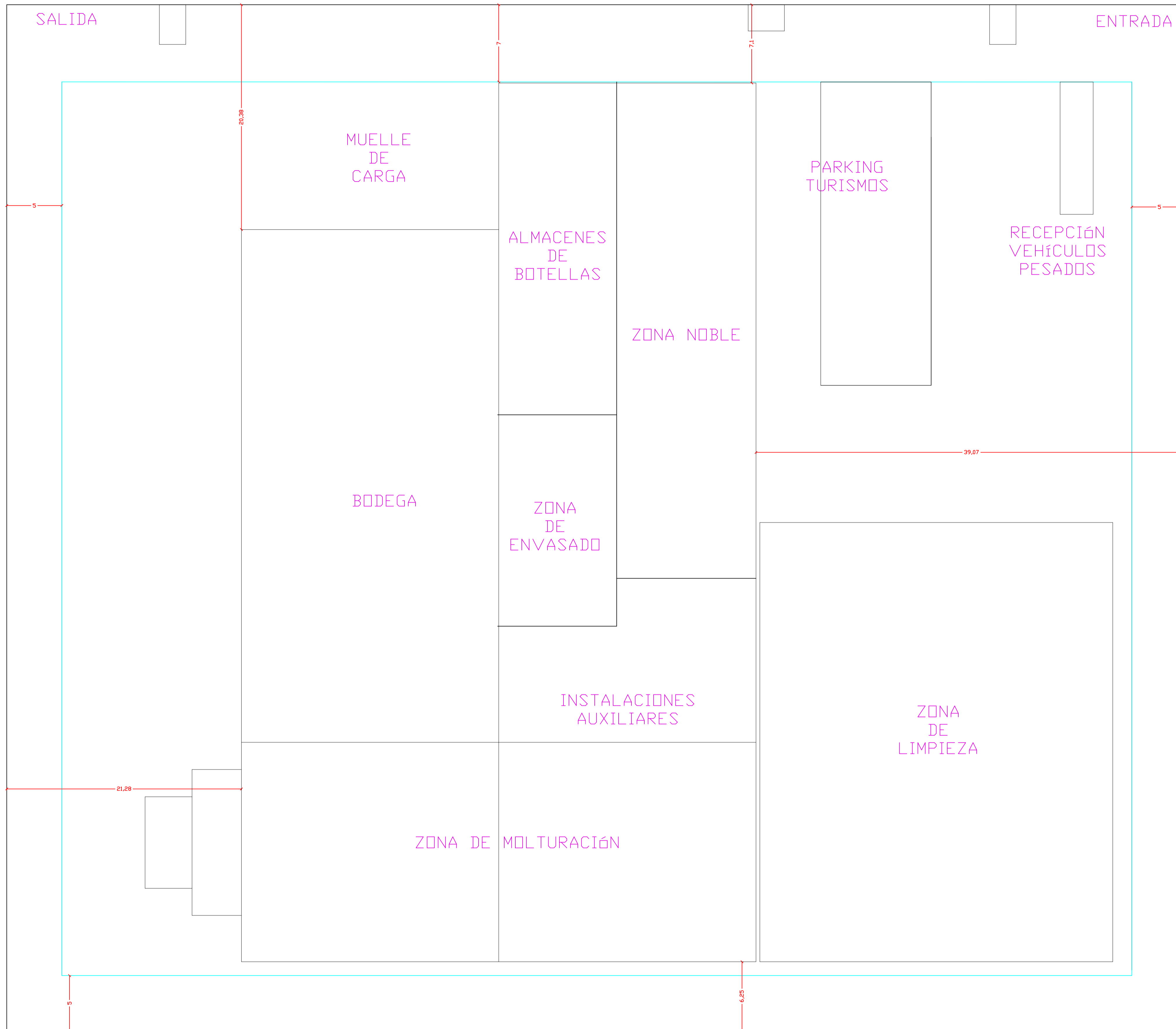
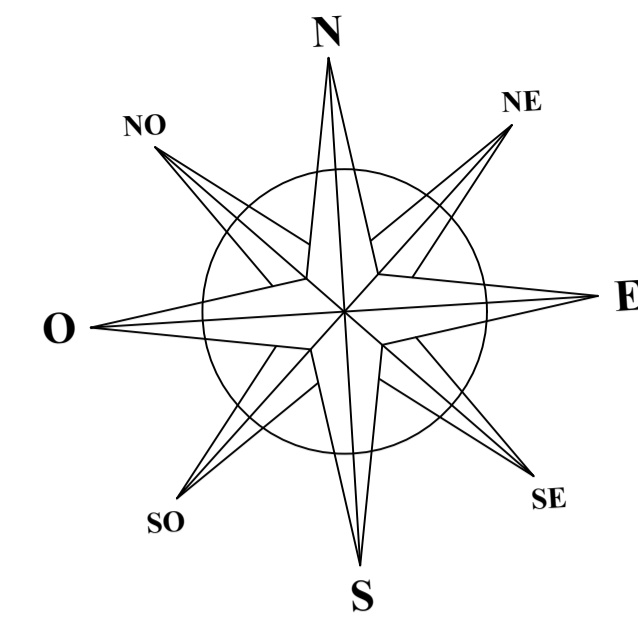
PROYECTO	Implantación de Almazara en Andújar. Edificios e Instalaciones Auxiliares		
PLANO	Situación		
AUTOR	Daniel Sánchez Guerrero		
ESCALA	1:200	FECHA	01/06/21
		Nº	A.01



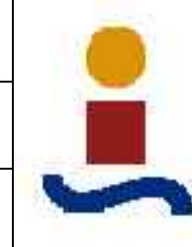


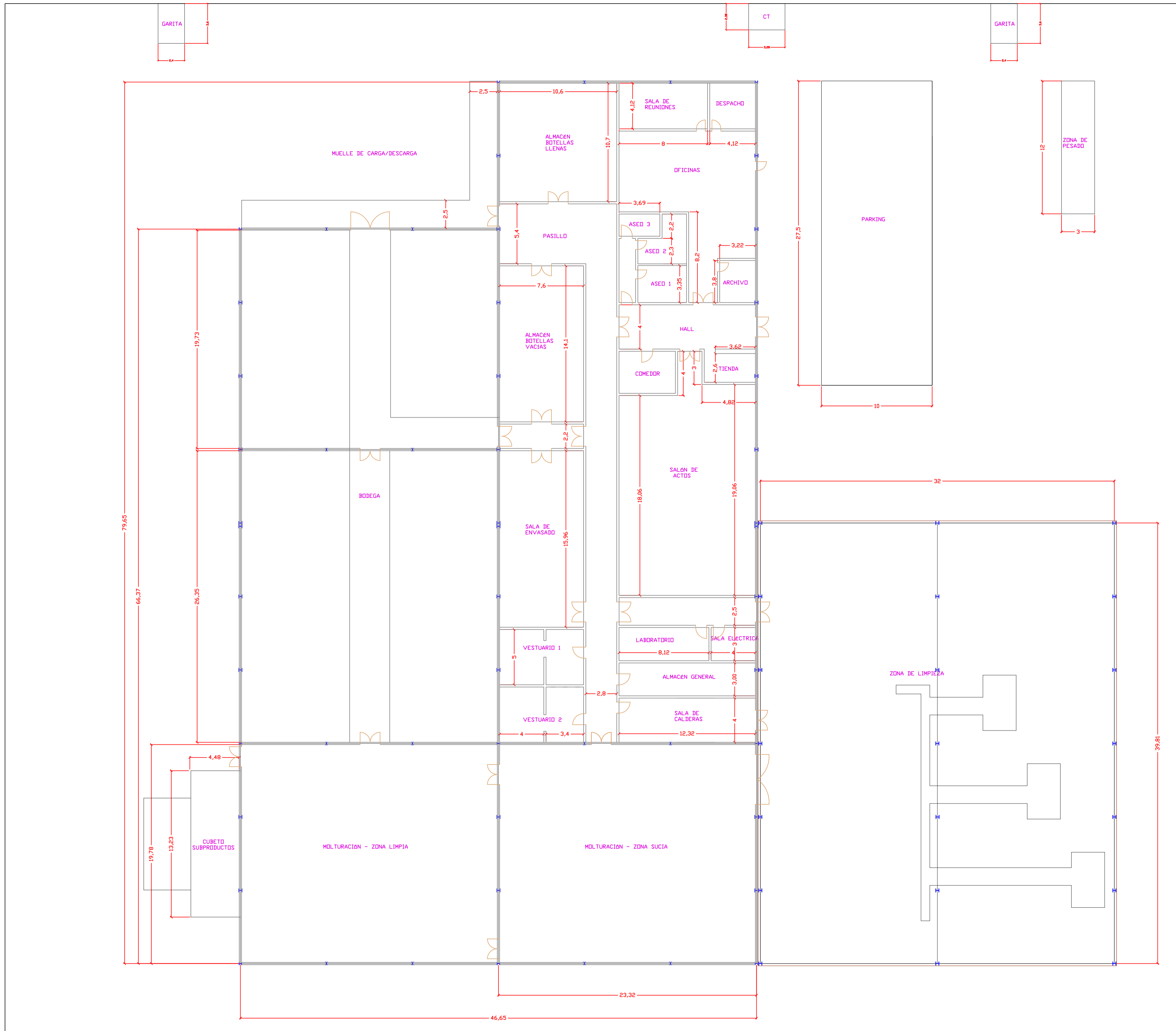
PROYECTO	Implantación de Almazara en Andújar. Edificios e Instalaciones Auxiliares		
PLANO	Emplazamiento		
AUTOR	Daniel Sánchez Guerrero		
ESCALA	1:200	FECHA	01/06/21 N° A.02





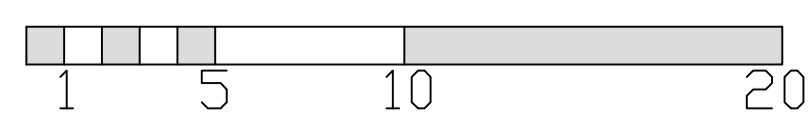
PROYECTO	Implantación de Almazara en Andújar. Edificios e Instalaciones Auxiliares		
PLANO	Distribución General		
AUTOR	Daniel Sánchez Guerrero		
ESCALA	1:200	FECHA	01/06/21 N° A.03





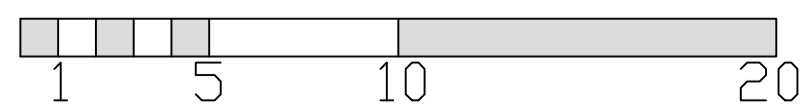
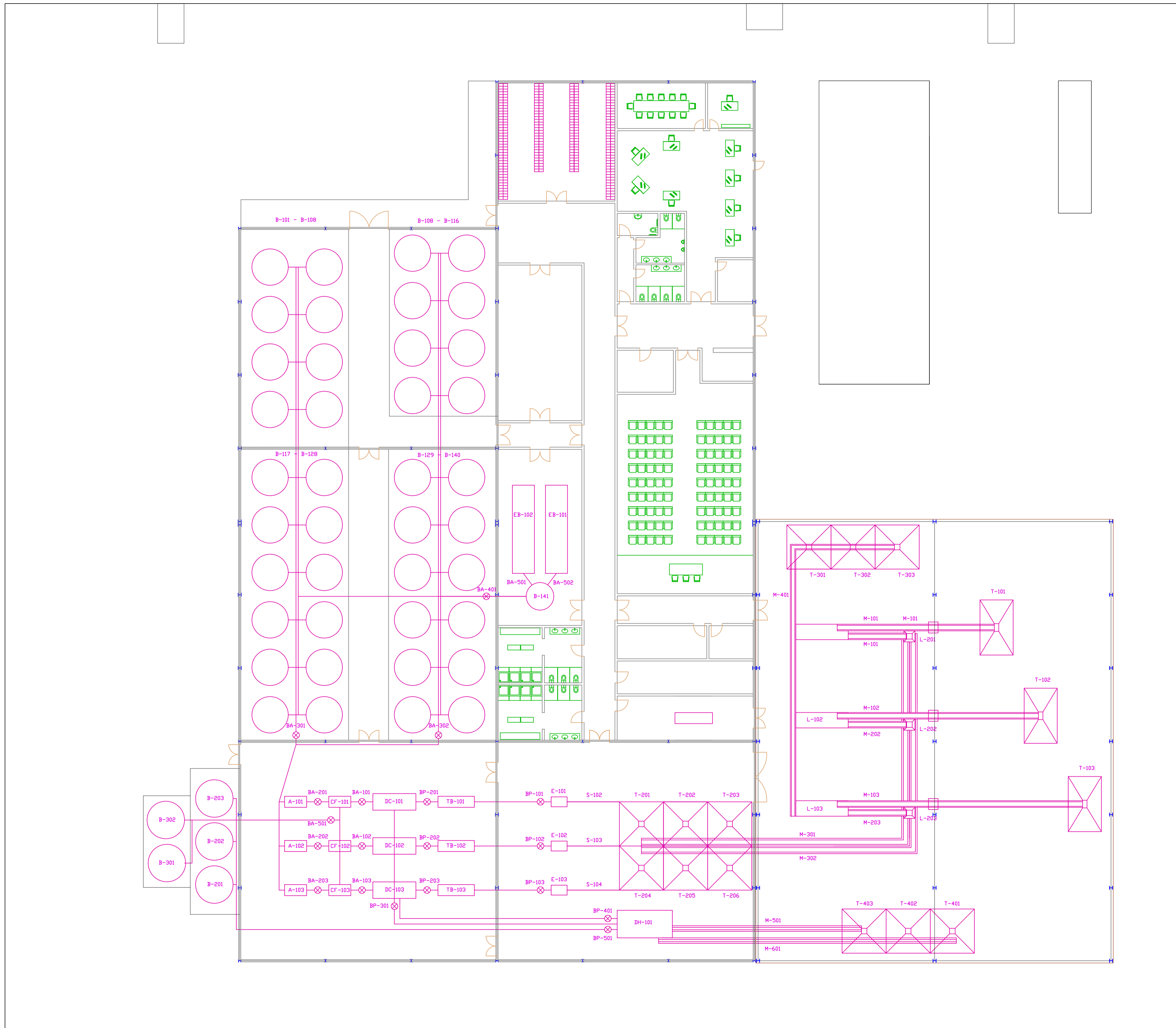
SUPERFICIES CONSTRUIDAS	
SUP. PARCELA	9.951,00
SUP. CONSTRUIDA PLANTA SOTANO	75,00
SUP. CONSTRUIDA NAVE A	1.547,75
SUP. CONSTRUIDA NAVE B	1.750,67
SUP. CONSTRUIDA NAVE C	1.280,00
SUP. CONSTRUIDA TOTAL	4.687,30

SUPERFICIES UTILES	
ZONA DE LIMPIEZA	1.280,00
MOLTURACIÓN - ZONA SUCIA	454,16
MOLTURACIÓN - ZONA LIMPIA	454,16
BODEGA NORTE	456,16
BODEGA SUR	609,44
SALA DE ENVASADO	121,30
ALMACÉN BOTELLAS VACÍAS	107,16
ALMACÉN BOTELLAS LLENAS	113,42
MUELLE DE CARGA/DESCARGA	309,42
ZONA DE PESADO	60,00
PASILLOS	234,57
HALL Y TIENDA	63,18
OFICINAS	125,40
SALA DE REUNIONES	32,80
DESPACHO D.G.	16,81
ARCHIVO	12,16
ASEO 1	14,75
ASEO 2	14,75
ASEO 3	7,40
SALÓN DE ACTOS	236,12
COMEDOR	19,38
VESTUARIO 1	37,30
VESTUARIO 2	37,30
SALA ELÉCTRICA	12,00
ALMACÉN GENERAL	36,96
SALA DE CALDERAS	79,00
LABORATORIO	24,36
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	7,80
PARKING	275,00



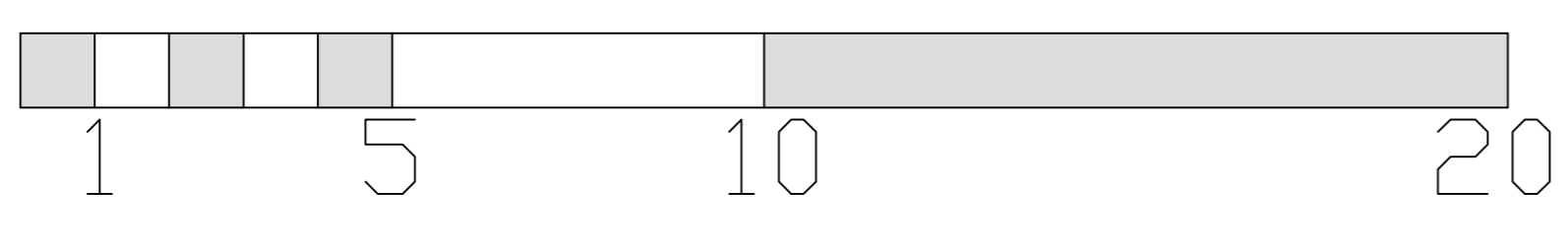
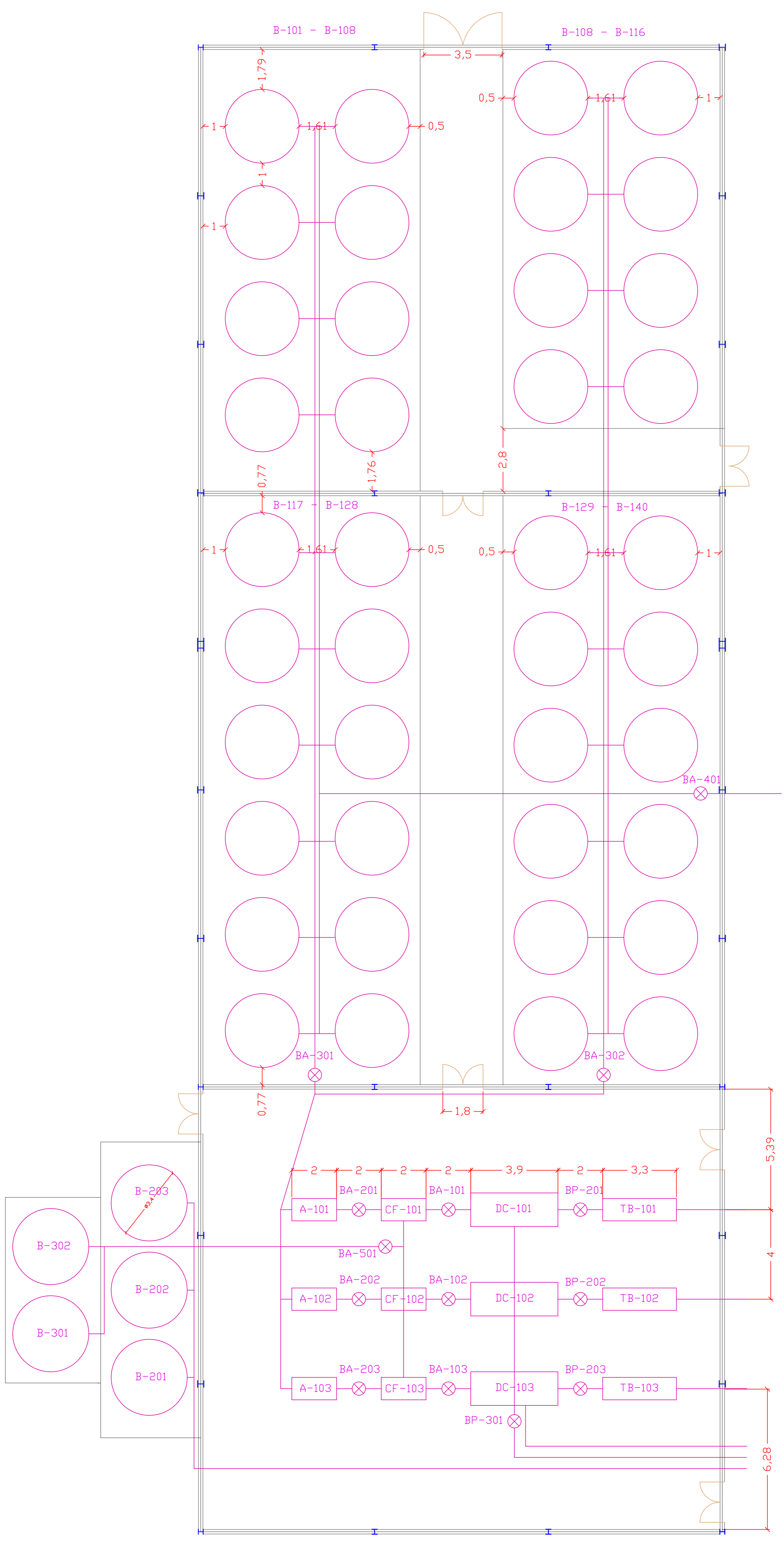
PROYECTO	Implantación de Almazara en Andújar. Edificios e Instalaciones Auxiliares		
PLANO	Cotas y Áreas		
AUTOR	Daniel Sánchez Guerrero		
ESCALA	1:200	FECHA	01/06/21
		Nº	A.04



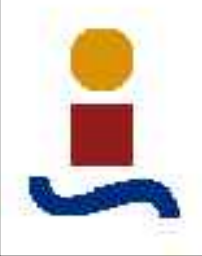


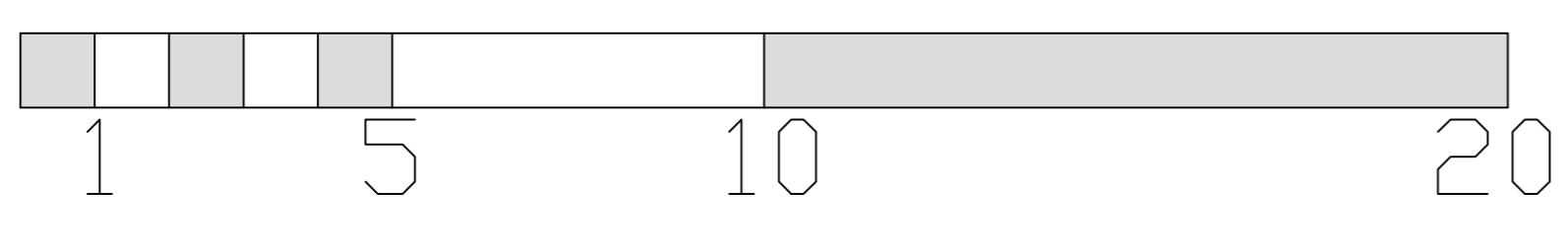
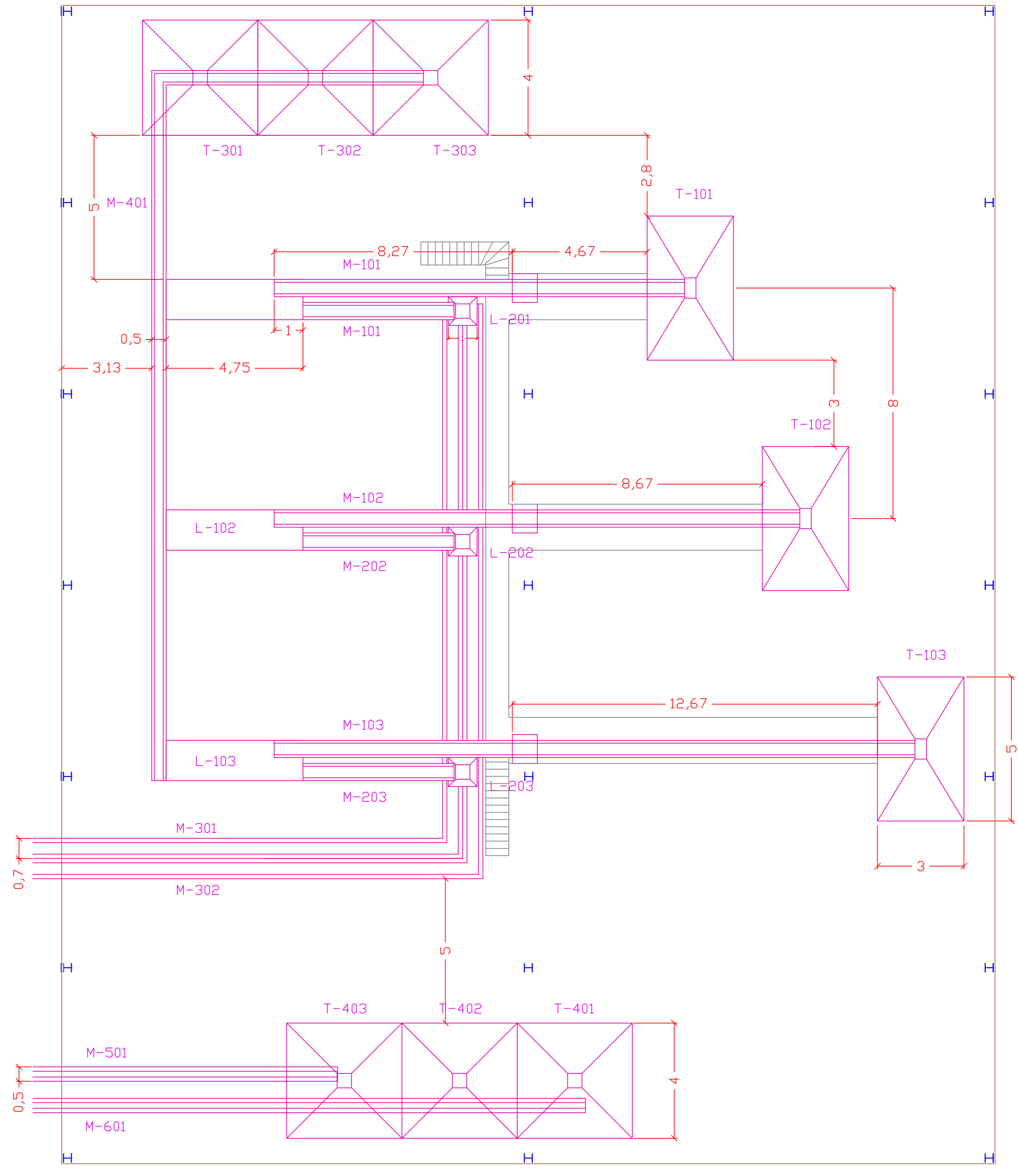
PROYECTO	Implantación de Almazara en Andújar. Edificios e Instalaciones Auxiliares		
PLANO	Equipos y Mobiliario		
AUTOR	Daniel Sánchez Guerrero		
ESCALA	1:200	FECHA	01/06/21 Nº A.05



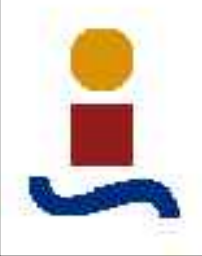


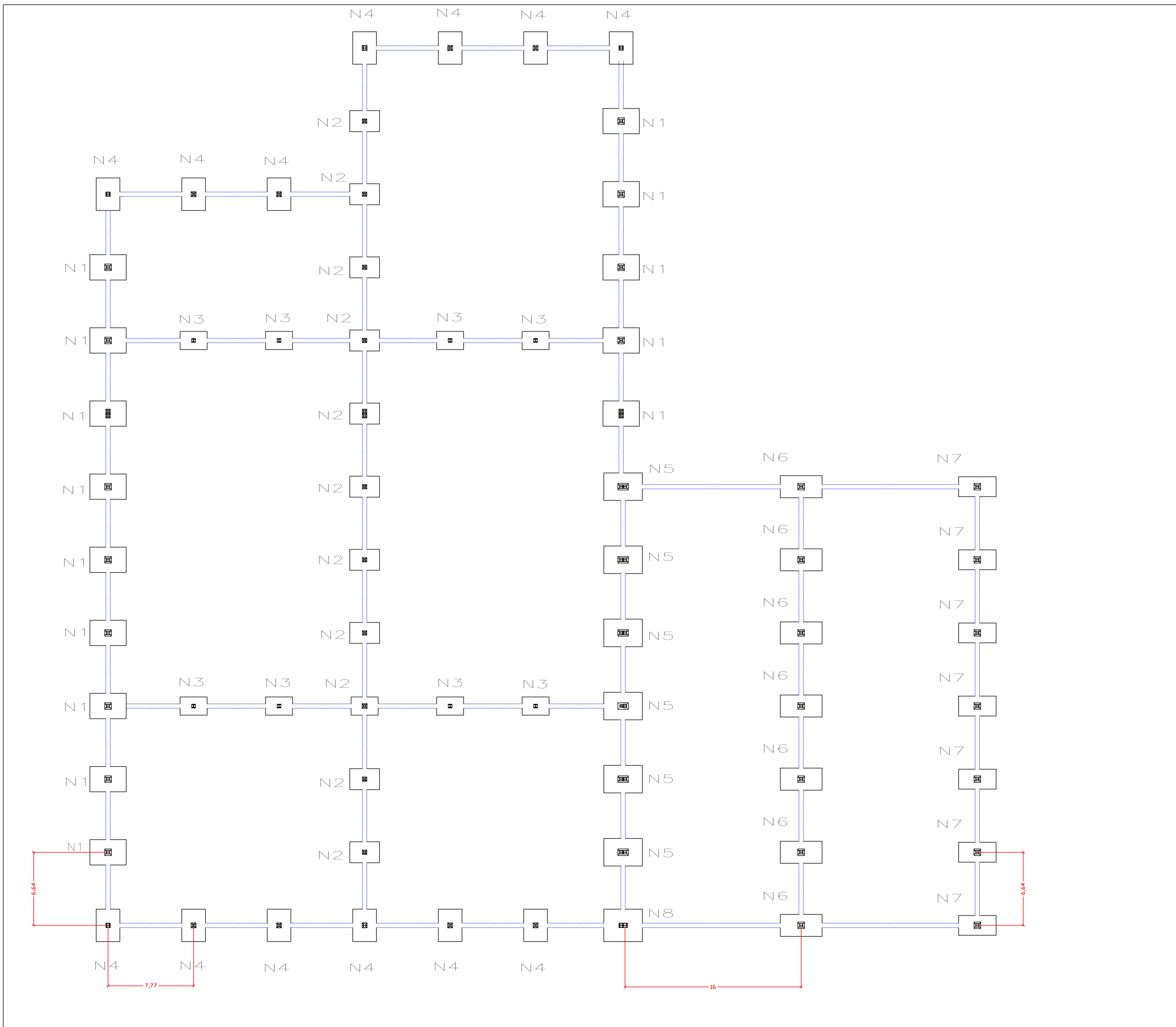
PROYECTO	Implantación de Almazara en Andújar. Edificios e Instalaciones Auxiliares		
PLANO	Equipos y Mobiliario - Nave A		
AUTOR	Daniel Sánchez Guerrero		
ESCALA	1:100	FECHA	01/06/21
		Nº	A.06





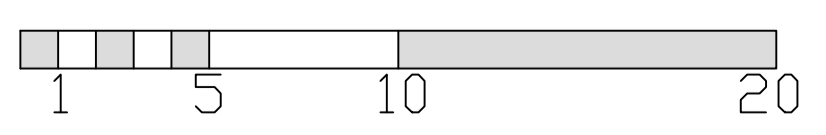
PROYECTO	Implantación de Almazara en Andújar. Edificios e Instalaciones Auxiliares		
PLANO	Equipos y Mobiliario - Nave C		
AUTOR	Daniel Sánchez Guerrero		
ESCALA	1:100	FECHA	01/06/21 N° A.08



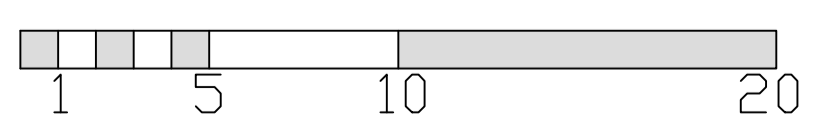
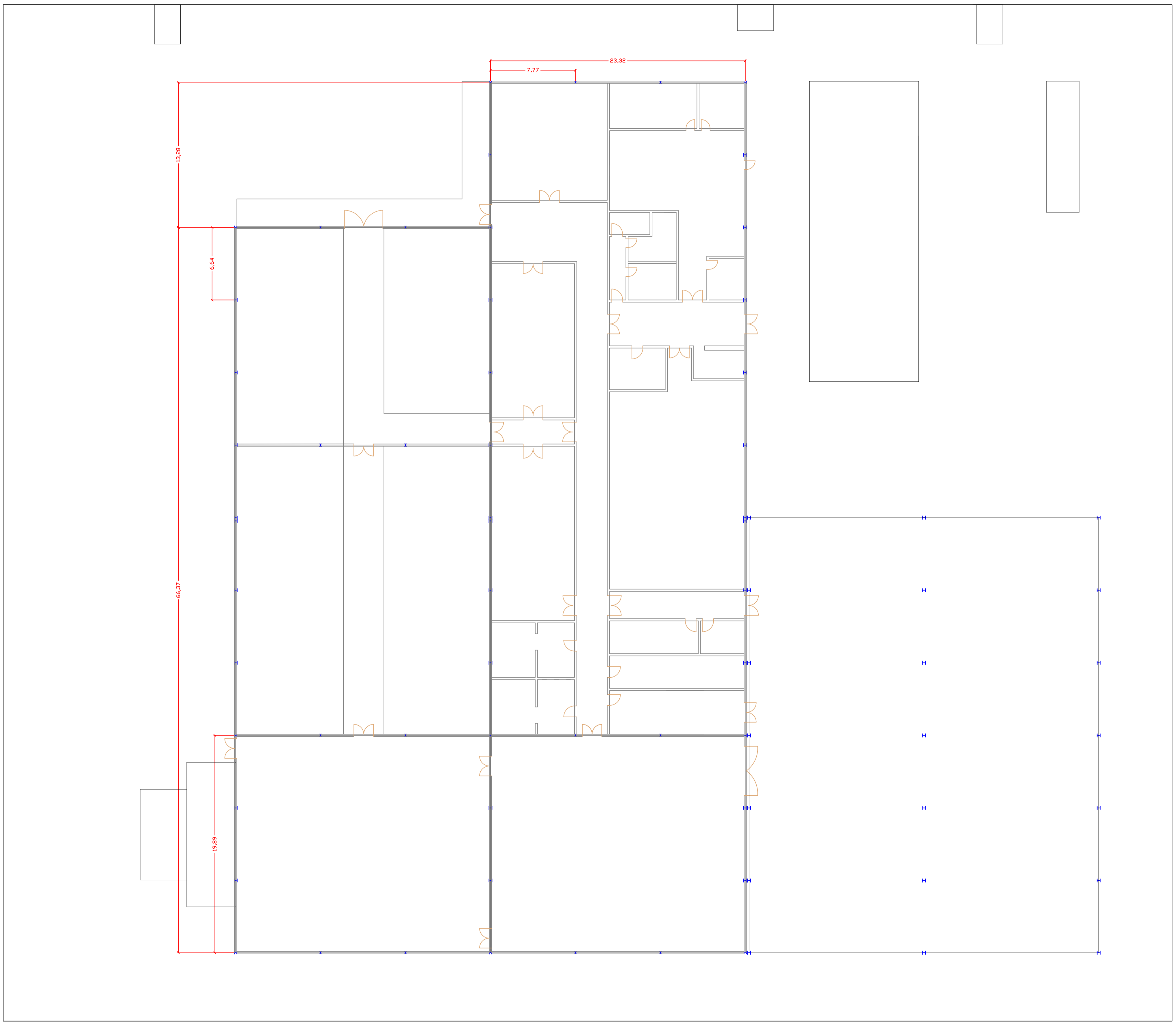


CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

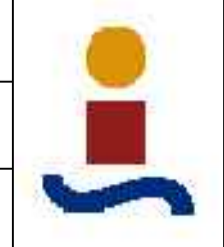
Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)
N1 (pilares izquierdos)	230x330	80
N2 (pilares centrales)	190x270	60
N3 (pilares interm. paños)	245x165	55
N4 (paños extremos)	295x215	65
N5 (paños extremos)	350x250	100
N6 (pilares centrales nave C)	200x380	90
N7 (pilares Este nave C)	180x340	80
N8 (pilar intermedia pórtico B C)	350x295	100

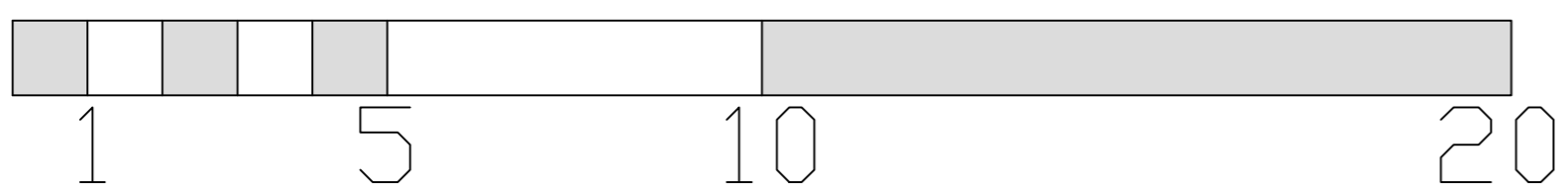
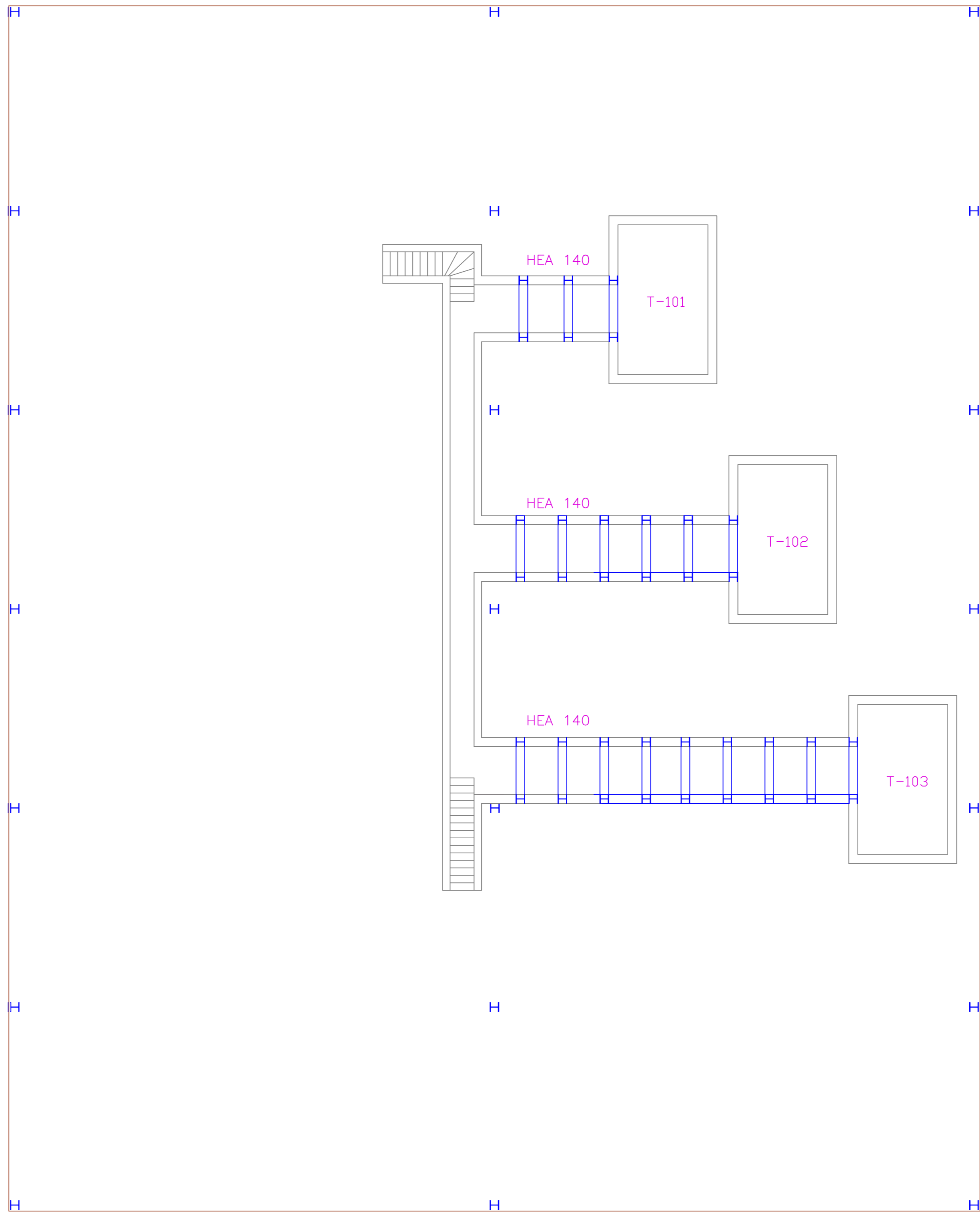


PROYECTO	Implantación de Almazara en Andújar. Edificios e Instalaciones Auxiliares		
PLANO	Cimentación		
AUTOR	Daniel Sánchez Guerrero		
ESCALA	1:200	FECHA	01/06/21
		Nº	A.09

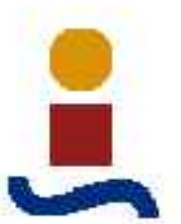


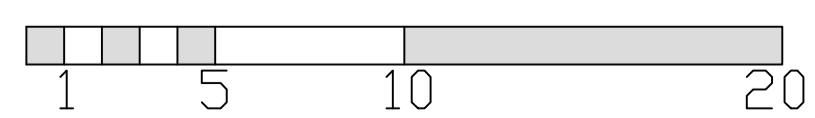
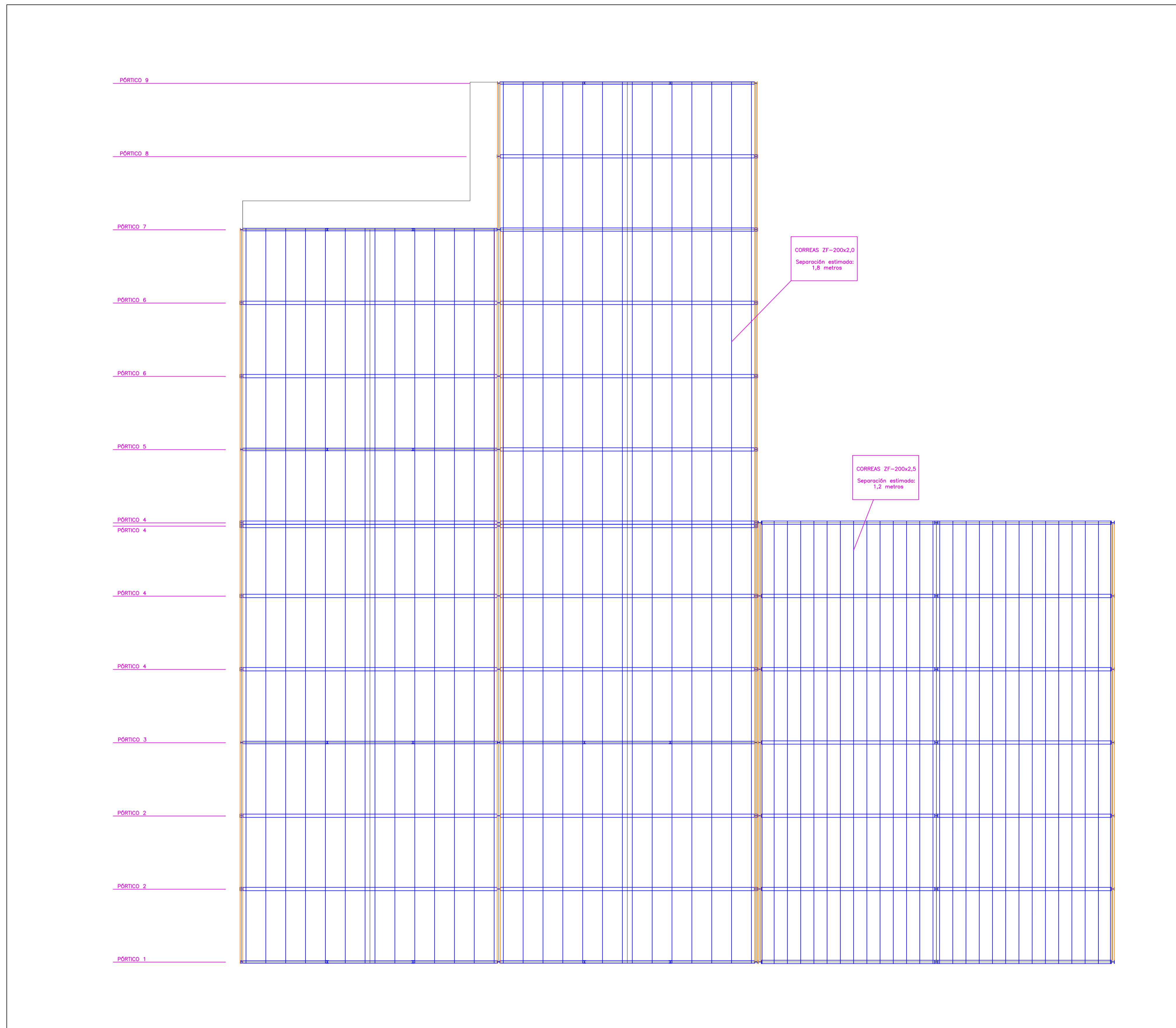
PROYECTO	Implantación de Almazara en Andújar. Edificios e Instalaciones Auxiliares		
PLANO	Estructuras - Planta		
AUTOR	Daniel Sánchez Guerrero		
ESCALA	1:200	FECHA	01/06/21
		Nº	A.10



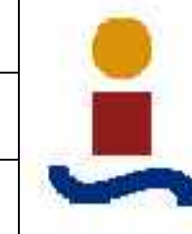


PROYECTO	Implantación de Almazara en Andújar. Edificios e Instalaciones Auxiliares		
PLANO	Estructuras - Sótano		
AUTOR	Daniel Sánchez Guerrero		
ESCALA	1:100	FECHA	01/06/21 N° A.11

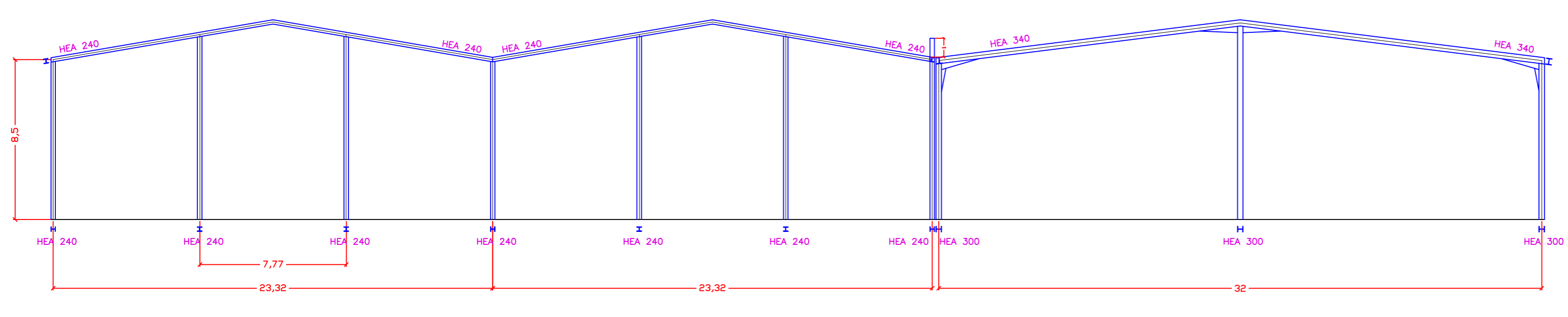




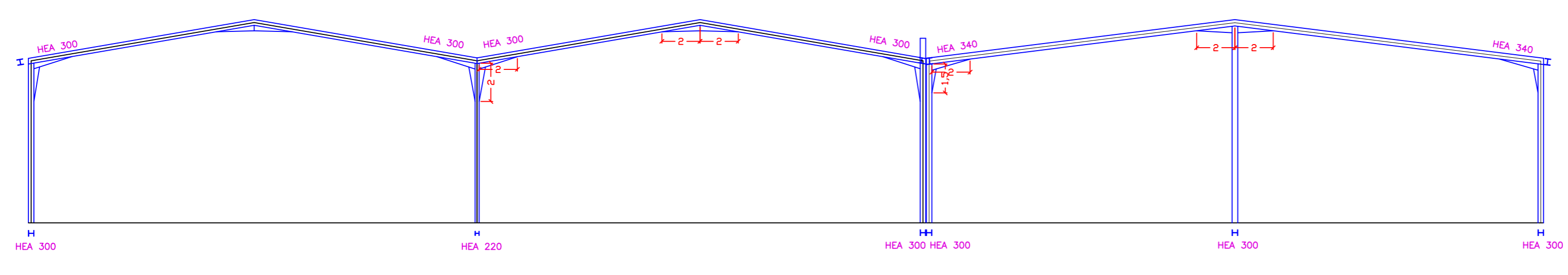
PROYECTO	Implantación de Almazara en Andújar. Edificios e Instalaciones Auxiliares		
PLANO	Estructuras - Correas		
AUTOR	Daniel Sánchez Guerrero		
ESCALA	1:200	FECHA	01/06/21
		Nº	A.12



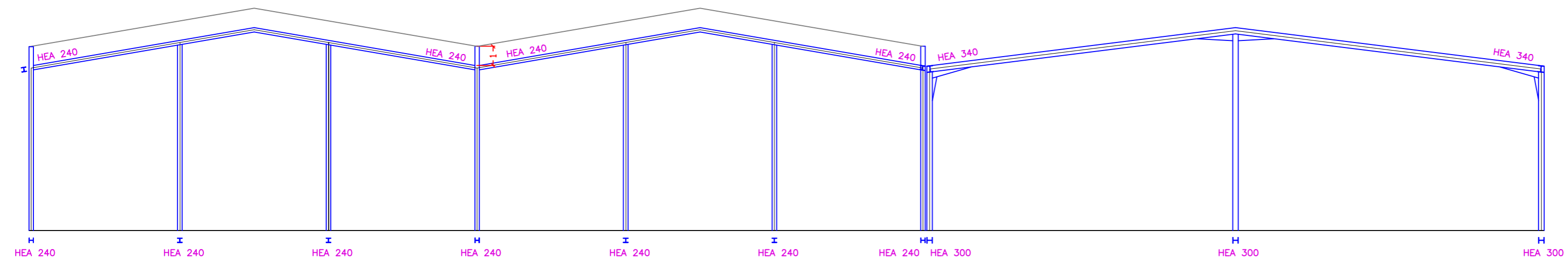
PÓRTICO 1



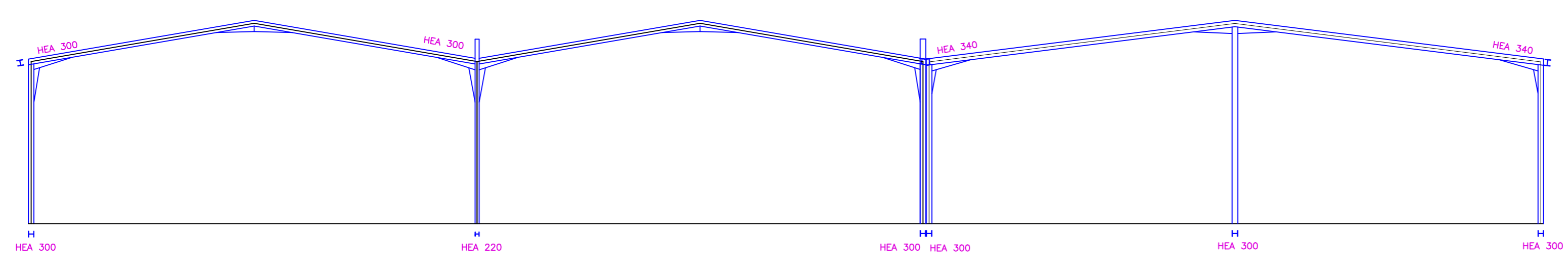
PÓRTICO 2



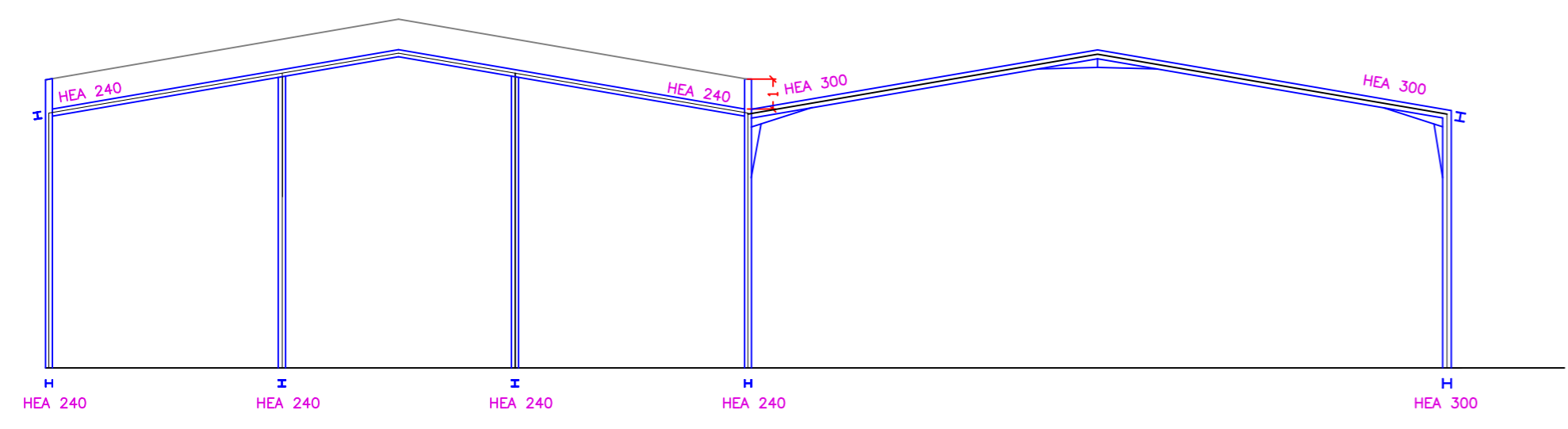
PÓRTICO 3



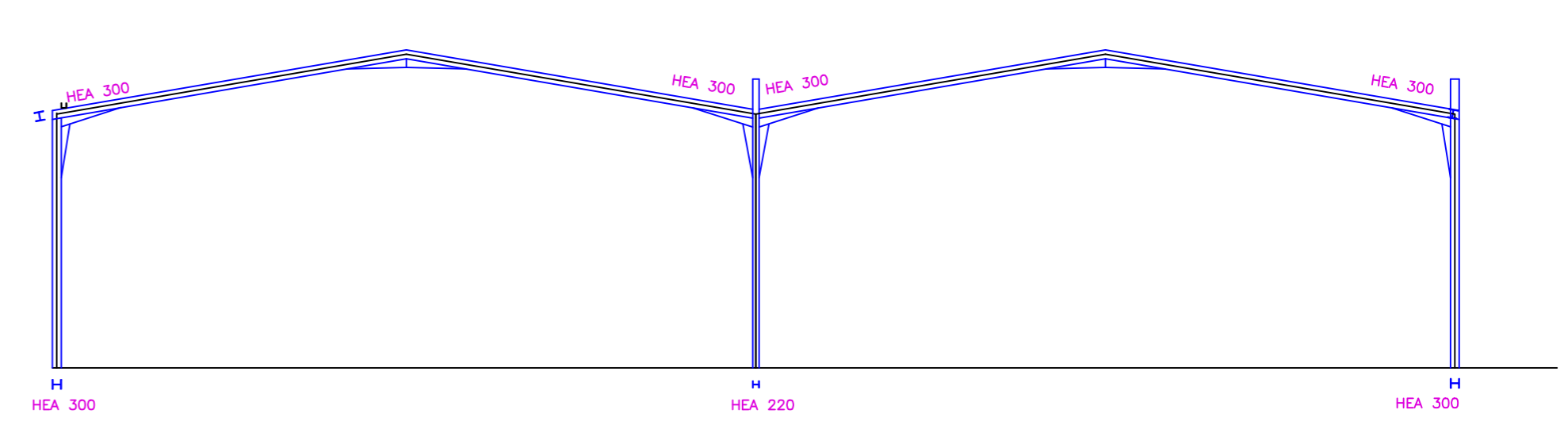
PÓRTICO 4



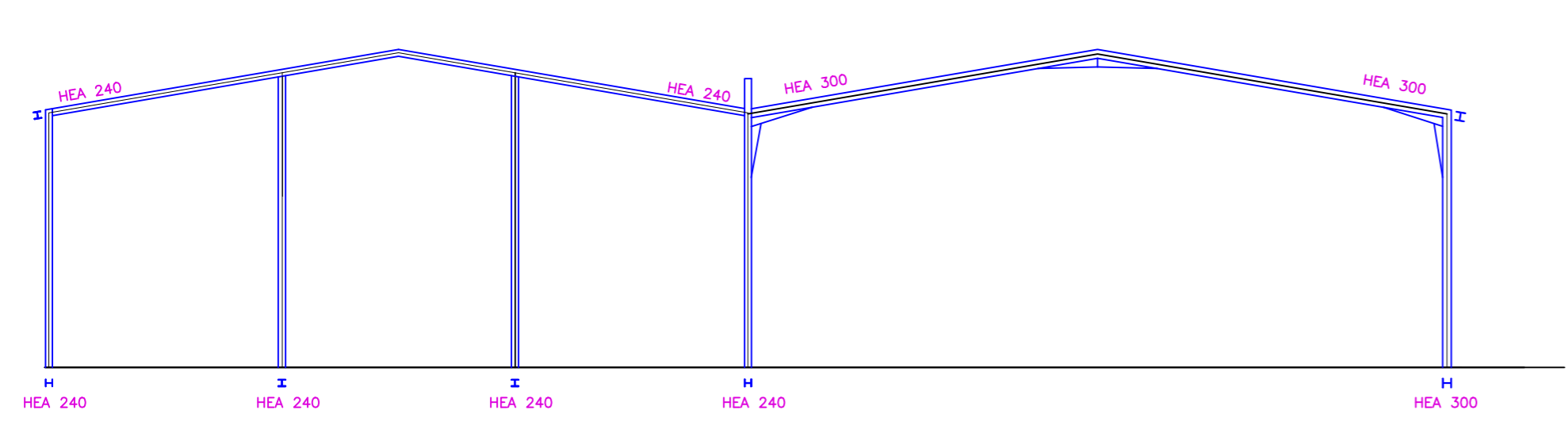
PÓRTICO 5



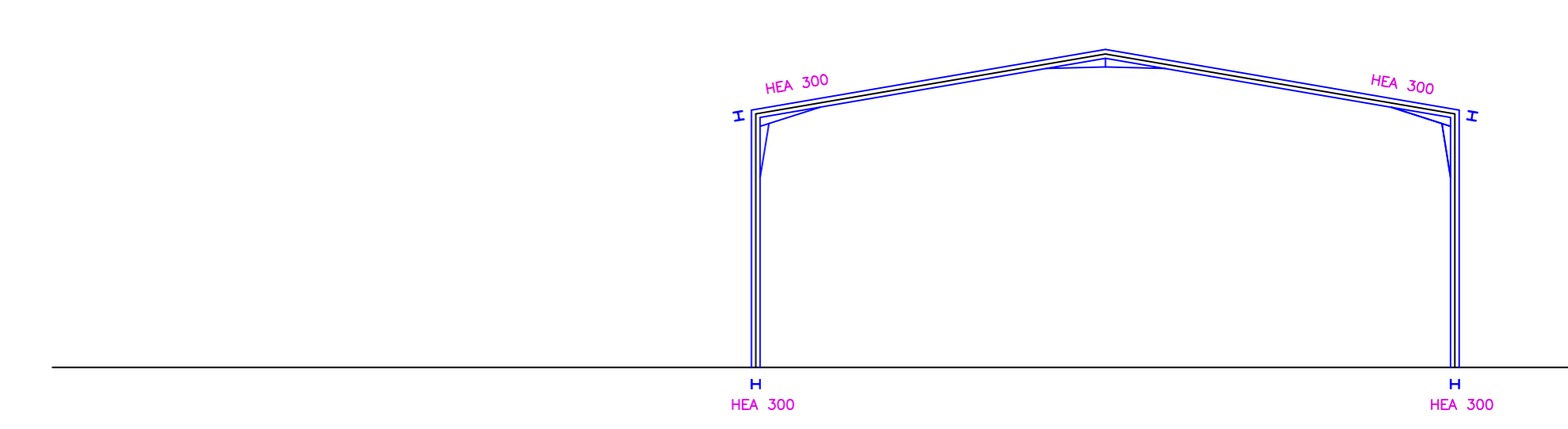
PÓRTICO 6



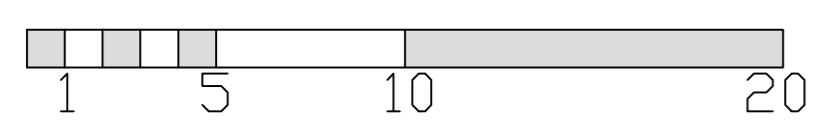
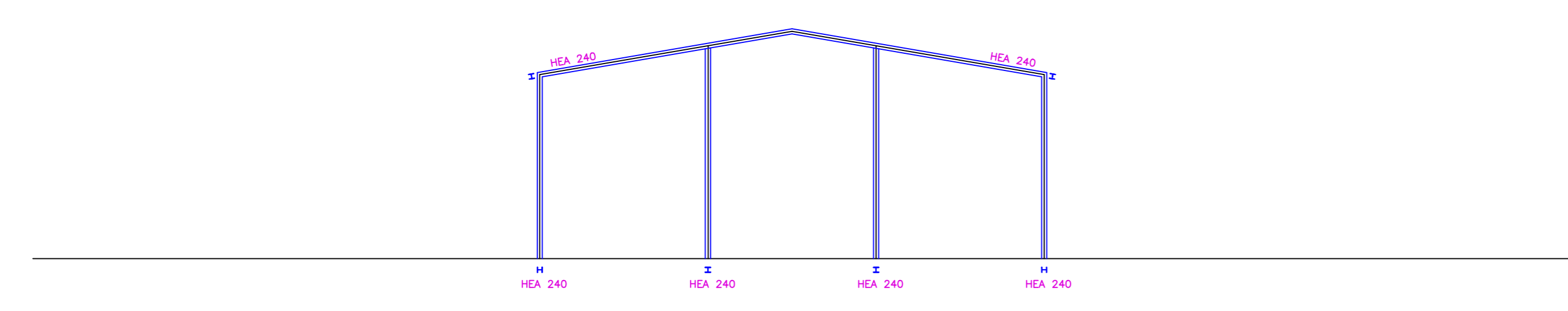
PÓRTICO 7



PÓRTICO 8



PÓRTICO 9

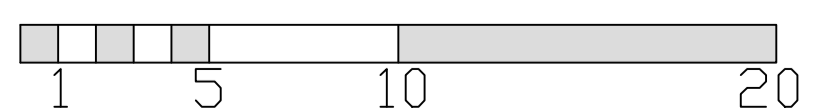
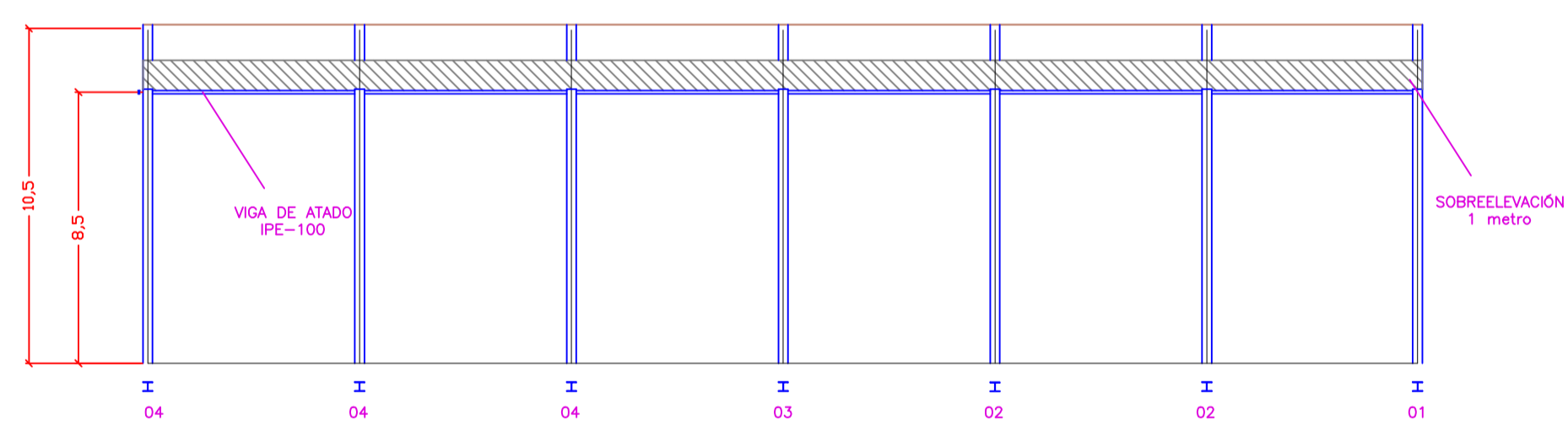
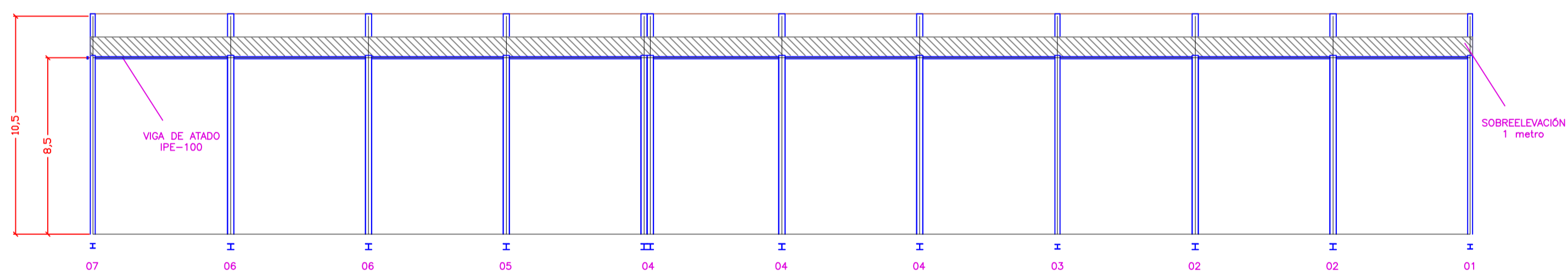
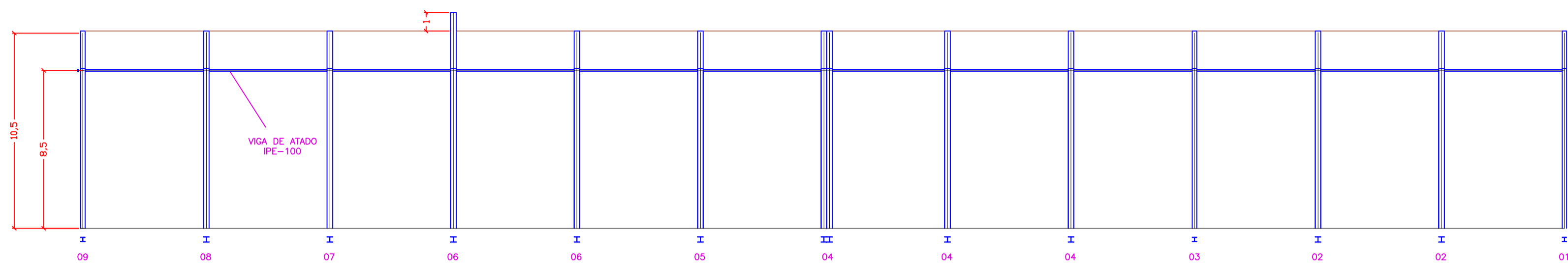


PROYECTO	Implantación de Almazara en Andújar. Edificios e Instalaciones Auxiliares		
PLANO	Estructuras - Alzado Frontal		
AUTOR	Daniel Sánchez Guerrero		
ESCALA	1:200	FECHA	01/06/21 N° A.13



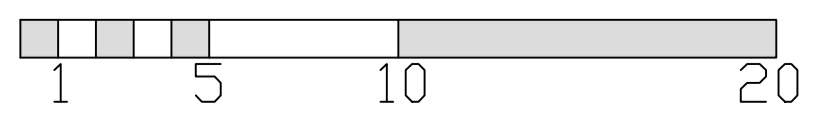
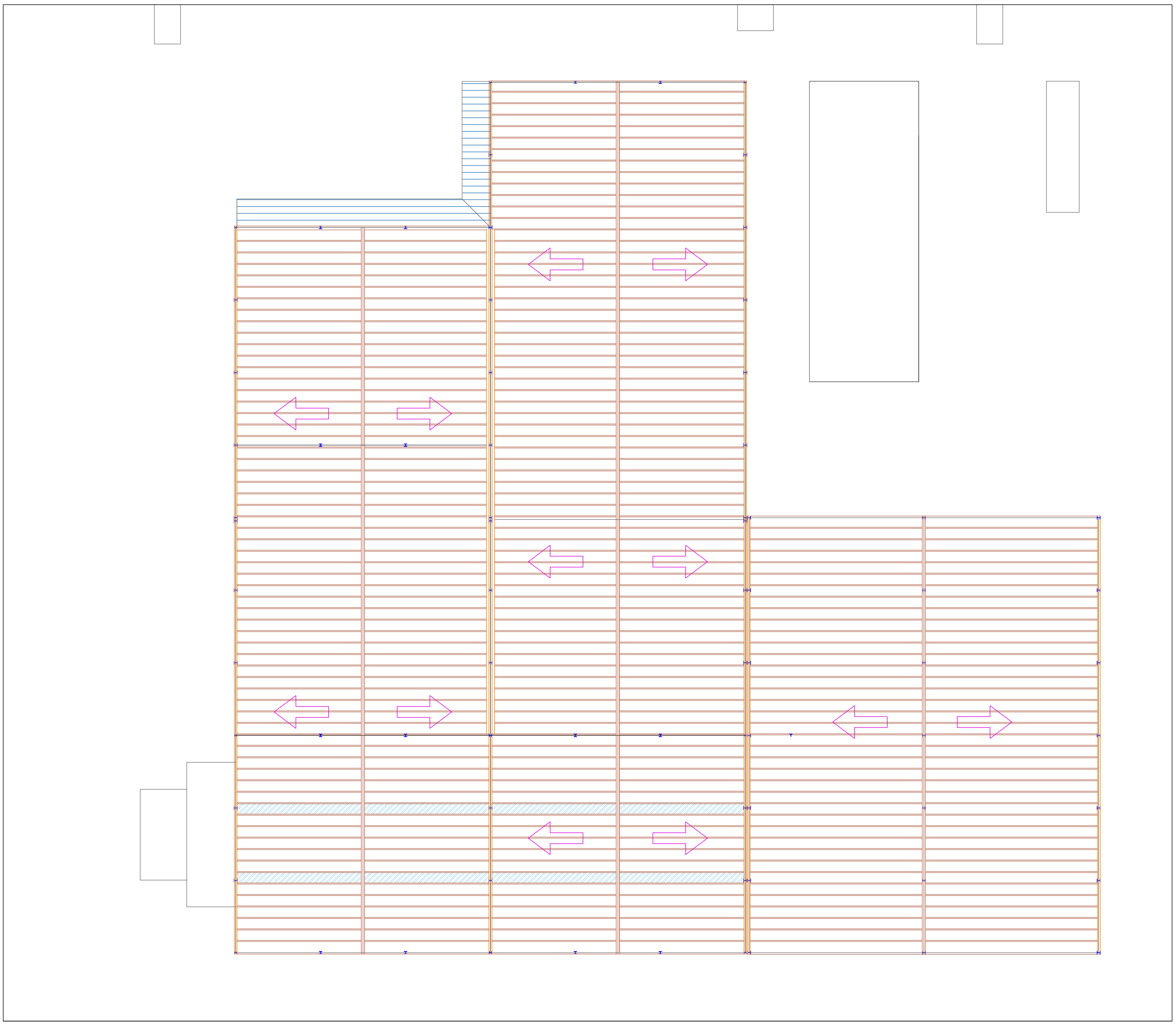
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

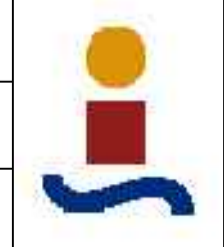


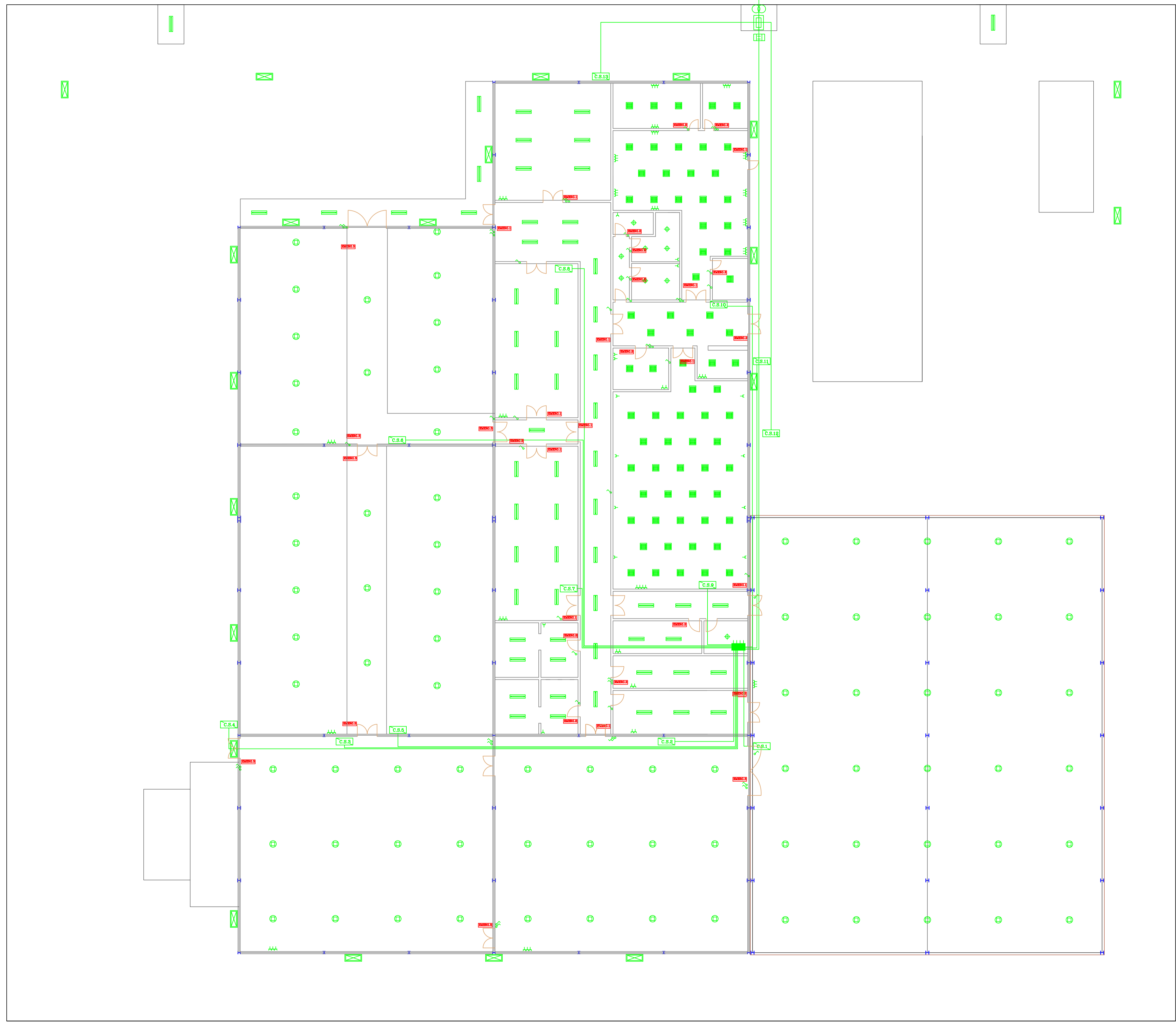
PROYECTO	Implantación de Almazara en Andújar. Edificios e Instalaciones Auxiliares		
PLANO	Estructuras - Alzado Lateral		
AUTOR	Daniel Sánchez Guerrero		
ESCALA	1:200	FECHA	01/06/21 N° A.14




















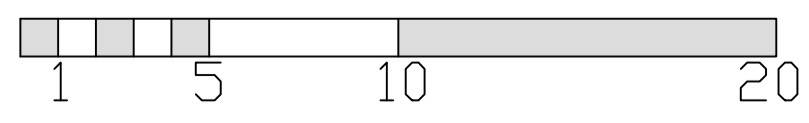
PROYECTO	Implantación de Almazara en Andújar. Edificios e Instalaciones Auxiliares		
PLANO	Estructuras - Cubierta		
AUTOR	Daniel Sánchez Guerrero		
ESCALA	1:200	FECHA	01/06/21 N° A.15





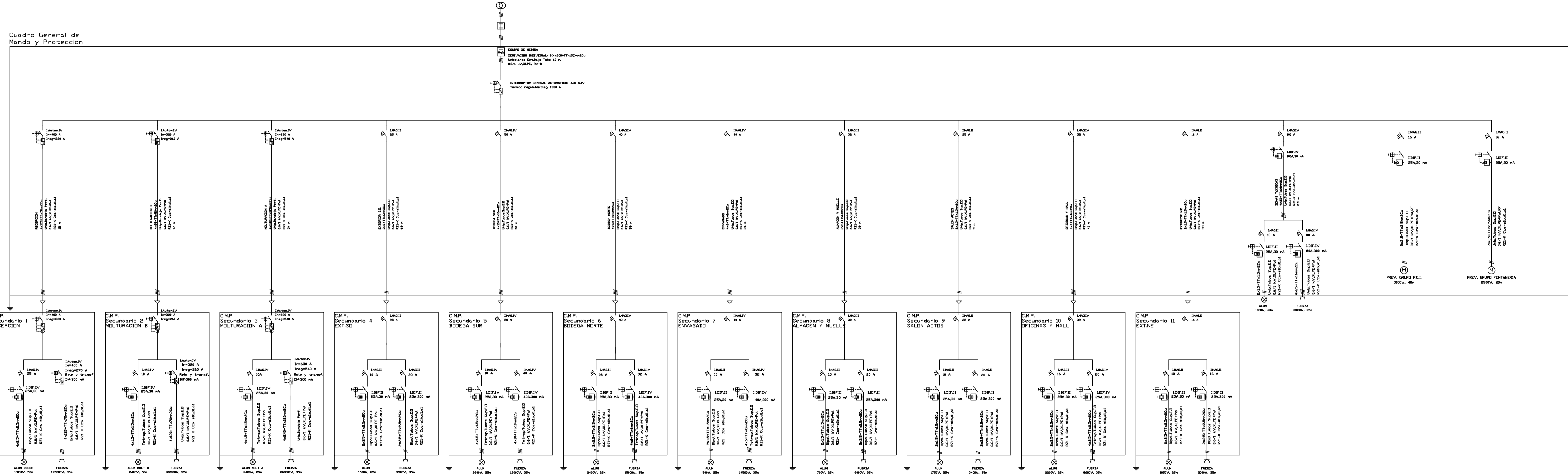
LEYENDA DE INSTALACION ELECTRICA

-  TRANSFORMADOR
-  CAJA GENERAL DE PROTECCION
-  CENTRALIZACION DE CONTADORES
-  CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION
-  C.S. ? CUADRO SECUNDARIO (C.S.)
-  INTERRUPTOR
-  BASE DE ENCHUFE
-  PROYECTOR 200 W (procesos)
-  POCO LEDS 150 W (exteriores)
-  BAT. FLUORESCENTES 2X58 W ESTANCOS.
-  LEDS 60x60 (50 W)
-  PUNTO DE LUZ EN TECHO LEDS 25W
-  BLOQUE AUT. DE EMERGENCIA 360 LUMENES
-  BLOQUE AUT. DE EMERGENCIA 60 LUMENES
-  PROYECTOR AUT. DE EMERGENCIA 1.750 LUMENES



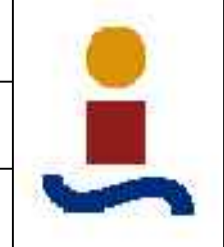
PROYECTO	Implantación de Almazara en Andújar. Edificios e Instalaciones Auxiliares		
PLANO	Instalación Eléctrica		
AUTOR	Daniel Sánchez Guerrero		
ESCALA	1:200	FECHA	01/06/21
		Nº	A.16

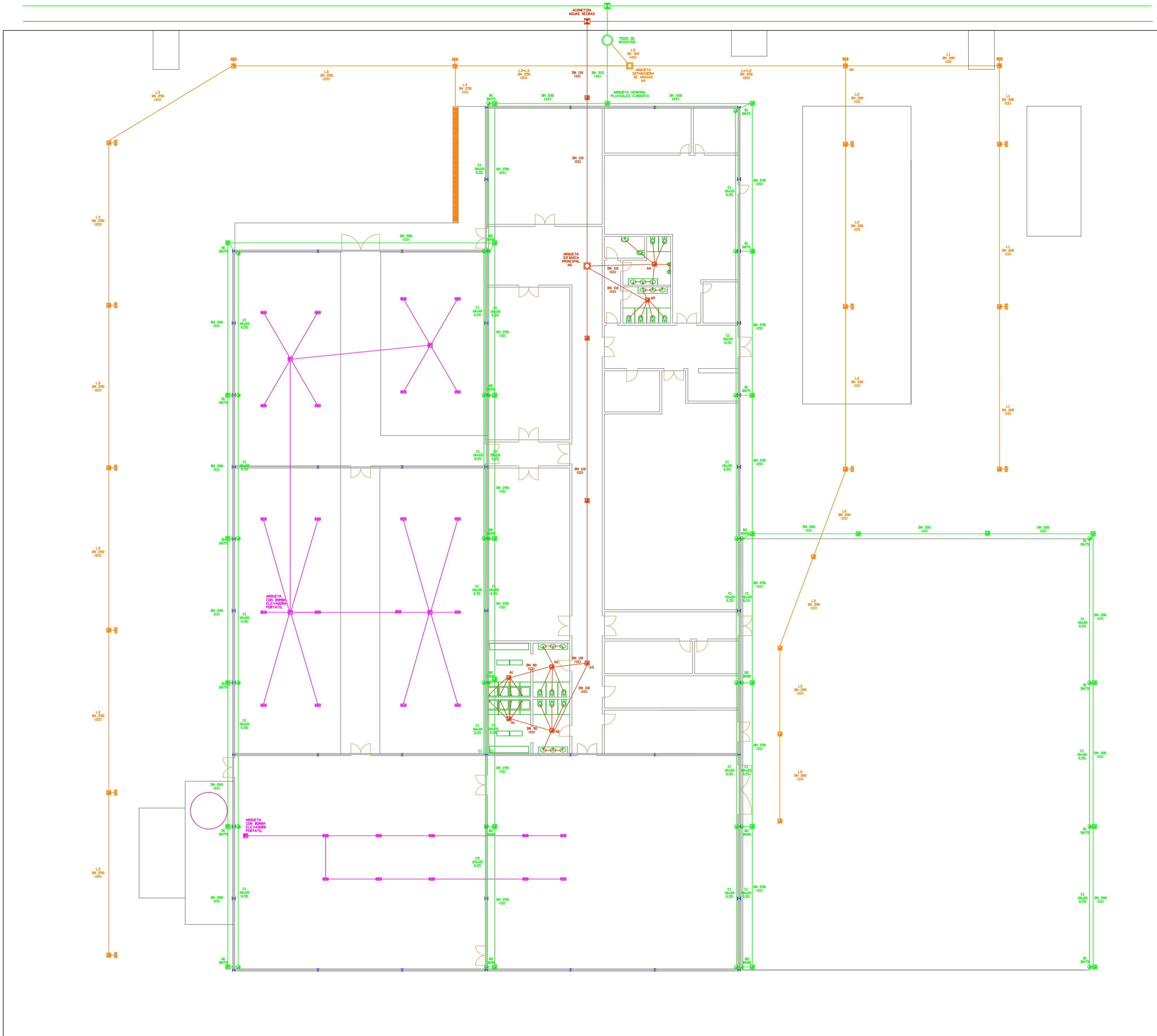




NOTA: la estimación de los parámetros de las instalaciones interiores se realiza considerando que sólo existen dos líneas de salida de cada Cuadro Secundario, una para las luminarias y otra para los receptores de fuerza

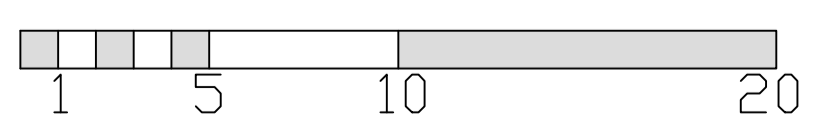
PROYECTO	Implantación de Almazara en Andújar. Edificios e Instalaciones Auxiliares		
PLANO	Instalación Eléctrica - Esquema Unifilar		
AUTOR	Daniel Sánchez Guerrero		
	FECHA	01/06/21	Nº A.17



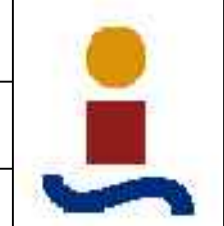


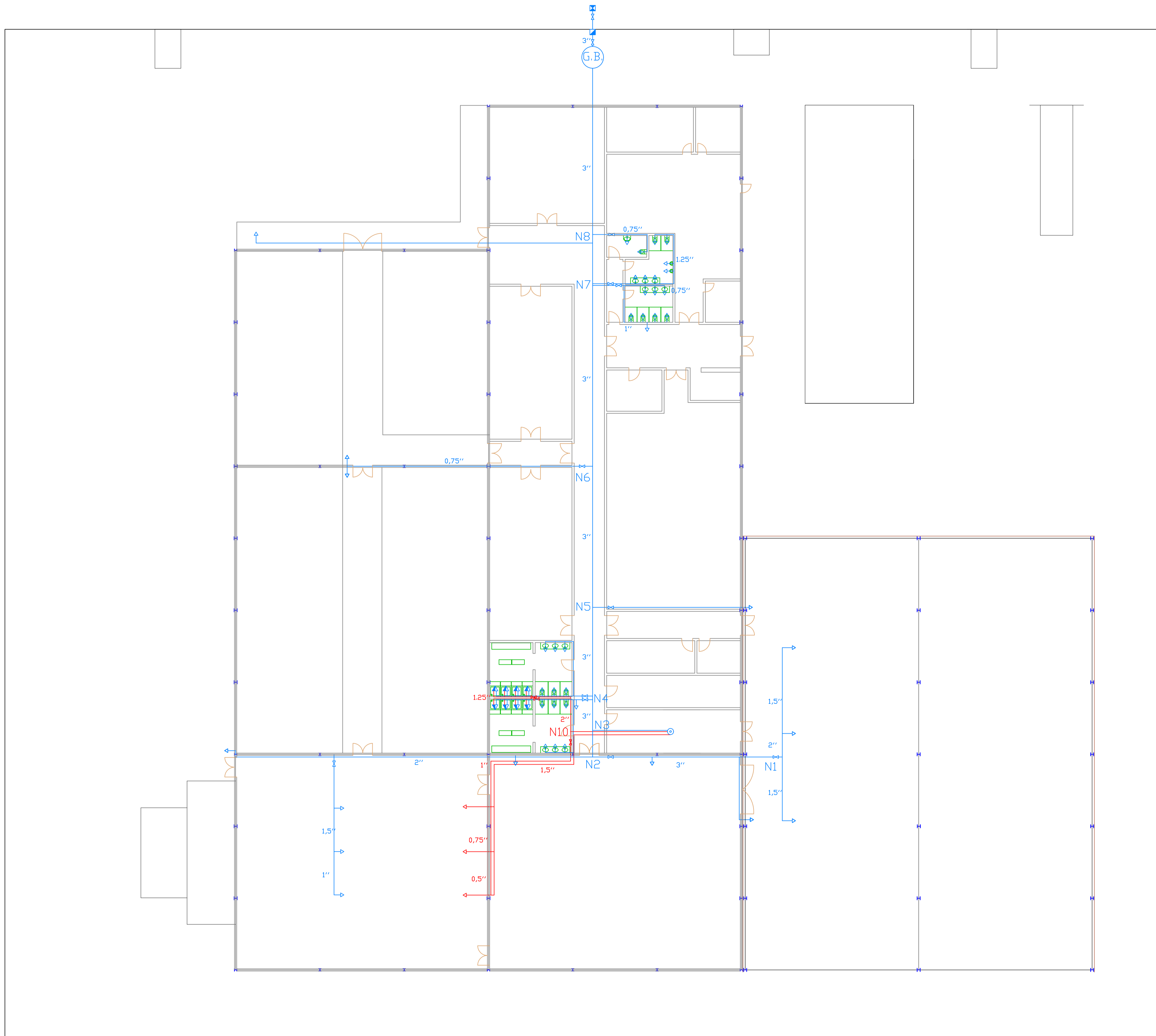
LEYENDA DE SANEAMIENTO

- BAJANTE
- BOTE SIFONICO
- SUMIDERO SIFONICO
- ARQUETA DE PASO
- ARQUETA SIFONICA
- LÍNEA AGUAS NEGRAS
- LÍNEA PROCESOS
- LÍNEA PLUV.CONTACTO
- LÍNEA PLUVIALES
- POZO DE REGISTRO



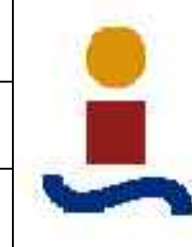
PROYECTO	Implantación de Almazara en Andújar. Edificios e Instalaciones Auxiliares		
PLANO	Saneamiento		
AUTOR	Daniel Sánchez Guerrero		
ESCALA	1:200	FECHA	01/06/21
		Nº	A.18

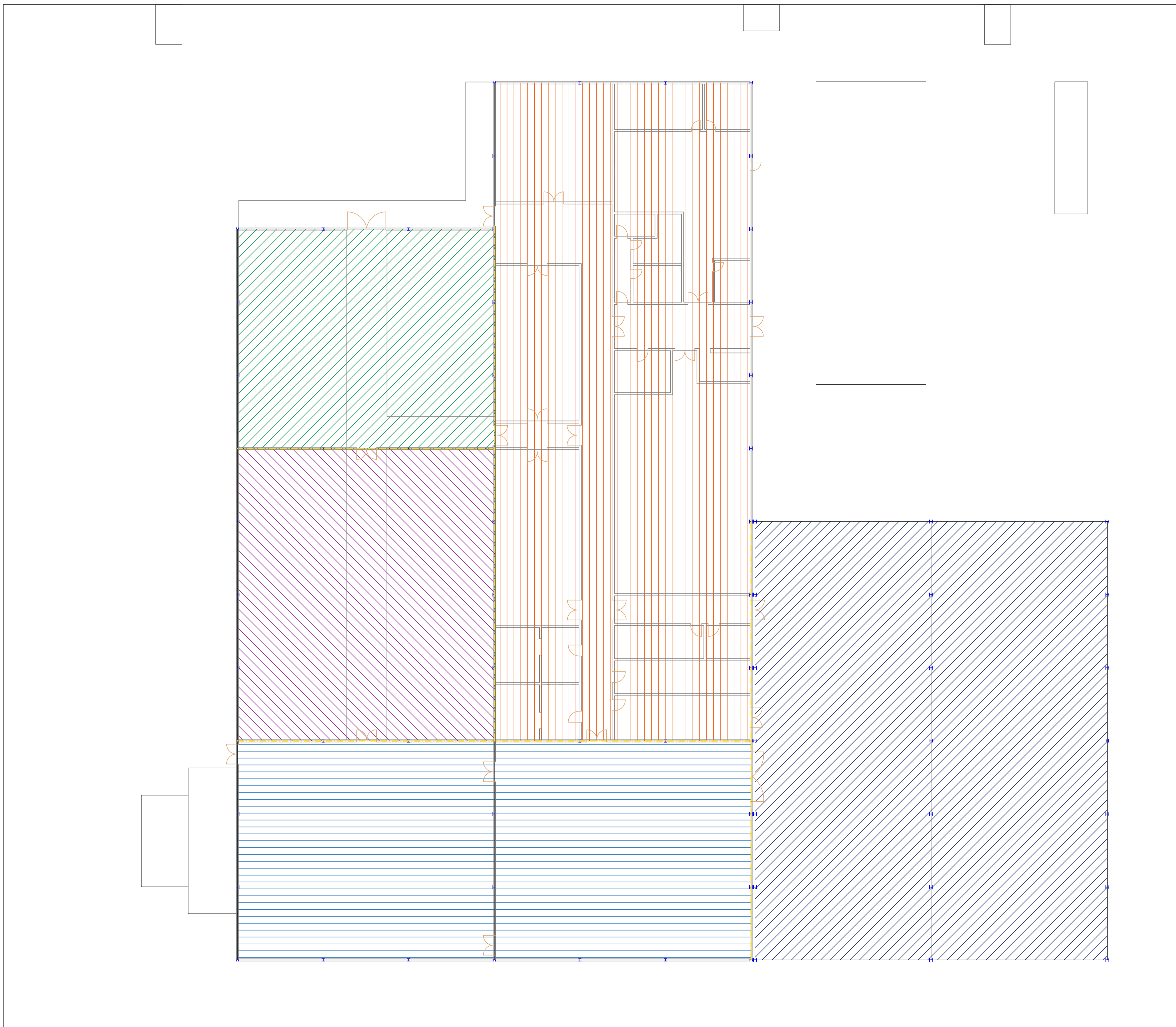




LEYENDA DE FONTANERIA	
	ACOMETIDA
	LLAVE DE PASO
	CONTADOR
	CALENTADOR
	CONDUCCION AGUA FRIA
	CONDUCCION AGUA CALIENTE
	GRIFO COLOCADO DE AGUA FRIA
	GRIFO COLOCADO DE AGUA CALIENTE
	HIDROMEZCLADOR COLOCADO
	GRUPO DE BOMBEO

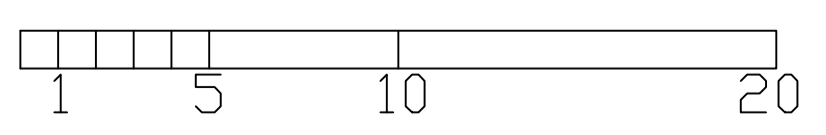
PROYECTO	Implantación de Almazara en Andújar. Edificios e Instalaciones Auxiliares		
PLANO	Fontanería		
AUTOR	Daniel Sánchez Guerrero		
ESCALA	1:200	FECHA	01/06/21
		Nº	A.19





- - - - - SECTORIZACION REALIZADA CON LA INSTALACION DE PUERTAS DE PASO EI-45 EL MURO DELIMITADOR SOBREPASA LA CORNISA 1.00 m. REI 90
 - - - - - SECTORIZACION REALIZADA CON LA INSTALACION DE PUERTAS DE PASO EI-60
 - - - - - SECTORIZACION REALIZADA ELEVANDO HASTA CUBIERTA PARAMENTO VERTICAL CON PANEL IGNIFUGO Y EJECUCION DE BARRERA HORIZONTAL DE UN METRO VOLADO DE PANEL IGNIFUGO

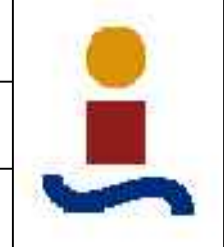
S1	Qs = 70.698 MJ/m ² S. Const. = 456,16 m ² ALTO (8)	S3	Qs = 2.000 MJ/m ² S. Const. = 908,32 m ² MEDIO (5)
S2	Qs = 80.325 MJ/m ² S. Const. = 609,44 m ² ALTO (8)	S4	Qs = 1.119,63 MJ/m ² S. Const. = 1.296,51 m ² MEDIO (3)
S5	Qs = 2.600 MJ/m ² S. Const. = 1.280 m ² MEDIO (5)		

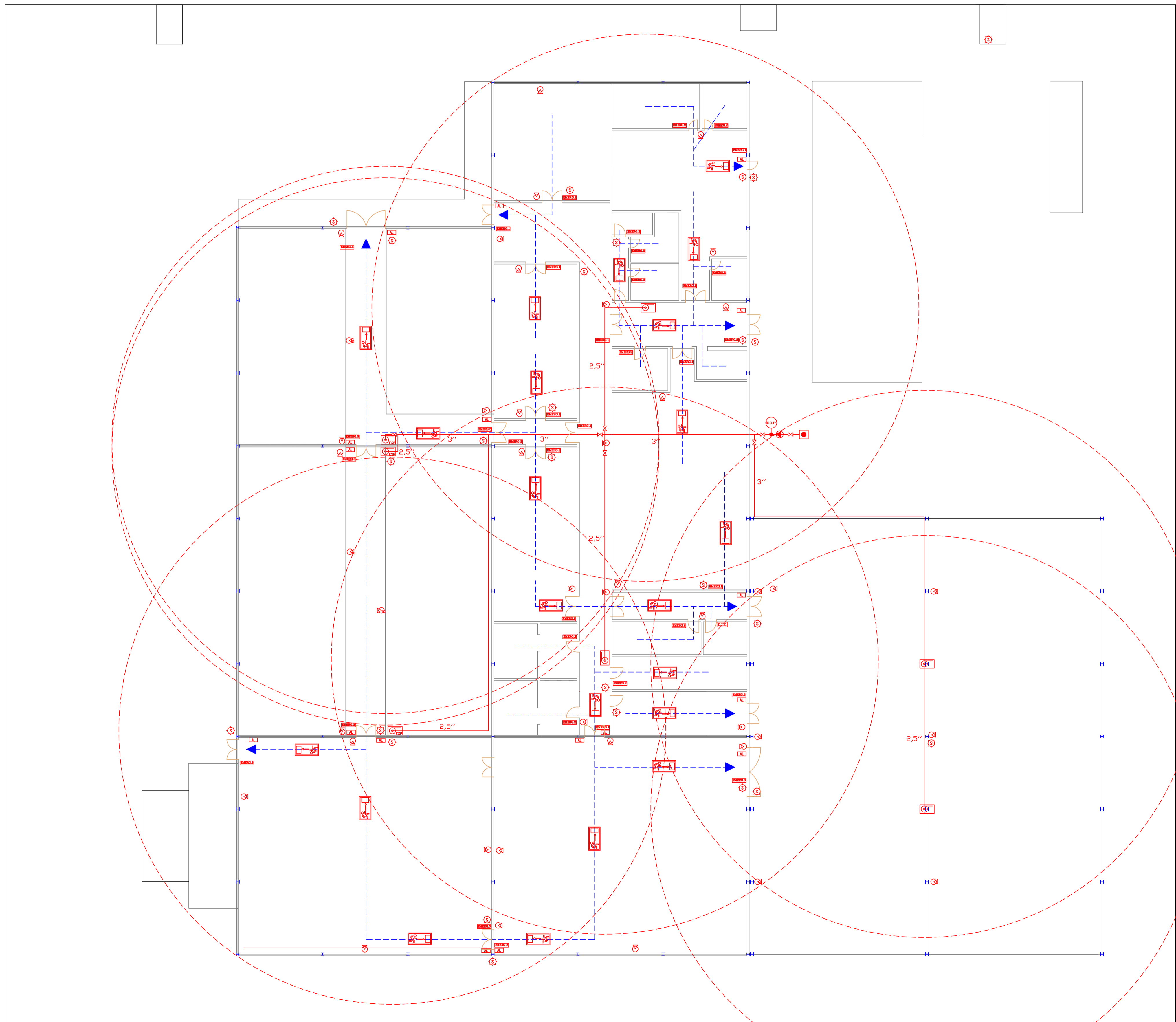


Establecimiento Industrial

Qe = 19.293,48 MJ/m²
 Alto (8)

PROYECTO	Implantación de Almazara en Andújar. Edificios e Instalaciones Auxiliares		
PLANO	Protección Contra Incendios - Sectorización		
AUTOR	Daniel Sánchez Guerrero		
ESCALA	1:200	FECHA	01/06/21
		Nº	A.20

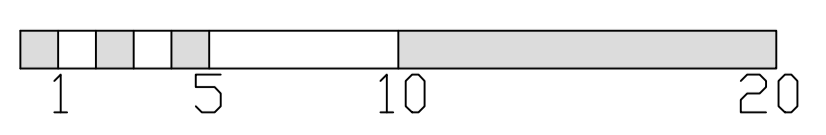




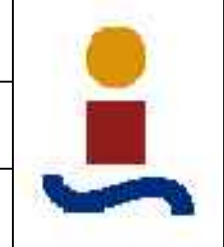
LEYENDA PCI

	PULSADOR DE ALARMA
	SERIAL INDICATIVA DE SALIDA
	BOCA DE INCENDIO CON ESPUMOGENDO SALIDA $\varnothing 45$ mm. DERIVACIONES A BIES ACERO 2 1/2"
	CANALIZACION DE AGUA PARA BIES H. de Montaje = H. de Falso Techo
	MANOMETRO
	VÁLVULA DE CORTE
	EXTINTOR EFICACIA 34A-233B 9 Kg.
	EXTINTOR DE CARRO DE 50 KG.
	CENTRAL DE DETECCIÓN
	SIRENA
	DEPOSITO ACUMULADOR DE 50.000 l
	BOMBA DE 40 MCA
	RECORRIDO DE EVACUACION
	BLOQUE AUT. EMERGENCIA 360 LUMENES
	BLOQUE AUT. EMERGENCIA 60 LUMENES
	PROYECTOR AUT. EMERGENCIA 1.750 LUMENES

RECORRIDO DE EVACUACION MAS DESFAVORABLE < 25 mts.

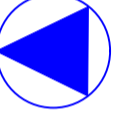






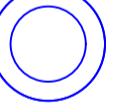


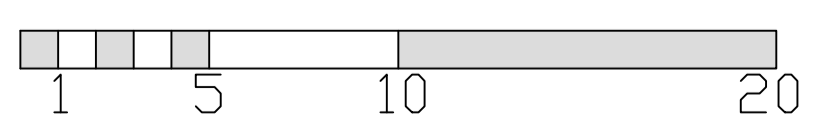
PROYECTO	Implantación de Almazara en Andújar. Edificios e Instalaciones Auxiliares		
PLANO	Protección Contra Incendios - Instalación		
AUTOR	Daniel Sánchez Guerrero		
ESCALA	1:200	FECHA	01/06/21
		Nº	A.21



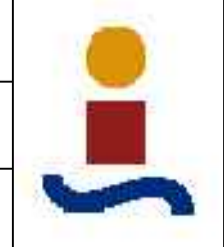


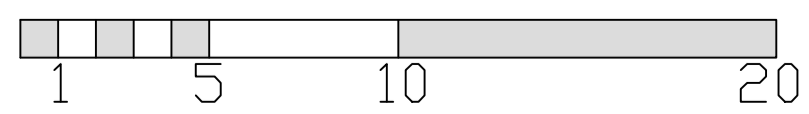
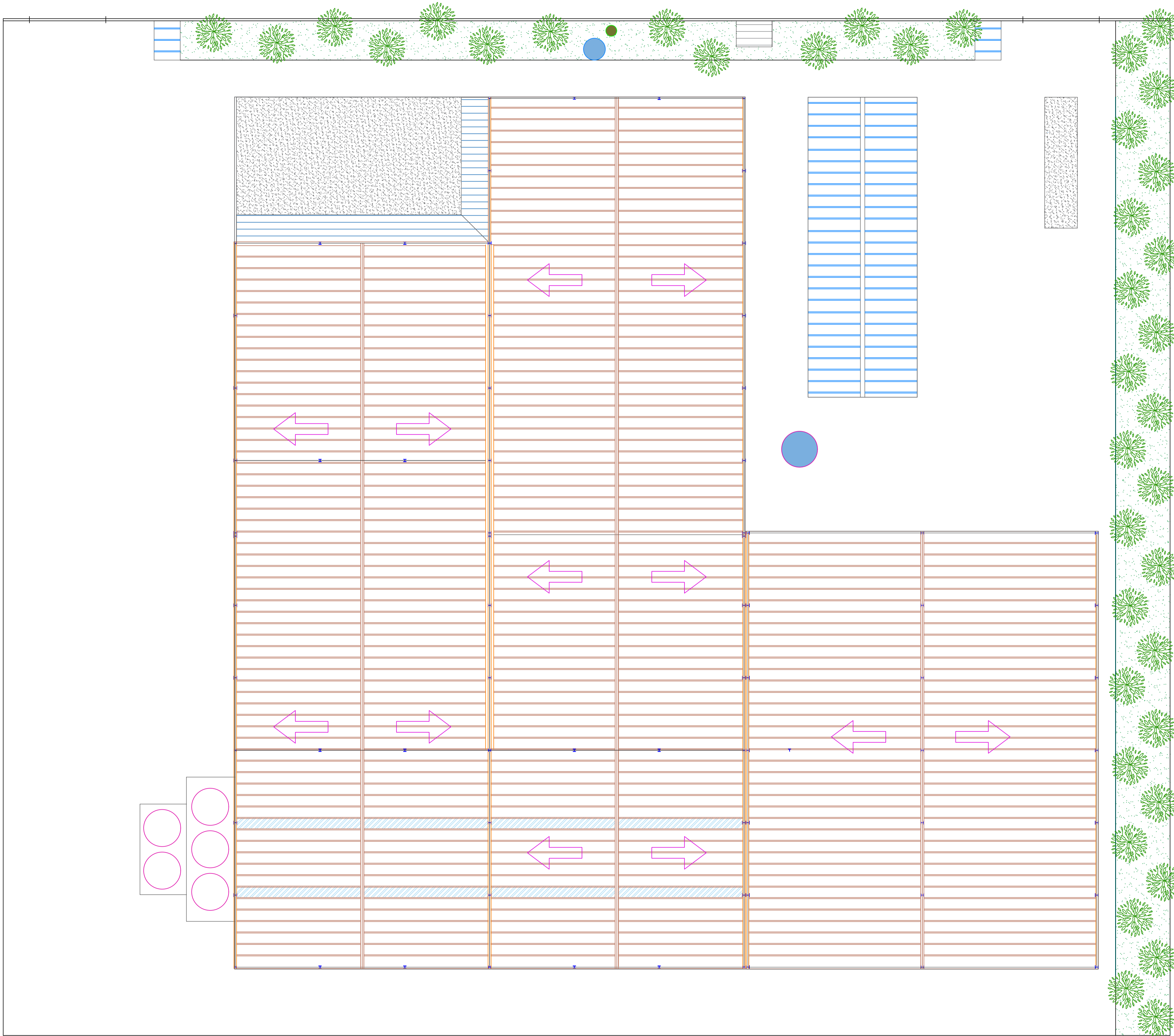
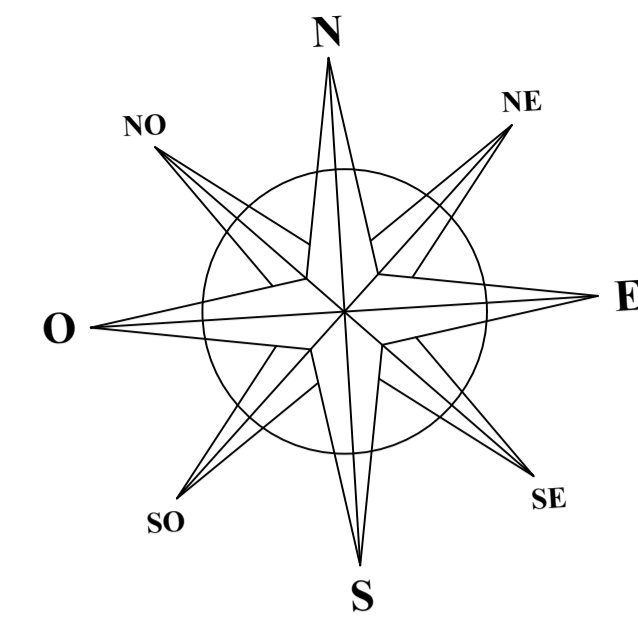
CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

-  UNIDAD DE CLIMATIZACIÓN
45kW/50kW
-  CAJA DE VENTILACIÓN
-  CONDUCCIÓN DE AIRE IMPULSIÓN
-  CASSETTE 3,2 kW
-  CONDUCCIÓN DE AIRE EXTRACCIÓN
-  REJILLA DE EXTRACCIÓN
-  RECIRCULACIÓN FLUIDO PORTADOR
-  EXTRACTOR 160 m3/h



PROYECTO	Implantación de Almazara en Andújar. Edificios e Instalaciones Auxiliares		
PLANO	Climatización y Ventilación		
AUTOR	Daniel Sánchez Guerrero		
ESCALA	1:200	FECHA	01/06/21
		Nº	A.22





PROYECTO	Implantación de Almazara en Andújar. Edificios e Instalaciones Auxiliares		
PLANO	Vista General		
AUTOR	Daniel Sánchez Guerrero		
ESCALA	1:200	FECHA	01/06/21
		Nº	A.23

