



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET), POLIPROPILENO (PP) Y ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO (ABS)

AUTOR: ÓSCAR BOSCH HERNÁNDEZ

TUTORA: M^º JOSÉ BASTANTE CECA

COTUTORA: ROSARIO VIÑOLES CEBOLLA

DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET),
POLIPROPILENO (PP) Y ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO (ABS)

La ciencia está hecha de datos, como una casa de piedras. Pero un montón de datos no es ciencia más de lo que un montón de piedras es una casa.

Henri Poincaré

La ciencia es el alma de la prosperidad de las naciones y la fuente de vida de todo progreso.

Louis Pasteur

DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET),
POLIPROPILENO (PP) Y ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO (ABS)

Agradecimientos

Dar las gracias a mis padres y a los hermanos de mi padre por su apoyo incondicional y por haber luchado a mi lado en este camino lleno de dificultades. Gracias por hacerme ver el mundo con otros ojos y guiarme por las profundidades de la ciencia y la tecnología, por ayudarme a ser crítico y buscar la causa fundamental de todas las cosas.

También, a mis compañeros por estar siempre a mi lado, por luchar codo con codo por aquello que hemos elegido como nuestra pasión y por seguir luchando por cumplir nuestros sueños y objetivos.

Y a mi pareja, por soportarme día a día y decirme que sí que puedo. Por guiarme a ser mejor persona y a luchar por lo que pienso.

DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET),
POLIPROPILENO (PP) Y ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO (ABS)

RESUMEN

La idea de desarrollar el proyecto de una planta de reciclaje de plástico surge de la preocupación creciente que existe en la sociedad por el aumento del consumo del plástico y la dificultad que presenta su eliminación por procesos naturales. Por ello, cada vez es más importante que tanto las empresas como la sociedad intenten reducir, reciclar y reutilizar dicho material, en la medida de lo posible, para intentar minimizar el impacto ambiental que este genera. Las empresas que no presenten un comportamiento responsable y sostenible con el medio ambiente en el proceso de diseño y desarrollo de sus productos, difícilmente podrán competir en el mercado global.

El presente trabajo se afronta desde esta perspectiva, partiendo de la implementación de un proceso de producción para el reciclaje y reutilización de plástico del deshecho o desperdicio que se obtiene de procesos industriales y/o de la sociedad.

La propuesta es pues, desarrollar una línea de reciclaje de plásticos (PET, PP y ABS) para la elaboración de granza y filamento para impresoras 3D. El principal cliente será la empresa SP-Berner Plastic Group que centra su trabajo en la fabricación de productos plásticos, con presencia multinacional y es líder en España en el sector de la transformación de plásticos. Tiene 4 plantas de fabricación y el proceso productivo que se plantea en el trabajo abastecerá parte de la materia prima de una de ellas, localizada en la localidad de Aldaia. Esta planta consta de 96 máquinas de inyección, 4 de termo conformado y 4 insertadoras de cepillos. La plantilla está formada por 552 trabajadores y requiere un consumo mensual aproximado de 2.400 toneladas de PET, PP y ABS, del cual abasteceremos el 30 %, es decir, 720 toneladas.

ABSTRACT

The idea of developing this project arises from the growing concern that nowadays exists in society for the increase in the consumption of plastic since it is a very difficult material to eliminate by natural processes. Therefore, it is increasingly important that companies and society try to reduce, recycle and reuse such material, as far as possible, trying to minimize the environmental impact that this generates. Nowadays companies that do not present a responsible and sustainable behavior with the environment in the process of design and development of their products will hardly be able to compete in the global market.)

The present work is approached from this perspective, starting from the implementation of a production process for the recycling and reuse of plastic waste or waste that is obtained from industrial processes and/or society.

The proposal is to develop a recycling line for plastics (PET, PP and ABS) for the production of pellets and filaments for 3D printers. The main client is a company that focuses its work on the manufacture of plastic products, with a multinational presence and is the leader in the plastics processing sector in Spain. It has 4 production plants and the production process which is suggested in this project will supply part of the raw material of one of them. The plant to our recycling line will be supplied consists of 96 injection machines, 4 thermoformed machines and 4 tooth brush inserters. The workforce consists of 552 workers and requires an approximate monthly consumption of 2.400 tons of PET, PP and ABS, of which we will supply 30 %, that is, 720 tons.

ÍNDICE GENERAL

1.	OBJETIVO Y ALCANCE DEL TFG	1
1.1.	Objetivo	1
1.2.	Alcance	1
1.3.	Justificación	2
1.3.1.	Justificación legal y ambiental.....	2
1.3.2.	Justificación académica	3
1.4.	Estructura del documento.....	4
2.	ANTECEDENTES	5
2.1.	Evolución, usos y tipos de plástico	5
2.1.1.	Origen	5
2.1.2.	Evolución	5
2.1.3.	Clasificación	6
2.2.	Tipos de reciclado.....	9
2.3.	Aspectos ambientales	15
3.	ESTUDIO PREVIO – INGENIERÍA CONCEPTUAL.....	16
3.1.	Definición de producto y capacidad de producción.....	16
3.2.	Ubicación y descripción del edificio	21
3.2.1.	Ubicación.....	21
3.2.2.	Estado actual del edificio.....	21
3.2.3.	Distribución propuesta	22
3.3.	Normativa aplicable	23
3.4.	Descripción general del proceso de fabricación e instalaciones.....	25
4.	ESTUDIO DE INGENIERÍA BÁSICA.....	27
4.1.	Definición del proceso de producción.....	27
4.1.1.	Análisis de alternativas tecnológicas disponibles y selección	28
4.1.2.	Determinación de equipos/servicios auxiliares	36
4.2.	Organigrama y recursos humanos	39
4.3.	Criterios de seguridad y salud ocupacional.....	41
4.3.1.	Normas	41
4.3.2.	Iluminación	44
4.3.3.	Ventilación.....	47

4.3.4.	Seguridad contra incendios	49
5.	ESTUDIO DE INGENIERÍA DE DETALLE	57
5.1.	Área física requerida	57
5.2.	Instalación eléctrica.....	59
5.2.1.	Datos teóricos.....	59
5.2.2.	Cálculos teóricos.....	60
5.3.	Evaluación del impacto ambiental	65
5.3.1.	Clasificación, alcance y métodos para el análisis de la Huella de Carbono.....	65
5.3.2.	Cálculo de la Huella de Carbono. Alcance 1 y 2.....	66
6.	PRESUPUESTO	69
	PLANOS.....	73
	BIBLIOGRAFÍA	75
	ANEXOS	79
	ANEXO 1. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES	79
	ANEXO 2. LEYES Y NORMAS	83
2.1.	Ambiental	83
2.2.	Prevención de Riesgos Laborales	84
2.3.	Seguridad contra incendios	85
2.4.	Seguridad y salud.....	90
	ANEXO 3. TIPOS DE CAMBIO DE COLOR.....	91
	ANEXO 4. MÉTODOS Y TIEMPOS	95
4.1.	Introducción	95
4.2.	Valoración del ritmo de trabajo y tiempo estándar	96
4.3.	Suplementos.....	97
4.4.	Cálculo de tiempos	99
4.5.	Saturación del trabajador.....	99
	ANEXO 5. GUÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA HUELLA DE CARBONO	100
5.1.	Contabilización de Emisiones	100
5.2.	Plan de mejora.....	103
	ANEXO 6. RETRACTILADO Y PALETIZADO	104
6.1.	Método de trabajo	104
6.2.	Cálculo de necesidades de almacenaje en palets	106
	ANEXO 7. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	107

ANEXO 8. TABLAS PARA EL CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	110
ANEXO 9. MEDICIONES Y APLICACIONES DE PRECIOS DE OBRA.....	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Clasificación de los polímeros según su naturaleza y estructura interna	
Tabla 3.1. Producción mensual de material expresada en toneladas por mes	
Tabla 3.2. Producción diaria en kilogramos por hora	
Tabla 3.3. Superficies útiles del edificio	
Tabla 3.4. Superficies construidas totales	
Tabla 3.5. Representación SIPOC de proceso	
Tabla 4.1. Simbología para el Diagrama de Flujo de procesos	
Tabla 4.2. Diagrama de Flujo del proceso de reciclado de material plástico	
Tabla 4.3. Especificaciones técnicas triturador	
Tabla 4.4. Especificaciones técnicas lavadora/secadora centrífuga	
Tabla 4.5. Especificaciones técnicas tina de lavado	
Tabla 4.6. Comparación de sistemas de secado	
Tabla 4.7. Especificaciones técnicas deshumidificador/secador	
Tabla 4.8. Especificaciones técnicas extrusora	
Tabla 4.9. Especificaciones técnicas peletizadora	
Tabla 4.10. Especificaciones técnicas embolsadora	
Tabla 4.11. Especificaciones técnicas paletizadora	
Tabla 4.12. Especificaciones técnicas retractiladora	
Tabla 4.13. Especificaciones técnicas prensa hidráulica vertical	
Tabla 4.14. Necesidades de personal	
Tabla 4.15. Necesidades lumínicas	
Tabla 5.1. Valores del coeficiente K en función de la industria	
Tabla 5.2. Cálculo superficie de evolución para la maquinaria / equipos, en metros cuadrados	
Tabla 5.3. Valores de intensidades nominales y de diseño	
Tabla 5.4. Métodos de instalación y factores de corrección	

Tabla 5.5. Sección normalizada mínima e intensidad admisible

Tabla 5.6. Intensidad nominal de los IA y los PIA

Tabla 5.7. Actividades emisoras de GEI

Tabla 5.8. Factor de emisión de consumo eléctrico

Tabla 5.9. Factor de emisión combustibles

Tabla 5.10. Factor de emisión de otros productos

Tabla 5.11. Emisiones totales de CO₂

Tablas de Anexos

Tabla A.1.1. Criterios de evaluación de aspectos ambientales para residuos

Tabla A.1.2. Criterios de evaluación de aspectos ambientales para emisiones / vertidos / ruido

Tabla A.1.3. Criterios de evaluación de aspectos ambientales consumos de materia prima

Tabla A.1.4. Criterios de evaluación de aspectos ambientales para consumos de agua

Tabla A.1.5. Criterios de evaluación de aspectos ambientales para consumos eléctricos

Tabla A.1.6. Criterios de evaluación de aspectos ambientales para consumos de hidrocarburos

Tabla A.2.1. Grado de peligrosidad de los combustibles

Tabla A.2.2. Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, Ra (Resumida)

Tabla A.2.3. Densidad de carga de fuego ponderada y corregida

Tabla A.2.4. Poder calorífico de diversas sustancias (Resumida)

Tabla A.2.5. Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio

Tabla A.2.6. Estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes

Tabla A.2.7. y A.2.8. Nivel de riesgo intrínseco

Tabla A.2.9. Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas

Tabla A.2.10. Nivel de riesgo intrínseco para sistemas de almacenaje autoportante operado manual o automáticamente

Tabla A.2.11. Determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustibles de Clase A

Tabla A.2.12. Tipo de BIE y necesidades de agua

Tabla A.2.13. Método indirecto de caudal de aire exterior por persona

Tabla A.2.14. Método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie

Tabla A.4.1. Etapas para efectuar sistemáticamente la medición del trabajo

Tabla A.4.2. Sistema de suplemento por descanso

Tabla A.5.1. Factor de emisión

Tabla A.5.2. Factor de emisión dependiendo de la fuente energética

Tabla A.5.3. Medidas y buenas prácticas para la reducción de las emisiones de CO₂ y costes por consumo eléctrico

Tabla A.7.1. Valores de producción de electricidad y de irradiación

Tabla A.8.1. Resumen de tablas de la UNE 20460 5.523 (2.004)

Tabla A.8.2. Métodos de instalación de referencia

Tabla A.8.3. Intensidad admisible a T^a ambiente 30 °C

Tabla A.8.4. Intensidad admisible para método de instalación D, enterrados

Tabla A.8.5. Factor de corrección para T^a ambiente distinta de 30 °C. Cables al aire libre

Tabla A.8.6. Factores de corrección por agrupamiento de varios circuitos o de varios cables multiconductores, capa única

Tabla A.8.7. Factores de corrección por agrupamiento de varios cables multiconductores, varias bandejas

Tabla A.8.8. Factores de corrección por agrupamiento de varios cables unipolares, varias bandejas

Tabla A.8.9. Factor de corrección para T^a del terreno y factor de corrección para cables en conductos. Método de instalación D

Tabla A.8.10. Factor corrección por agrupamiento de varios circuitos, cables directamente enterrados, unipolares o multipolares

Tabla A.8.11. Factor corrección por agrupamiento de varios circuitos, cables instalados en conductos o tubos enterrados

Tabla A.8.12 Curva I/t del fusible

MEMORIA

DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET),
POLIPROPILENO (PP) Y ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO (ABS)

1. OBJETIVO Y ALCANCE DEL TFG

1.1. Objetivo

El objetivo principal de este proyecto es el diseño de una planta para el reciclaje de tereftalato de polietileno (PET), polipropileno (PP) y acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) post-industrial o post-consumo, para su venta como materia prima para diferentes empresas del sector del plástico, pymes o distribuidores. El producto final de dicha línea de reciclaje serán pellets envasados en formato de sacos de 25 Kg y filamento para impresoras 3D en formato de bobinas.

Para ello, se definirán todos los elementos que componen el proyecto de ingeniería exceptuando el cálculo de instalaciones de agua, gas, que sí serán contempladas en el presupuesto final. Se planteará el proceso productivo que se considera más adecuado, se definirán las necesidades de producción, maquinaria, energía, espaciales y de personal.

Finalmente se realizarán los cálculos y análisis necesarios para obtener el presupuesto del proyecto.

1.2. Alcance

El proyecto se centra en buscar un sistema de reciclaje de plásticos, utilizando materiales post-consumo de diferentes industrias, como pueden ser la del juguete, la del automóvil, la del consumo, etc. Para ello se seguirán los siguientes pasos:

- En primer lugar, se realizará una breve introducción donde se comentarán los principales tipos de plástico, su evolución y usos en la industria. A continuación, en el estudio de ingeniería conceptual, se definirá: el producto y capacidad de producción; la ubicación de las instalaciones; se comentará la normativa aplicable a la actividad de la empresa y finalmente, se cerrará dicho bloque mediante una descripción general del proceso de fabricación y las instalaciones.
- En segundo lugar, se realizará un estudio de ingeniería básica. Primero, se definirá el proceso productivo mediante un diagrama de bloques y buscar en el mercado las alternativas en lo referente a la maquinaria y equipos auxiliares necesarios a utilizar en el proceso productivo. Esto implica:
 1. Seleccionar el triturador.
 2. La estación de lavado y secado.
 3. La extrusora.
 4. La peletizadora.
 5. Los equipos/servicios auxiliares:
 - Cintas transportadoras.
 - Vehículos de transporte: carretilla elevadora, traspaleta.
 - Puente grúa.
 - Herramientas y útiles de trabajo.

- Compactadora.
- Retractiladora.
- Unidad de paletizado.
- Silos de almacenaje.
- Tuberías de distribución de material.

Una vez seleccionada la maquinaria y equipos, se estudiarán las necesidades de recursos humanos mínimas para asegurar la producción; se analizarán los criterios de seguridad y salud y el cumplimiento de la legislación.

- En el siguiente bloque, se desarrollará el estudio de ingeniería de detalle, donde se realizarán los cálculos necesarios para definir el área física requerida por las instalaciones, para asegurar su correcto funcionamiento y el confort de los operarios. Se realizarán los cálculos para dimensionar las líneas eléctricas de la maquinaria y equipos; se aplicará la normativa contra incendios para establecimientos industriales y, por último, se hará un análisis del impacto ambiental producido por el desarrollo de la actividad empresarial.
- El proyecto concluirá con la realización de un análisis económico-financiero con el objetivo de visibilizar los costes y posibles beneficios que puedan derivar de la venta del producto terminado.

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación legal y ambiental

El cumplimiento de la legislación sobre residuos puede contribuir significativamente a promover el crecimiento económico y la creación de empleo. Según las conclusiones de un estudio reciente realizado por la UE "*Estudio del Parlamento Europeo sobre residuos de marzo de 2018*", si se aplicara íntegramente la legislación de residuos de la UE podrían ahorrarse 72.000 millones de euros al año, aumentaría en 42.000 millones de euros el volumen de negocios anual del sector de la gestión y el reciclado de residuos en la UE y se crearían más de 400.000 puestos de trabajo de aquí a 2.020.

Desde su adopción el 16 de enero de 2.018, la primera Estrategia sobre los plásticos a escala europea sienta las bases para una nueva economía del plástico, más sostenible que hasta ahora. El objetivo consiste en que todos los envases de plástico del mercado de la Unión Europea sean reciclables o reutilizables antes de 2.030, que se reduzca el consumo de plásticos de usar y tirar y que se restrinja la utilización deliberada de microplásticos. Mediante la transformación del modo en que se diseñan, producen, utilizan y reciclan los productos plásticos, Europa encabezará la solución al problema de los residuos plásticos, creando al mismo tiempo nuevos empleos y oportunidades de inversión.

El objetivo global es alcanzar una tasa de reciclaje del 50 % de los residuos plásticos antes de 2.040. Los objetivos específicos de reciclaje para todos los envases en general serán del 65 % para 2.025 y del 70 % para 2.030, al tiempo que se establecen para esos dos horizontes cuotas es-

pecíficas de plástico (50 y 55 %, respectivamente), madera (25 y 30 %), metales ferrosos (70 y 80 %), aluminio (50 y 60 %), vidrio (70 y 75 %) y papel y cartón (75 y 85 %).

1.3.2. Justificación académica

El presente proyecto surge del interés personal que se centra en el desarrollo de proyectos y, por otro lado, en la inquietud por los temas de desarrollo sostenible y ambiental. Además, es la fase final para completar los créditos de los estudios del grado de ingeniería industrial.

Por tanto, el área académica más implicada es la de proyectos. No obstante, se han tenido en cuenta los distintos aspectos que conformarían un proyecto completo, como son las instalaciones, la seguridad, la protección contra incendios, y la utilización de energías alternativas. Prácticamente el desarrollo completo y los cálculos precisos de todas estas instalaciones, en algunos casos podrían conformar por si mismos un tema para un TFG, por lo que en el presente trabajo se han abordado aspectos parciales.

Así se han realizado cálculos, diseño o predimensionado de:

- Instalación de ventilación
- Instalación contra incendios
- Instalación fotovoltaica
- Instalación acometidas eléctricas
- Instalación iluminación
- Huella ambiental

En definitiva se ha planteado el proyecto desde una visión generalista del trabajo de ingeniería, de la misma forma que están diseñados los estudios, y al final de una u otra forma se han trabajado la mayoría de las materias que componen el diseño de asignaturas del grado. Además, se han trabajado aspectos no tratados en los estudios (normativa de protección contra incendios, RITE, etc.) que se han implementado estudiando y consultando la normativa aplicable.

1.4. Estructura del documento

En primer lugar, se comentará la historia de los polímeros, los principales tipos y una clasificación en lo referente a su procedencia y características.

Seguidamente, se realizará un estudio de ingeniería conceptual, otro de ingeniería básica y finalmente un estudio de ingeniería de detalle.

- Estudio de ingeniería conceptual: se definirá el producto y las especificaciones que se esperan de él, así como la capacidad de producción de la línea de reciclaje. Se seleccionará la ubicación de la empresa y se procederá a la descripción general del proceso de fabricación y de las instalaciones. Finalmente, se comentará la normativa aplicable.
- Estudio de ingeniería básica: se profundizará en el proceso productivo y se definirán las necesidades que requiera. En primer lugar, se realizará un análisis de las diferentes alternativas que hay en el mercado para proveer la maquinaria y servicios auxiliares. Se analizarán los criterios de seguridad y salud y, finalmente se estudiarán las necesidades de recursos humanos.
- Estudio de ingeniería de detalle: una vez seleccionada la ubicación de la industria, que se realiza en el proceso de ingeniería conceptual, y seleccionada la maquinaria y equipos auxiliares, se realizará el cálculo del área física requerida y se calculará la instalación eléctrica. También se incluye la aplicación de la normativa contra incendios y por último una evaluación del impacto ambiental.

Una vez el proceso esté definido, se hayan seleccionado los recursos y analizado las diferentes necesidades para la producción de la granza y el filamento para impresoras 3D, se realizará un estudio económico-financiero, presentando un presupuesto total para la puesta en marcha de la planta y se analizarán los posibles ingresos y beneficios que se puedan generar.

Se concluirá el documento con los planos de las instalaciones y los anexos en los que se incluye la información necesaria para el desarrollo del proyecto y la realización de cálculos.

2. ANTECEDENTES

Con el desarrollo de este proyecto se pretende fundamentalmente abastecer de tres clases de polímeros, tereftalato de polietileno (PET), polipropileno (PP) y acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) a la empresa SP-Berner, pymes y distribuidores.

La línea de reciclaje se instalará en una nave industrial que albergará todo el proceso productivo. En dichas instalaciones se definirán las diferentes áreas de trabajo además del lay-out para el proceso de producción implementando la normativa sectorial y realizando los cálculos necesarios para su aplicación.

Finalmente, se estudiará la viabilidad económica de la actividad desarrollada por la empresa.

2.1. Evolución, usos y tipos de plástico

2.1.1. Origen

El fabricante estadounidense de bolas de billar Phelan and Collander ofreció en 1.860 un premio de 10.000 dólares a quien consiguiera un sustituto del marfil utilizado para la fabricación de bolas de billar. El inventor norteamericano Wesley Hyatt, fue quien desarrolló un método de procesamiento a presión de la piroxilina, un nitrato de celulosa de baja nitración tratado previamente con alcanfor y una pequeña cantidad de disolvente, dando lugar al celuloide.

El celuloide se fabricaba disolviendo celulosa en una solución de alcanfor y etanol. Con él se empezaron a fabricar objetos tales como mangos, armazones de lentes y película cinematográfica.

En 1.909 el químico norteamericano de origen belga Leo Hendrik Baekeland sintetizó un polímero, que recibió el nombre de baquelita, a partir de moléculas de fenol y formaldehído. Este producto no conducía la electricidad, era resistente a los disolventes y fácilmente mecanizable.

2.1.2. Evolución

En la década de los años 30, químicos ingleses descubrieron un termoplástico al que llamaron polietileno (PE). Se obtuvo a partir del gas etileno polimerizado a baja presión y bajo la acción del calor. Hacia los años 50 aparece el polipropileno (PP).

Se observó que al reemplazar en el etileno un átomo de hidrógeno por uno de cloruro se sintetizaba el cloruro de polivinilo (PVC).

Otro de los plásticos desarrollado en los años 30 en Alemania fue el poliestireno (PS), utilizado para vasos, potes y hueveras. También aparece el poliestireno expandido (EPS), una espuma rígida muy utilizada en la industria y en la edificación para embalaje y aislante térmico.

También en los años 30 se crea la primera fibra artificial, el Nylon, por el químico Wallace Carothers. Uno de sus primeros usos fue la fabricación de paracaídas durante la Segunda Guerra Mundial, extendiéndose posteriormente a la industria textil.

En la presente década, se ha desarrollado el uso del tereftalato de polietileno (PET) para la fabricación de botellas y envases. Actualmente, para generar cualquier elemento en 3D, además de poseer una impresora y el diseño digital, es fundamental la materia prima. La mayoría de piezas y elementos se imprimen a partir de filamento de plásticos como el ácido poli-láctico (PLA), el acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) y el tereftalato de polietileno (PET).

2.1.3. Clasificación

Los principales tipos de plástico se pueden clasificar según su naturaleza y estructura interna:

Tabla 2.1. Clasificación de los polímeros según su naturaleza y estructura interna. Elaboración propia

NATURALEZA	ESTRUCTURA INTERNA
Naturales	Termoplásticos
Vegetal: celulosa, celofán	Polietileno (PE), Polipropileno (PP), Poliestireno (PS), Cloruro de Polivinilo (PVC), Metacrilato, Teflón, Celofán, Nylon o poliamida (PA), Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), etc.
Animal: caseína	Termoestables
Sintéticos	Poliuretano, Resinas fenólicas, Melanina, Siliconas, etc.
Derivados del petróleo, gas natural y carbón	Elastómeros
	Caucho natural, Caucho sintético, Neopreno, etc.

Termoplásticos

Existen dos grupos con diferentes comportamientos: amorfos y semicristalinos. Los materiales termoplásticos tienen una estructura formada por cadenas poliméricas unidas mediante enlaces secundarios como se muestra en la figura 2.1. La diferencia entre un termoplástico amorfo de uno cristalino es la disposición de las cadenas poliméricas.

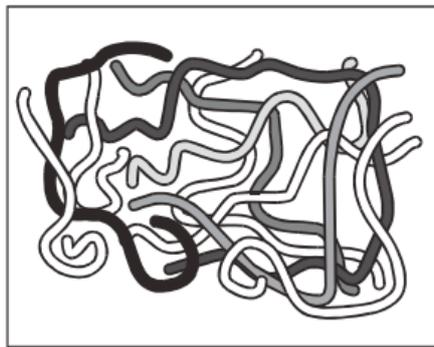


Figura 2.1. Estructura material termoplástico. Fuente: UPV

Por otro lado, en los termoplásticos semicristalinos cuya estructura se representa en la figura 2.2, las cadenas están ordenadas en zonas que son llamadas zonas cristalinas. En lo referente a los termoplásticos amorfos, dichas cadenas se encuentran desordenadas.

Existe un término llamado cristalinidad el cual no llega a alcanzarse al 100 % en los termoplásticos semicristalinos ya que es imposible que las cadenas sean simétricas. Esta propiedad condiciona el comportamiento mecánico, ya que dicha estructura cristalina proporciona cierta resistencia a las deformaciones.

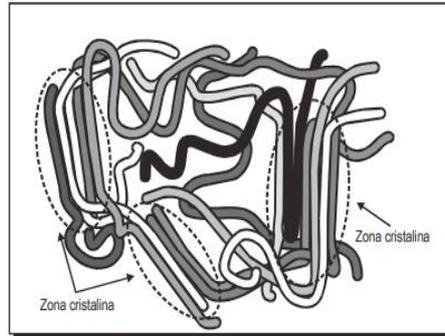


Figura 2.2. Estructura material termoplástico semicristalino. Fuente: UPV

Las principales características de los termoplásticos son:

- Pueden fundir.
- Reciclables.
- Fáciles de transformar.
- Comportamiento mecánico amplio, desde rígidos a blandos.

Termoestables

En lo que se refiere a los termoestables mostrados en la figura 2.3, en su estructura no aparecen enlaces secundarios y adopta una forma tridimensional de átomos unidos mediante enlaces covalentes. Esta estructura impide su deformación, dando lugar a materiales poliméricos de elevada rigidez y alta fragilidad.

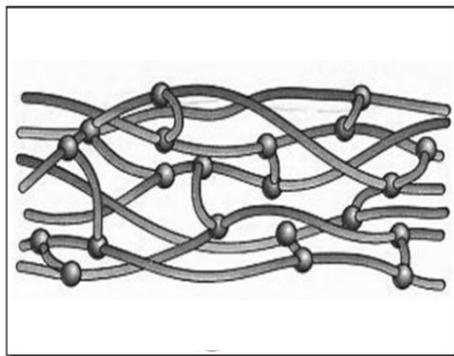


Figura 2.3. Estructura material termoestable. Fuente: UPV

Las principales características de los termoestables son:

- No pueden fundir.
- No reciclables.
- Buenas propiedades a temperaturas intermedias y elevadas.
- Buena resistencia y alta rigidez, junto con alta fragilidad.

Elastómeros

Se clasifican en dos grupos:

- Elastómeros con estructura poco tupida: estructura similar a los termoestables.
- Elastómeros con estructura termoplástica entrecruzada mostrado en la figura 2.4: estructura similar a la de los termoplásticos pero con mayor densidad de enlaces covalentes lo que proporciona al material propiedades de deformación elástica. Estos enlaces permiten que retorne a su posición inicial una vez finalizada la aplicación de tensiones sobre él.

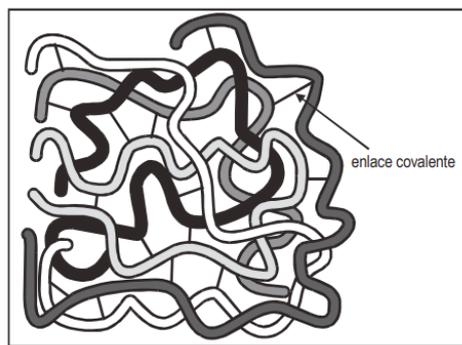


Figura 2.4. Estructura material elastómero con estructura termoplástica. Fuente: UPV

Las principales características de los elastómeros son:

- Buen comportamiento elástico.
- Buena resistencia al desgaste y al desgarro.
- Buena estabilidad térmica.
- No reciclables.

2.2. Tipos de reciclado

Existen tres principales tipos de reciclaje:

Reciclado mecánico

En la actualidad, es prácticamente la única forma de reciclado en Europa, y representa más del 99 % de las cantidades recicladas.

El primer paso es el proceso de trituración que proporciona un material homogéneo, del mismo tamaño, independientemente de la forma y del tamaño que tengan originariamente. El segundo paso es la separación de los diferentes tipos de plásticos así como la eliminación de impurezas que pueden dañar la maquinaria involucrada en el proceso.

Para la separación existen diferentes métodos:

1. Por color:

Una de las tecnologías utilizadas es la de sensores infrarrojos, representada en la figura 2.5, que basa su funcionamiento en reconocer las propiedades espectrales de la luz reflejada por el material. Otro tipo de tecnología es el espectrómetro.

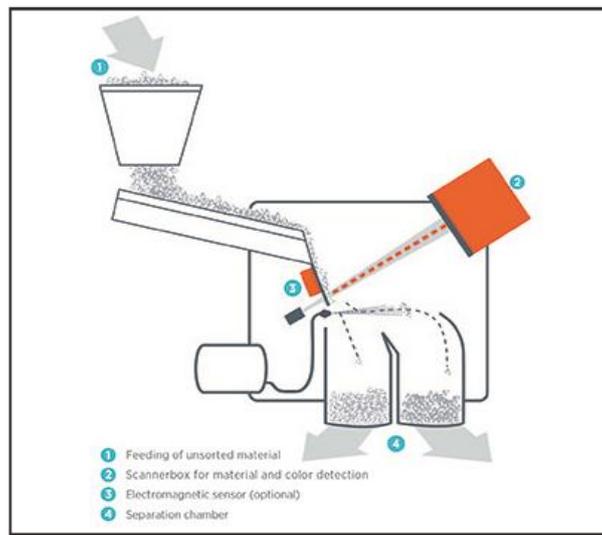


Figura 2.5. Clasificación por color y material. Fuente: Tomra

2. Por tamaño de partícula:

Se trata de un proceso físico para separar materiales con mismas propiedades por tamaño de partícula. Una vez triturado, en función de la calidad que se deseen obtener del producto final, mediante un proceso de cribado o tamizado se hacen pasar el material por diferentes tamices que separan las partículas en función de su tamaño. Posteriormente a este proceso, se puede realizar una separación por color o simplemente incorporar aditivos o concentrados a la mezcla para darle un color y propiedades uniformes.

3. Por densidad:

Cada tipo de material plástico presenta una densidad característica que puede variar dependiendo de la pureza de mismo, es decir, si está aditivada con algún pigmento o carga minerales. Existe una gran variedad de métodos de separación que utilizan diferencias de densidades:

- **Físicos:** La separación densimétrica por técnicas de flotado-hundido se ha venido utilizando en el sector del reciclaje para segregar mezclas de materiales en base a su diferencia de densidad. Esta tecnología permite dividir una corriente de entrada en dos fracciones de salida, una de densidad inferior a la del medio líquido o “flotados”, y otra superior o “hundidos”. La densidad del medio líquido se ajusta en función de las necesidades de separación, para lo que puede utilizarse agua o disoluciones salinas si se requiere alcanzar una densidad superior a la del agua; ciclones, donde la fuerza centrífuga concentra las partículas más pesadas hacia el exterior mientras que las más ligeras se desplazan hacia la parte superior.
- **Tecnología de sensores:** Podemos encontrar la tecnología de rayos X que separa el material en base a su densidad atómica específica.

4. Por electromagnetismo:

Reconoce los materiales por su conductividad y permeabilidad. Esta tecnología es muy utilizada para eliminar posibles impurezas férricas presentes en el material (figura 2.6).

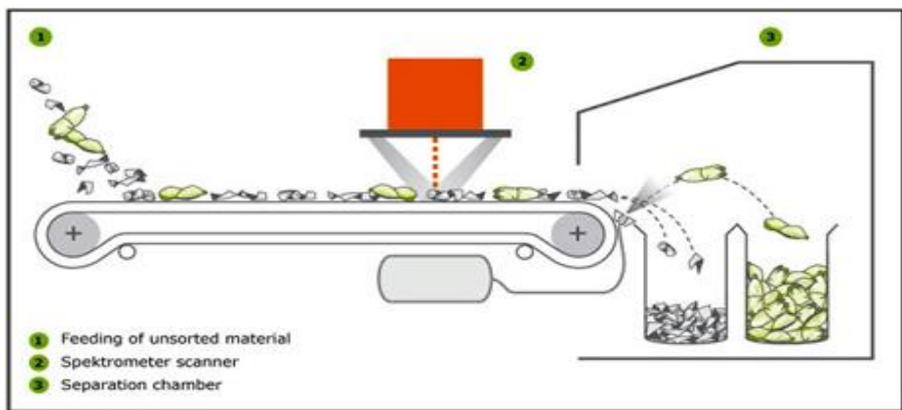


Figura 2.6. Clasificación magnética. Fuente: Tomra

El tercer y cuarto paso serían el lavado, donde se producen unas pérdidas del 30 % aproximadamente y el secado. Podemos encontrar los siguientes métodos:

1. Descontaminación mediante tratamiento térmico:

Este proceso se lleva a cabo introduciendo el triturado en una extrusora. Las impurezas infundibles e insolubles se quedan en el filtro para ser eliminadas. Se tiene que tener especial cuidado con la temperatura de trabajo, pues se puede producir una ruptura de ca-

denas y una caída de la viscosidad por lo que es necesario, provocar una policondensación que aumente la masa molecular. Durante la policondensación se eliminará el agua liberada por la esterificación haciendo el vacío o mediante corriente gaseosa (figura 2.7). Principalmente, la policondensación elimina contaminantes por difusión, debido a la exposición de la escama de material a altas temperaturas con tiempos de residencia largos.

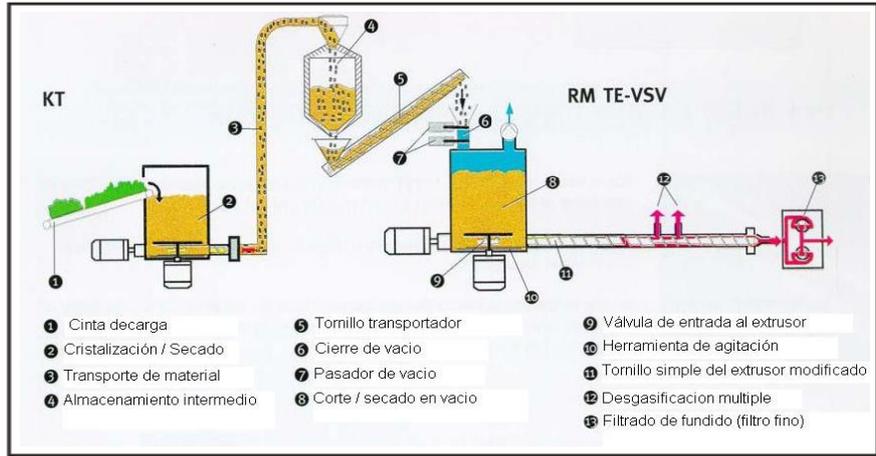


Figura 2.7. Esquema de un sistema de tratamiento físico de tipo Vacurema

Normalmente la descontaminación a escala industrial se hace mediante tratamiento térmico y químico conjuntamente. En ellos generalmente se mantiene o incrementa la viscosidad intrínseca, incluso obteniendo valores “a medida” para la aplicación requerida. Esta situación es debido a que se dan reacciones químicas en las que se alargan las cadenas de polímero, mejorando las propiedades finales del material.

Se trata de procesos denominados polimerización en estado sólido. En ellos el material se introduce en un pre-cristalizador, donde se limpia y se calienta, siendo posteriormente introducido en un intercambiador de calor de lecho fluidizado. La cristalización se completa en un cristalizador. Para reducir la formación de acetaldehído en el producto, la cristalización se realiza en atmósfera de nitrógeno.

El material ya cristalizado es alimentado a un reactor de policondensación donde la viscosidad intrínseca es aumentada hasta el nivel deseado.

Los subproductos de la reacción junto con otros contaminantes se eliminan usando nitrógeno. El polímero sale del reactor hasta la sección de enfriamiento, donde se obtiene ya un producto apto para ser inyectado o extruido.

2. Descontaminación mediante tratamiento químico/físico:

Consiste en un decapado químico de la superficie y primeras capas del plástico, donde pueden estar ubicados los contaminantes (por penetración, adsorción o absorción). Se suele hacer humedeciendo el material con una colada de sosa y manteniéndolo en un mezclador rotativo a alta temperatura, lo que provoca una hidrólisis de las funciones éster de la parte superficial. Este tipo de policondensación elimina contaminantes por difusión, debido a la exposición de la escama a altas temperaturas con tiempos de residencia largos. También elimina contaminantes por reacción química en la superficie de la escama.

3. Descontaminación mediante extracción con disolventes:

Este sistema se basa en la disolución/precipitación selectiva en disolventes de los plásticos y en la eliminación de cualquier otra sustancia presente. Es un proceso que todavía no se ha desarrollado realmente a escala industrial.

Una vez terminado el proceso de lavado y secado el proceso sigue con el extrusionado donde se producen unas pérdidas (mermas) del 3% aproximadamente, relacionadas con el proceso de cambio de color y pérdidas en el filtro de la extrusora.

El proceso de extrusión hace referencia a cualquier operación de transformación en la que el material fundido es forzado a atravesar una boquilla para producir un artículo de sección transversal constante y, en principio, longitud indefinida. Además de los plásticos, muchos otros materiales se procesan mediante extrusión, como los metales o alimentos, obteniéndose productos muy variados. El proceso de extrusión de plástico se lleva a cabo en máquinas denominadas extrusoras y las más utilizadas son las de tornillo o husillo simple.

La figura 2.8 muestra una representación esquemática de una extrusora típica de husillo único.

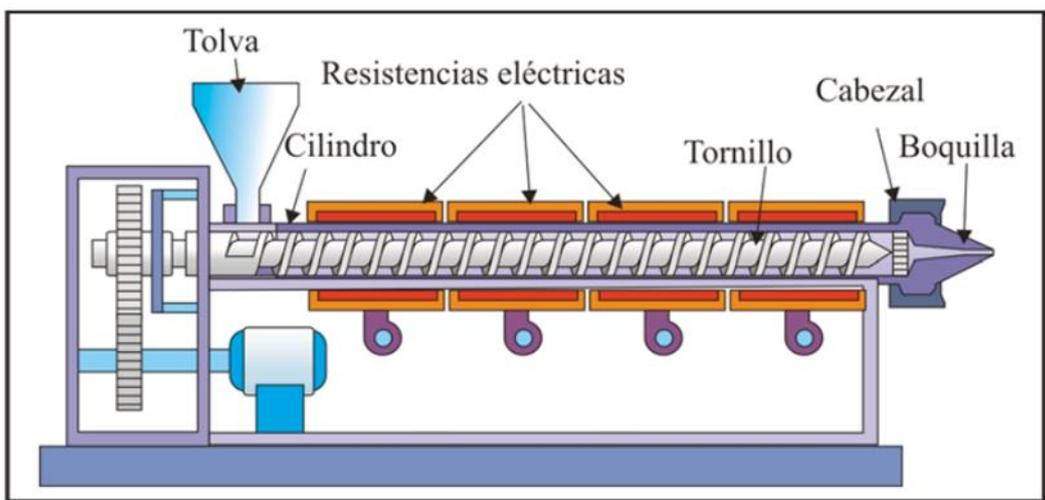


Figura 2.8. Representación esquemática de una extrusora de husillo simple

Hay que tener en cuenta que, dado que se trata de plástico reciclado, se puede dar el caso que sus propiedades y características sean diferentes o inferiores a las deseadas. Dado esto, puede que sea necesario introducir en la extrusora, al mismo tiempo que el plástico triturado, una serie de aditivos y concentrados químicos para mejorar el grado de pureza del producto final.

Como último paso tenemos el peletizado y el bobinado del material extruido.

El peletizado consiste en darle forma de gránulos al material de unos 3x3 mm, mediante maquinaria de peletizado, una vez ha finalizado el proceso de extrusión y el polímero ha solidificado.

La configuración del material como filamento puede obtenerse directamente a la salida de la extrusora. Para ello, deberemos seleccionar el tamaño de boquilla necesario del extrusor para tener el diámetro deseado en el filamento, que suele ser de 1,5 a 3 mm de diámetro según la aplicación para la que se utilice. El filamento pasará por una piscina de refrigeración donde, de estado plástico endurecerá y pasará a estado sólido. Cuando el filamento finalice la fase de refrigeración será bobinado en formatos de diferente peso para ser vendido al cliente final.

Reciclado químico

1. Pirólisis:

Descomposición química causada por el calentamiento a altas temperaturas en ausencia de oxígeno. Como resultado del proceso se obtiene:

- a) Gases: CO, CO₂, H₂, CH₄ y compuestos más volátiles.
- b) Residuo líquido: hidrocarburos, alquitranes, aceites, fenoles y ceras.
- c) Residuo sólido: compuesto por aquellos materiales no combustibles.

Los residuos gaseosos y líquidos pueden ser aprovechados mediante combustión a través de un ciclo de vapor para la producción de energía.

2. Hidrogenación:

La hidrogenación consiste en la adición química de hidrógeno a un hidrocarburo en presencia de un catalizador y puede ser destructiva o no destructiva. En el primer caso, las cadenas de hidrocarburo se rompen (desagrupan) y se añade hidrógeno en los puntos de ruptura. En el segundo, se añade hidrógeno a una molécula no saturada en relación al hidrógeno. En ambos casos, las moléculas resultantes son extremadamente estables. Algunos parámetros son, presiones de 150-300 bar y temperaturas del orden de 470 °C.

3. Gasificación:

Proceso de oxidación parcial de la materia, en presencia de cantidades de oxígeno inferiores a las requeridas estequiométricamente. En términos generales, las características para el proceso de gasificación de una corriente de residuos son las siguientes:

- Se usa aire, oxígeno o vapor como fuente de oxígeno.
- La temperatura de trabajo es típicamente superior a los 750 °C.
- Como resultado del proceso de gasificación se obtiene:
 - a) Gas de síntesis, compuesto principalmente por CO, CO₂, H₂, N₂ y CH₄ en menor proporción. Como productos secundarios se encuentran alquitranes, compuestos halogenados y partículas.
 - b) Residuo sólido, compuesto por materiales no combustibles e inertes; generalmente contiene parte del carbono sin gasificar.

4. Craqueo:

Proceso químico por el cual se disocian, a temperatura y presión elevada, las moléculas de un compuesto con el fin de obtener una proporción mayor de productos ligeros que se pueden mezclar con combustibles.

Recuperación energética

La recuperación de energía es una alternativa valiosa para residuos plásticos que no se pueden reciclar de forma sostenible. Algunos plásticos ni siquiera se pueden reciclar de forma eficiente debido a factores como:

- a) La cantidad, la pureza y la composición de los residuos recogidos.
- b) Las tecnologías disponibles para clasificar.
- c) Los requisitos que exige el mercado en cuanto a calidad y normas del material reciclado.

Para esos plásticos, la solución más eficiente es la recuperación de energía, siempre mejor que el vertedero o incluso el reciclado forzado.

Las plantas modernas de cogeneración (recuperación combinada de calor y energía) utilizan residuos plásticos junto con otros materiales de elevada aportación calorífica. Así se consigue una fuente de calor y energía que puede satisfacer hasta un 10 % de las necesidades energéticas de algunos países de la UE.

Además, los combustibles sólidos recuperados que se producen a partir de plástico y de otros residuos sólidos se utilizan cada vez más en las centrales térmicas y varias industrias que consumen mucha energía, por ejemplo, los hornos de cemento, y reducen la necesidad de combustibles fósiles vírgenes.

Un estudio realizado por PlasticsEurope revela que sólo el 17 % del plástico es recuperado energéticamente.

Analizando lo presentado por PlasticsEurope, apostar por el reciclaje y la recuperación energética de los residuos que se depositan en vertedero en un sólo año, en nuestro país generaría aproximadamente 33.000 puestos de trabajo. Esta creación de empleo implicaría unos ingresos para el Estado de 700 millones de euros y una inyección a la economía española de 300 millones de euros en forma de consumo.

En resumen, si ningún plástico fuera a vertedero, se obtendría un beneficio para España de 2.000 millones de euros al año, además de reducir nuestra dependencia energética con el exterior y reducir la contaminación del medio ambiente.

2.3. Aspectos ambientales

El principal problema del material plástico es su tiempo de degradación, de unos 1.000 años aproximadamente si hablamos de botellas de PET, ya que no es biodegradable y su desecho en el medio ambiente produce un impacto irreversible, por lo que es cada vez más importante reducir, reciclar y reutilizar este material.

La cantidad de plásticos reciclados ha aumentado cada año. Se estima que los residuos de plástico de Estados Unidos en 2.008 fue de 33,6 millones de toneladas, de las cuales 2,2 millones de toneladas (6,3 %) fueron reciclados, 2,6 millones (7,7 %) fueron quemadas para producir energía y 28,9 millones de toneladas (86 %), fueron a parar a vertederos.

En Europa se generaron aproximadamente 25,1 millones de toneladas de plástico, de las cuales se recuperaron el 59,1 % (25,1 % reciclado y 34,1 % recuperado energéticamente) y el 40,9 % se llevó a eliminación (vertedero).

En España el reciclaje mecánico es el más extendido seguido del químico. El vertedero sigue siendo, desgraciadamente, el destino mayoritario para todo el plástico que se desecha en España, alcanzando el 65 %.

Como dato orientativo, según cifras del Bureau of International Recycling (BIR), el reciclaje de materiales en el mundo significa actualmente una reducción de 700 millones de toneladas de CO₂ anuales, lo que equivale a 100 Kg de CO₂ por persona cada año, además de ahorrar energía y reducir la contaminación del aire y del agua.

Para valorar la importancia del reciclaje de plástico debemos tener en cuenta que:

- Una tonelada de plástico reciclado permite ahorrar 5.774 kWh de energía, 16,3 barriles (2.604 litros) de petróleo, 98 millones BTUs de energía y 22 metros cúbicos de espacio de vertedero.
- La reducción del consumo de energía en la producción de plástico reciclado en comparación con la producción de plástico de materias vírgenes (petróleo y gas) es de un 80 a un 90 %.
- El reciclaje de una sola botella de plástico ahorra una cantidad de energía suficiente para encender una bombilla de 60 vatios durante 6 horas.

- Con el reciclaje de 5 botellas de plástico PET se produce suficiente fibra para fabricar una camiseta.

Con todo lo anterior, resulta evidente la gran importancia que tiene disminuir el uso del plástico y reciclar y reutilizar, en la medida de lo posible, el ya fabricado.

3. ESTUDIO PREVIO – INGENIERÍA CONCEPTUAL

3.1. Definición de producto y capacidad de producción

Tal y como se ha comentado anteriormente, la línea de reciclaje de plástico deberá abarcar parte de las necesidades de SP-Berner, pymes y distribuidores.

En primer lugar, para abastecer la compra de granza por parte de SP-Berner, hay que tener en cuenta que presenta las siguientes necesidades mensuales y que la línea diseñada abarcará el 30 %, por lo que la capacidad de producción será:

- 2.200 Tn de polipropileno (PP) → 660 Tn.
- 120 Tn de tereftalato de polietileno (PET) → 36 Tn.
- 80 Tn de acrilonitrilo buradieno estireno (ABS) → 24 Tn.

Por otro lado, se planificará un suplemento de producción con el fin de abastecer de granza y filamento para impresoras 3D a pymes y distribuidores de la península:

- 100 Tn de polipropileno (PP).
- 100 Tn de tereftalato de polietileno (PET)
- 100 Tn de acrilonitrilo buradieno estireno (ABS).

De las 300 toneladas de suplemento de producción se utilizará el 50 % para la producción de granza y el otro 50 % para filamento de impresión 3D.

En definitiva, se producirán un total de 1.020 toneladas de material mensualmente.

Cálculo de la producción necesaria

En este tipo de empresas la capacidad de producción se mide en Kg/h. Sabiendo que la cantidad mensual a proveer es de 1.020 toneladas, se tiene que añadir un porcentaje de material a procesar para cubrir la ineficiencia del proceso de reciclaje, que es aproximadamente del 30 % en el proceso de lavado y de un 3 % en el proceso de extrusión, por lo que se deben procesar 1.242,85 toneladas para la granza y 220,91 toneladas para el hilo.

Se supone que la empresa está en operación durante los 7 días de la semana las 24 horas del día, que implica tres turnos de 8 horas. De estas 24 horas se considera que el tiempo productivo de las máquinas será de 22 horas para poder realizar labores de mantenimiento, limpieza, cambios de color, pruebas de calidad, etc.

En la tabla 3.1 se muestra la producción en Tn/mes para la granza y el hilo para cada material expresado en unidades sobre el bruto y el neto.

Tabla 3.1. Producción mensual de material expresada en toneladas por mes

MATERIAL	BRUTO [Tn/mes]		TOTAL BRUTO	NETO [Tn/mes]		TOTAL NETO
PRODUCTO	Granza	Hilo		Granza $\eta = 0,70$	Hilo $\eta = 0,679$	
Polipropileno	1.014,285	73,637	1.087,922	710	50	760
Tereftalato de polietileno	122,857	73,637	196,494	86	50	136
Acrlinonitrilo butadieno estireno	105,714	73,637	179,351	74	50	124
TOTAL [Tn/mes]	1.242,857	220,913	1.463,77	870	150	1.020

En la tabla 3.2 se muestra la producción en Kg/h para la granza y el hilo para cada material expresado en unidades sobre el bruto y el neto.

Tabla 3.2. Producción diaria en kilogramos por hora

MATERIAL	BRUTO [Kg/h]		TOTAL BRUTO	NETO [Kg/h]		TOTAL NETO
PRODUCTO	Granza	Hilo		Granza $\eta = 0,70$	Hilo $\eta = 0,679$	
Polipropileno	1536,79	111,57	1.648,36	1.075,75	75,75	1.151,50
Tereftalato de polietileno	186,14	111,57	297,71	130,30	75,75	206,05
Acrlinonitrilo butadieno estireno	160,17	111,57	271,74	112,12	75,75	187,87
TOTAL [Kg/h]	1.883,11	334,71	2.217,81	1.318,17	227,25	1.545,42

De los cálculos anteriores se desprende que el 70,58 % de la producción la abarca el cliente SP-Berner mientras que el 29,42 % restante será para pymes y pequeños distribuidores.

El formato en que se presentará el producto será:

- Para la granza: gránulos esféricos, cilíndricos, micro pellets, de tamaño de 2x3 mm hasta 2x5 mm en sacos de 25 Kg (según indica el Ministerio de Trabajo y asuntos Sociales en el Real Decreto 487/1997, de 14 de abril y en el Convenio 127 de la Organización Internacional del Trabajo).
- Para el filamento de impresoras 3D, hilos de 1,75 a 3 mm de diámetro en bobinas de 1 Kg. Ambos productos, se producirán en diferentes gamas de colores, principalmente, blanco, negro, amarillo, rojo, azul, verde y transparente.

Proceso de homogeneización

Dado que la materia prima que se utiliza en la línea proviene de plásticos reciclados y este puede venir separado por colores o no, se tendrá que realizar un proceso de homogeneización por color. Para realizar la homogeneización por color existen diferentes posibilidades:

- Clasificar previamente el plástico por tipo de colores. Este método, de no ser realizado cuidadosamente, puede presentar una serie de irregularidades en las tonalidades del producto.
- O bien, se añaden una serie de masterbatches para homogeneizar la mezcla y que toda ella presente la misma tonalidad una vez sea extruida. En este método, además de dar un color a la mezcla, mediante los aditivos y concentrados se pueden mejorar las propiedades del plástico reciclado. Una clasificación de estos productos podría ser:

1. Material colorante:

Son sustancias químicas que, una vez incorporadas, confieren color a un sustrato. Los colorantes pueden ser clasificados en dos categorías: los colorantes propiamente dichos y los pigmentos. Estos últimos, a su vez, pueden dividirse en dos clases: los pigmentos orgánicos y los inorgánicos.

a) Colorantes:

Son materias colorantes orgánicas solubles en el medio de aplicación. Poseen bajo índice de refracción, elevado poder tintóreo, alta solidez a la luz, a la temperatura y alto brillo.

b) Pigmentos:

Son colorantes insolubles. Poseen alto índice de refracción y el medio de aplicación no los afecta química o físicamente. Características de los pigmentos:

Orgánicos:

- Buen poder tintóreo.
- Alto brillo.
- Buena transparencia.
- Variable solidez a la luz y al calor.

Inorgánicos:

- Buena opacidad / buen cubrimiento.
- Poco brillo.
- Buena solidez a la luz.
- Variable solidez al calor.

2. Aditivos:

Son productos químicos que confieren propiedades específicas a los plásticos. Ejemplos: Deslizantes, antibloqueos, retardadores de llama, foto-biodegradables, anti-UV. etc. Como sucede con los colorantes, la selección de los aditivos para la elaboración de concentrados o compuestos se hace con base en las restricciones de proceso y utilización final del producto.

3. Concentrados:

Destinados a colorear y/o añadir aditivos a las resinas termoplásticas en general. Dependiendo del proceso de fabricación, los concentrados pueden tener las siguientes presentaciones:

a) Concentrados granulados

Resultan de la incorporación de los Colorantes y/o aditivos en resina termoplástica (vehículo) procesable en equipos de extrusión.

- Aplicables de 2 a 5 PCR en peso.
- Fácil dosificación y manoseo.
- Excelente dispersión de colorantes.
- No contaminante.
- Elevado poder de teñido, lo que significa alto rendimiento.
- Permite cambios de colores rápidos y económicos.
- Bajo costo por Kg de material teñido.
- No interfiere en las propiedades del producto final.

b) Concentrados en polvo

Obtenidos por dispersión de los colorantes y/o aditivos, en forma de polvo. Tienen la propiedad de envolver y adherirse uniformemente al polímero de aplicación. Pueden obtenerse también por micronización de los concentrados granulados.

- Aplicación normalmente inferior a 2 PCR en peso.
- Indicado para aplicación en resina en la forma de polvo.
- Permite la adición de alto tenor de colorantes.
- Buena homogenización con la resina de aplicación.
- Tiende a causar contaminación.
- Menor dispersión de colorantes con relación a los concentrados granulados.

c) Concentrados universales

Son una dispersión de colorantes y/o aditivos en vehículo aglomerante, que generan un producto de granulometría irregular.

- Aplicables de 1 a 5 PCR en peso.
- No contaminante.
- Compatible con varias resinas, a pesar de que el color natural de ellas interfiera en el color del producto final.
- Poseen baja viscosidad de fundido, lo que puede llevar a una buena homogeneización con algunos polímeros y regular con otros.
- El vehículo aglomerante puede interferir en las propiedades del producto final.

Finalmente, cabe destacar que el comportamiento de nuestros materiales frente a la interacción con la humedad será diferente, lo que condicionará la futura selección del proceso/método de secado de los polímeros. Es necesario saber que existen dos tipos de resinas:

- **Higroscópicas** (por ejemplo, Nylon, ABS, poliuretano, PET, PBT, etc.)
 - Tienen una fuerte afinidad para atraer humedad.
 - Absorberán la humedad en su estructura molecular si son expuestas al aire del ambiente.
 - La humedad interna no se puede eliminar solo con aire caliente.

El vapor de agua que rodea un material granulado higroscópico es absorbido por el granulado. Como la presión de vapor dentro del granulado aumenta para igualar la presión de vapor que rodea el granulado, ocurre el equilibrio. Esto se conoce como equilibrio de humedad.

- **No higroscópicas** (por ejemplo, polietileno, polipropileno, poliestireno, PVC, etc.)
 - No tienen una afinidad con la humedad.
 - La humedad recogida se adsorbe sobre la superficie del granulado.
 - La colección típica de humedad es debida a la condensación.
 - La humedad se elimina fácilmente al pasar una corriente suficiente de aire caliente sobre el material.

3.2. Ubicación y descripción del edificio

3.2.1. Ubicación

Para la ubicación física de la planta, se ha buscado un emplazamiento basándonos en la proximidad a nuestro principal cliente SP-Berner, que está localizado junto a la autovía A-3 en el camino de la Lloma 35 de Aldaia, y en la proximidad a vías de transporte principales.

Se ha encontrado una ubicación que cumple estos dos requisitos en el polígono industrial de Aldaia. Se trata de unas parcelas situadas en el extremo de una manzana con forma sensiblemente triangular, y que dan a dos calles: Camino del Coscollar y Camino Manuel Sanchis Guarner. Este emplazamiento se encuentra muy próximo a la central de SP-Berner (1,7 Km) y a la vez, está a unos 2 Km de la carretera nacional A-3 que comunica con la AP-7 (Bypass de València).

3.2.2. Estado actual del edificio

La parcela elegida tiene forma trapezoidal con tres lados ortogonales. La superficie de la parcela es de 2.325 m² y las dimensiones de sus lindes son: lado norte 67,21 m, lado sur 55,20 m, lado este 38,00 m y lado oeste 39,85 m.

En la parcela existe una edificación exenta con una superficie en planta de 1.350 m², que se considera suficientemente ajustada a las necesidades que requiere la actividad. Sus dimensiones en planta son de 30 m de ancho por 45 de profundidad. Se trata pues de una edificación aislada con una separación a lindes de 4 m en los laterales; 5 m al camino del Coscollar y entre 6,28 y 15,73 m a la calle Sanchis Guarner, que es por la que se realiza el acceso principal a la nave.

El edificio como ya se ha indicado, es de planta rectangular. En la actualidad la planta baja es completamente diáfana y por una escalera situada en el extremo nor-oeste se sube a un altillo que con un ancho de 5,10 m recorre toda la fachada.

La estructura está formada por pórticos a dos aguas de dos vanos de 15 m (salvo los de fachada) paralelos a la fachada con una separación de 5 m. Estos pórticos están contruidos con perfiles metálicos simples tanto en pilares como en vigas. El altillo está soportado por la estructura de fachada y el primer pórtico interior. Se apoya sobre un forjado de viguetas de hormigón armado. La cubierta está terminada con elementos ligeros de chapa conformada con aislamiento apoyados sobre correas metálicas.

Los cerramientos de la nave están conformados con placas prefabricadas de hormigón de 20 cm de espesor, y la fachada principal acabada con revestimiento de chapa metálica.

3.2.3. Distribución propuesta

El acceso para carga y descarga de materiales, se sitúa de forma lateral junto a la esquina nor-oeste. Junto al acceso se localizan las superficies de almacenaje de la materia prima; y a continuación ocupando todo el cerramiento lateral norte, se colocan los elementos de uso cerrados (comedor, aseos, despacho y taller). La zona central de la nave, queda libre para la instalación de la maquinaria, que se coloca en dos líneas paralelas con desarrollo en forma de U, y al final se coloca la zona de paletizado junto al almacenaje de palets que está colocado en la esquina sur-oeste de la nave.

En el altillo se sitúan los despachos de dirección y administración, de forma lineal, accediendo a los mismos por un pasillo cerrado a la nave para evitar la contaminación acústica.

Las superficies resultantes de la distribución son:

Tabla 3.3. Superficies útiles del edificio

SUPERFICIES UTILES [m²]	
PLANTA BAJA	
Almacen materia prima	34,41
Comedor, vestuarios, y aseos	37,03
Supervisor	9,02
Mantenimiento y componentes	41,52
Escalera	13,53
Zona de maquinas	1.065,58
Zona de almacenaje producto	125,09
TOTAL	1.287,11
PLANTA ALTILLO	
Despachos	48,18
Aseos	7,94
Sala reuniones	20,42
Gerencia	25,38
Pasillo	23,15
TOTAL	124,99
TOTAL EDIFICIO	1.412,10

Tabla 3.4. Superficies construidas totales

SUPERFICIES CONSTRUIDAS [m²]	
Planta Baja	1.350,00
Planta Altillo	136,81
TOTAL	1.486,81

3.3. Normativa aplicable

A continuación se enumeran, las normas, leyes y estándares que son de aplicación para el correcto desarrollo de la actividad productiva.

AMBIENTAL

- **Ley 7/2.002**, de 3 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, de protección contra la contaminación acústica.
- **Ley 37/2.003**, de 17 de noviembre, del Ruido.
- **Real Decreto 100/2.011**, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.
- **Decreto 833/1.975**, de 6 de febrero, por el que se desarrolla la **Ley 38/1.972**, de 22 de diciembre, de Protección del Ambiente Atmosférico.
- **Circular 1/2.018**, de 18 de abril, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se regula la gestión del sistema de garantía de origen de la electricidad procedente de fuentes de energía renovables y de cogeneración de alta eficiencia.
- **Ley 26/2.007**, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.
- **Ley 21/2.013**, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.
- **Ley 34/2.007**, de 15 de noviembre, de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera.
- **Ley 1/2.005**, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
- **Ley de Aguas**, aprobada por **Real Decreto Legislativo 1/2.001**, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- **Ley 22/2.011**, de 28 de julio, de Residuos y Suelos contaminados.
- **Ley 16/2.002**, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación.
- **Ley 8/2.010**, de 31 de marzo, por la que se establece el régimen sancionador previsto en los Reglamentos (CE) relativos al registro, a la evaluación, a la autorización y a la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH) y sobre la clasificación, el etiquetado y el envasado de sustancias y mezclas (CLP), que lo modifica.

PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

- **Ley 31/1.995**, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- **Directiva Marco de PRL**: Directiva Del Consejo de 12 de junio de 1.989 relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo.
- **Real Decreto 486/1.997**, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- **Real Decreto 488/1.997**, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.

- **Real Decreto 2.267/2.004**, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

Las primeras normas estatales son tres con rango de Ley de obligada consulta:

- Estatuto de los Trabajadores
 1. **Real Decreto Legislativo 2/2.015**, de 23 de octubre. En vigor desde el 13 de noviembre de 2.015.
- Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social (LISOS)
 2. **Real Decreto Legislativo 8/2.015**, de 30 de octubre. En vigor desde el 2 de enero de 2.016.

Interesan especialmente las definiciones de accidente de Trabajo y enfermedad profesional, en sus artículos 156-158. Su texto es prácticamente idéntico al de los artículos 115-118 de la anterior LGSS.

3. **Real Decreto Legislativo 5/2.000**, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.

Interesan el artículo 2 (Sujetos responsables de la infracción), el artículo 4 (Prescripción de las infracciones), el artículo 5 (Concepto) y sobre todo la Sección 2ª, Infracciones en materia de prevención de riesgos laborales, del Capítulo II, Infracciones laborales (artículos 11 a 13).

ESPECIFICACIONES QUE DEBE CUMPLIR EL MATERIAL PLÁSTICO

Para Tereftalato de Polietileno (PET), Polipropileno (PP), Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS) relativo a propiedades:

- **Reológicas:** ISO 1.133.
- **Mecánicas:** ISO 178, ISO 179, ISO 180/A, ISO 527, ISO 2.039-1.
- **Térmicas:** ISO 75, ISO 294-4, ISO 306, ISO 11.359, DIN 52.612-1.
- **Eléctricas:** IEC 60.243-1, IEC 60.250, IEC 62.631-1, IEC 62.631-2.
- **Otros:** ISO 62, ISO 1.183, ISO 6.167.
- **De proceso:** ISO 294.

3.4. Descripción general del proceso de fabricación e instalaciones

Como ya se ha comentado anteriormente, el proceso productivo está formado por: recepción, almacenamiento de materia prima, procesado, almacenamiento de producto terminado y finalmente la venta. Se procede a representar el proceso mediante un diagrama SIPOC (Suppliers – Inputs – Processes – Outputs – Customers).

Tabla 3.5. Representación SIPOC de proceso

SUPPLIERS	INPUTS	PROCESSES	OUTPUTS	CUSTOMERS
Sector automoción (PP, ABS)	Fardos de material plástico reciclado	1. Almacenamiento	1. Pellets 2. Filamento	1. SP-Berner 2. Distribuidores 3. Pymes
Sector de consumo (PET, PP, ABS)		2. Triturado		
Fabricante de colorantes	Masterbatches	3. Lavado		
		4. Calidad		
		5. Secado		
		6. Extrusionado		
		7. Peletizado y bobinado		
		8. Calidad		
		9. Almacenamiento		
		10. Venta		

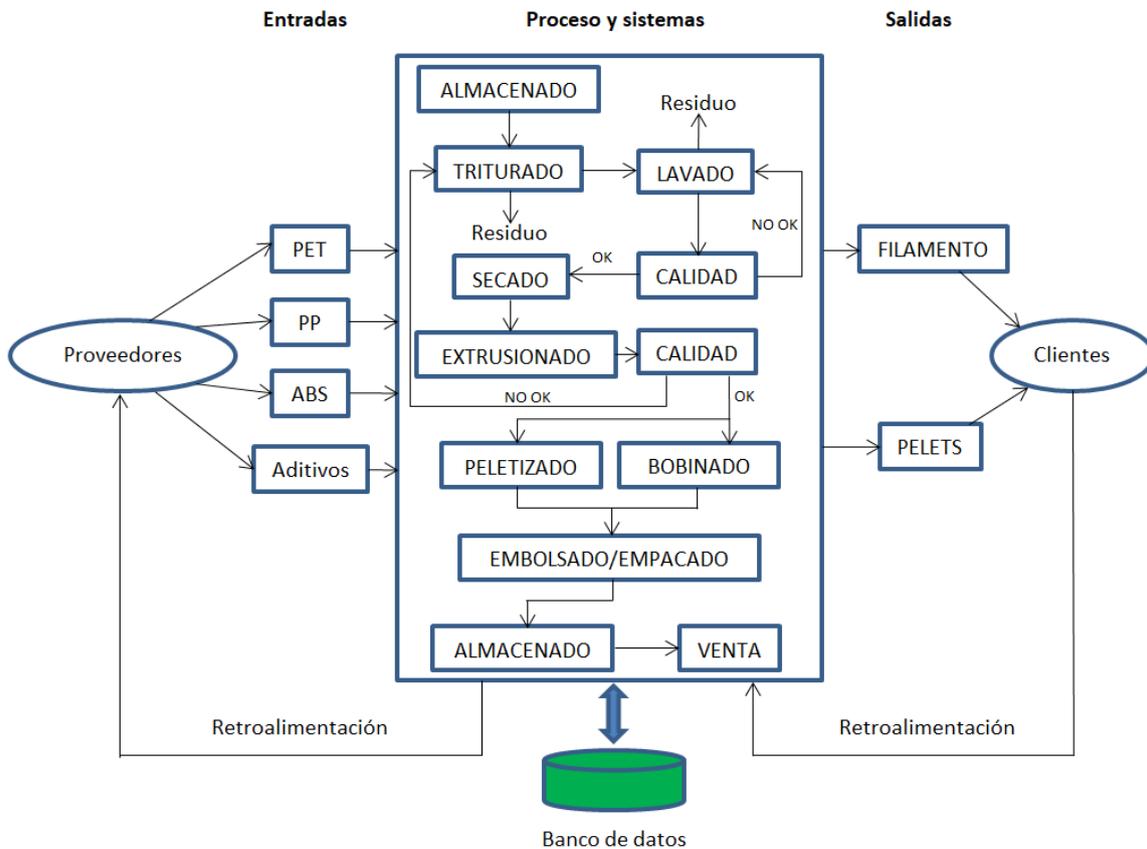


Figura 3.8. Diagrama SIPOC de proceso. Elaboración propia

Descripción de las instalaciones

- 1. Zona de recepción / almacenaje de materia prima y triturado:** se situará junto a la puerta de descarga de material y se construirán tres cubículos delimitados por muros de fábrica para clasificar los tres tipos de plástico recibidos en formatos de fardos. El triturador se situará en la zona de almacenaje para evitar movimientos innecesarios de material por la planta. Una vez triturado el material, se almacenará en tres silos independientes dependiendo del tipo que sea, conectados al triturador mediante tuberías de distribución.
- 2. Zona de lavado y secado:** en esta zona se encontrarán las dos máquinas de lavado, la centrifugadora y la tina de lavado, dispuestas en serie y conectadas por una cinta transportadora. A la salida de la tina de lavado, el material se transporta a las dos secadoras mediante tuberías. La estación de lavado se conectará a las dos líneas de producción mediante tuberías de distribución.
- 3. Zona de extrusión:** la máquina cuenta con un silo de almacenaje de material que proviene del área de secado para abastecer el proceso de producción. Una vez creados los filamentos en la extrusora estos se bobinan. Estas bobinas ya tienen el formato para su venta por lo que se paletizarán y retractilarán para almacenarlas a la espera de expedición.
- 4. Zona de peletizado:** conectado también mediante tuberías a la estación de secado, cuenta con un silo de abastecimiento de máquina y una vez acabado el proceso de peletizado, los gránulos son almacenados en un silo. Dicho silo está conectado, también mediante tuberías, a la unidad de embolsado.
- 5. Zona de embolsado / paletizado y retractilado:** la embolsadora recibe de la estación de peletizado la granza y la embolsa en sacos de 25 Kg. Mediante una cinta transportadora se conecta a la unidad de paletizado y un robot se encarga de paletizar los sacos. Los palets tendrán una altura de 3 pisos para las cajas de bobinas de filamento y de 8 pisos para los sacos de granza.

Finalmente, los palets con los sacos o las cajas de las bobinas, serán retractilados y mediante carretilla elevadora o traspaleta llevados al almacén de expedición.

6. Otros sistemas e instalaciones:

Además de todos los sistemas anteriormente descritos necesitaremos:

- Una zona para el almacenaje de producto terminado, formado por estanterías metálicas de 3 alturas.
- Instalación de aire comprimido para las máquinas y procesos que lo necesiten.
- Instalación de ventilación para la extracción y renovación de aire.
- Instalación de dispositivos de emergencia contra incendios.
- Instalación de iluminación.

4. ESTUDIO DE INGENIERÍA BÁSICA

4.1. Definición del proceso de producción

Para definir el proceso de producción la mejor forma es apoyarse sobre un diagrama de flujo de proceso. La simbología que se utilizó es la mostrada en la tabla 4.1:

Tabla 4.1. Simbología para el Diagrama de Flujo de procesos. Fuente: Asignatura proyectos de ingeniería

SÍMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
○	OPERACIÓN	Indica las principales fases del proceso.
□	INSPECCIÓN	Verifica la calidad y/o cantidad.
➔	TRANSPORTE	Indica el movimiento de materiales.
D	ESPERA	Indica demora entre dos operaciones.
▽	ALMACENAMIENTO	Indica depósito de un objeto en un almacén.
◻	COMBINADA	Indica varias actividades simultáneas.

Tabla 4.2. Diagrama de Flujo del proceso de reciclado de material plástico. Elaboración propia

Nº	ETAPA					MEDICIÓN			BREVE DESCRIPCIÓN/OBSERVACIONES
	●	➔	D	■	▽	CANTIDAD [Kg]	TIEMPO [min]	DISTANCIA [m]	
1									Recibir del proveedor MMPP semanal
2									Abastecedor lleva a almacén
3									Abastecedor lleva a estación de triturado
4									W.I.P entrada triturador
5									Molienda MMPP
6									Almacenaje en silo de material triturado
7									Transporte a estación de lavado
8									W.I.P entrada estación de lavado
9									Lavado de las escamas de material
10									Inspección de calidad
11									W.I.P salida estación de lavado
12									Transporte a estación de secado
13									Secado de las escamas
14									Transporte por tubería a extrusora y peletizadora
15									Extrusión y peletizado
16									Inspección de calidad
17									W.I.P salida extrusora / peletizadora
18									Transporte rechazo / Producto acabado
19									W.I.P entrada triturado / empacado
20									Retrabajar rechazo / Empacar producto acabado
21									W.I.P salida empacado
22									Abastecedor almacena producto acabado
23									Abastecedor lleva a camión de expedición
TOTAL						0	0	0	
AREA OBSERVADA:									OBSERVADOR:

Una vez planificado el proceso productivo, se deberá realizar un análisis de métodos y tiempos para optimizar las operaciones y conocer la saturación de los trabajadores para saber el número de personas necesarias por proceso. Se estudiarán las cantidades de material procesado, el tiempo que se invierte en cada operación y la distancia que se recorre para distribuir el material entre las diferentes estaciones. Finalizado el estudio de métodos y tiempos, se realizará un análisis posterior para detectar posibles acciones de mejora clasificadas en cuatro campos de aplicación: desempeño del operario, optimización de operaciones en máquina, mejora de métodos y posibles interacciones con el ambiente.

4.1.1. Análisis de alternativas tecnológicas disponibles y selección

En este apartado, se procede a la selección de la maquinaria necesaria para desarrollar la actividad:

1. MÁQUINA DE TRITURADO

Deberá tener una capacidad de trabajo aproximada de 2.114,41 Kg/h. Una vez analizadas las alternativas existentes en el mercado se ha optado por seleccionar el proveedor italiano Bruno Folcieri, con más de 60 años de experiencia en el sector y se adquirirá el modelo TOP1.200x800x630 RC por su fácil mantenimiento y capacidad de producción.



Figura 4.1. Máquina trituradora de plástico

Tabla 4.3. Especificaciones técnicas triturador

ESPECIFICACIONES TOP1.000x800x630	
Capacidad	1.600-2.500 Kg/h
Perforado tamiz	5-10 mm
Potencia instalada	132-200 kW
Cuchillas fijas / móviles	2-3 / 3-4-5
Dimensiones [HxWxP]	4.300x2.400x2.700 mm
Peso	11,5 toneladas

2. MÁQUINA DE LAVADO Y SECADO

2.1. LAVADO

Para seleccionar la estación de lavado se debe de tener en cuenta la higroscopia de la materia prima a tratar. Por lo que respecta al material que se utiliza en las instalaciones de este proyecto, existen resinas higroscópicas (PET, ABS) y resinas no higroscópicas (PP), explicadas durante el estudio de ingeniería conceptual.

Para el lavado se puede utilizar agua, tensoactivos y/o sosa diluida a una temperatura que puede ser variable. Mediante este lavado se eliminan contaminantes orgánicos (residuos de cola), tierra y arena presentes en la superficie de la escama y restos de alimentos. Los tensoactivos y la sosa son eliminados mediante lavados sucesivos con agua. En ocasiones se utilizan métodos de fricción, centrifugación, ciclón, etc. para mejorar el lavado y la eliminación de elementos no deseados.

Se ha decidido utilizar el lavado mecánico en caliente mediante un sistema de centrifugado y en serie con él, una tina de lavado que separa contaminantes por flotación. Hay que tener en cuenta que el proceso de lavado es crítico para obtener un buen producto final.

Contaremos con el proveedor alemán Herbold, con el modelo T 1016 para la lavadora centrífuga y con el proveedor italiano Tecnofer con el modelo VL 800×4RR para la tina de lavado.



Figura 5.2. Máquina centrífuga de lavado

Tabla 4.4. Especificaciones técnicas lavadora/secadora centrífuga

ESPECIFICACIONES T 1016	
Capacidad	2.000-2.500 Kg/h
Perforado tamiz	2,5 mm
Potencia instalada	30-90 kW
Dimensiones [HxWxP]	1.600x1.500x3.000 mm
Peso	9 toneladas

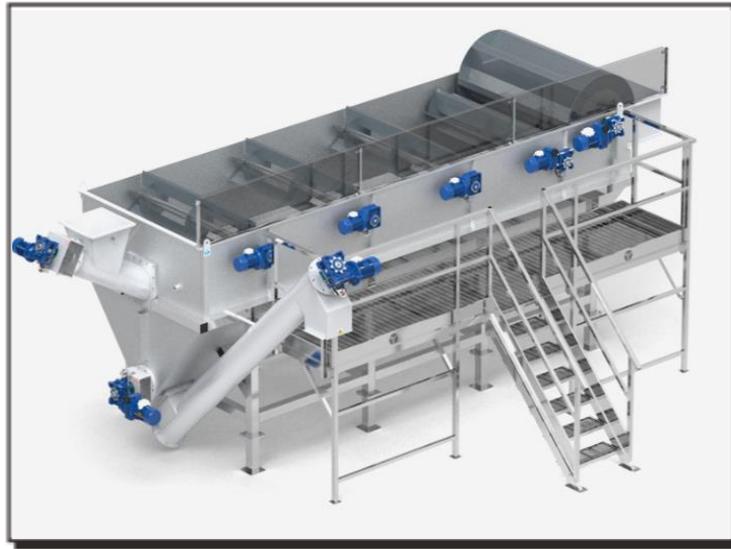


Figura 4.3. Tina de lavado

Tabla 4.5. Especificaciones técnicas tina de lavado

ESPECIFICACIONES VL 800x4 RR	
Capacidad	2.000-3.000 Kg/h
Potencia instalada	5,6 kW
Dimensiones [HxWxP]	2.200x2.900x5.710 mm
Peso	5 toneladas

2.2. MÁQUINA DE SECADO

Antes de entrar con más detalle en los métodos de secado, conviene recordar los cuatro parámetros básicos para el secado de gránulos plásticos. Estos parámetros se afectan mutuamente y son determinantes para el proceso; por tanto deben ser calculados para cada requerimiento de secado en particular:

- Secado, o tiempo de residencia: es el tiempo que el material demora en la cámara de secado.
- Flujo específico de aire [m^3/Kg]: es el volumen de aire requerido para calentar el material y extraer la humedad fuera de la recámara.
- Temperatura de secado: varía para cada material.
- Punto de rocío del aire de proceso: el punto de rocío se define como la temperatura a la cual un gas (aire, en este caso) debe ser enfriado para producir condensación. Cuando se determina el nivel de cada parámetro, debe darse prioridad a dos aspectos: la naturaleza del producto y la viabilidad económica. Hay que considerar que incrementar o mejorar un parámetro irá en detrimento de los otros.

Los tipos de secadores pueden ser:

- **Secadores de aire caliente:**

Se usan para materiales bajamente higroscópicos. Además sirven para pre-calentar el material con el fin de incrementar el desempeño y la calidad de los procesos de producción.

El aire ambiental se succiona a través de un filtro, se calienta y se alimenta a través de la recámara de secado. El aire de salida puede reintroducirse al ciclo. Las recámaras de secado completamente aisladas mejoran el consumo energético y un difusor provee un óptimo nivel de difusión de calor a través del material.

- **Secadores de aire seco:**

Son apropiados para todos los plásticos. Los secadores por absorción trabajan en un circuito cerrado. Para ello corre aire caliente, que se ha deshumectado con anterioridad, por el granulado en la tolva de secado. En el siguiente paso se conduce el aire cargado ahora con humedad por el depósito con secante. En estos cartuchos de secante se acumula el agua y se descarga en un proceso separado de regeneración.

- **Secadores de aire comprimido:**

Para capacidades pequeñas, alrededor de 25 Kg/h, son una opción importante. No son costosos y pueden instalarse fácilmente, ya sea en forma directa sobre la garganta de alimentación o en un marco soporte. Todos los tipos de material pueden secarse de esta forma y el desempeño del secado continuo es altamente eficiente. Estos secadores toman aire comprimido de la línea de suministro de la planta, y lo expanden a presión atmosférica. Pero, y esto es importante, el aire comprimido es el suministro más costoso en cualquier planta.

- **Secadores de vacío:**

Es apropiado para el secado de materiales sensibles al calor con capacidad de cristalización. El gran beneficio de este tipo de secadores es que tienen un tiempo de ciclo muy corto. Sin embargo, requieren una inversión inicial alta, funcionan por lotes lo que es un inconveniente para la producción continua y los sellos de vacío son susceptibles a contaminación.

- **Secadores por infrarrojos:**

Esta tecnología relativamente nueva, sólo se diferencia del secado con aire en la naturaleza de la generación del calor. La superficie del material se calienta rápidamente, pero no es fácil mantener un control de temperatura a través de toda la masa del material. El uso de estos secadores no está probado para la industria del plástico.

- **Secadores de desecante:**

Estos secadores se adaptan a todos los materiales. Respecto al desempeño y al diseño se debe considerar:

- a) Los secadores de desecante usan aire en un ciclo cerrado dirigido hacia el deshumidificador y a través del material en la recámara de secado.

- b) Primero el aire es deshumidificado haciéndolo pasar a través del agente desecante constituido por un tamiz molecular de silicato de aluminio alcalino. Aunque es relativamente costoso, es efectivo en la absorción de agua del aire con baja humedad y tiene vida de servicio larga.

El aire posteriormente se calienta a la temperatura de secado específica de cada material y se hace pasar a través del material para remover las moléculas de agua. A continuación se hace pasar nuevamente por el tamiz molecular en un ciclo continuo.

Un bajo punto de rocío, usualmente en $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, es suficiente para secar la mayoría de materiales higroscópicos al nivel de humedad residual necesario. Esto proporcionará un secado más rápido, un contenido absoluto de agua menor en el aire y una humedad residual inferior en el material. Sin embargo, si el punto de rocío es extremadamente bajo, se desperdicia una gran cantidad de energía.

Tabla 4.6. Comparación de sistemas de secado

SISTEMA	COSUMO DE ENERGÍA POR 1Kg [Wh/Kg]	PUNTO DE ROCIO [$^{\circ}\text{C}$]	TIEMPO DE SECADO APROX. [h]
Secadores de aire caliente	58	Ambiente	4
Secadores de aire seco	47	Ambiente	4
Secadores de aire comprimido	261	-20	3
Secadores de vacío	61	-40	0,66
Secadores de infrarrojos	-	Ambiente	3
Secadores de disecante	64	-40	2,5

Analizadas las ventajas e inconvenientes de los distintos tipos de secado y atendiendo a las necesidades del proceso, se utilizarán dos secadores de aire seco. Uno de los principales motivos de su elección es la garantía de un correcto funcionamiento con cualquier plástico y su menor consumo de energía por kilogramo procesado. Recordar que el rendimiento de la estación de lavado es del 70 % por lo la cantidad de material que llega a la estación de secado son 1.480,08 Kg/h.

El equipo que utilizaremos para el proceso de deshumectación/secado será el secador de aire seco CKT1700 del proveedor alemán KOCH-TECHNIK.

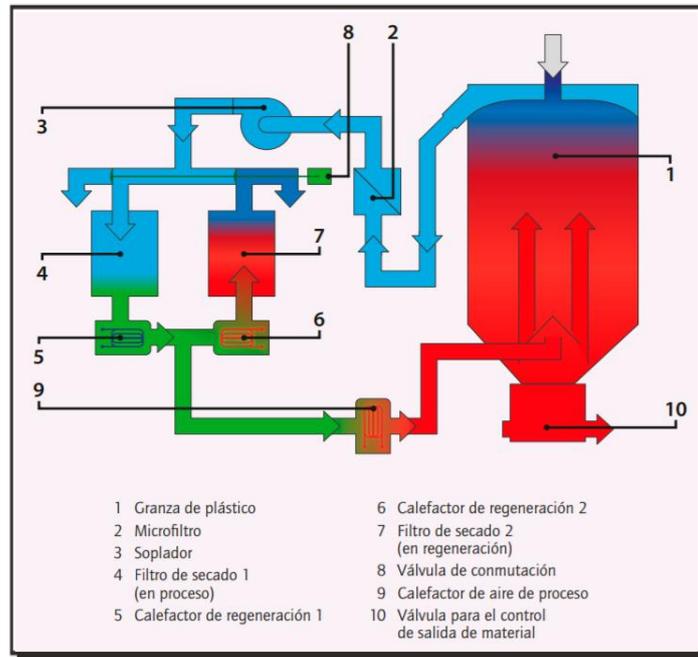


Figura 4.4. Representación esquemática máquina de secado

Tabla 4.7. Especificaciones técnicas deshumidificador/secador

ESPECIFICACIONES SECADOR CKT1700	
Capacidad	960 Kg/h
Cantidad aire seco	1.700 m ³ /h
Temperatura de secado	80-120 °C
Potencia instalada	76,7 kW
Dimensiones [HxWxP]	3.189x3.090x1.780 mm
Peso	2,1 toneladas

La temperatura y tiempo de secado dependerá del polímero: para el PET (110-180 °C durante 3-4 h), para el PP (90 °C durante 1 h) y para el ABS (80 °C durante 2-3 h).

3. MÁQUINA DE EXTRUSIÓN

La extrusora se utilizará para la producción de filamento para impresoras 3D.

Para el caso más corriente de la extrusión de un polímero inicialmente sólido que funde en el proceso, la extrusora, puede realizar seis funciones principales:

- Transporte del material sólido hacia la zona de fusión.
- Fusión o plastificación del material.
- Transporte o bombeo y presurización del fundido.
- Mezclado.
- Desgasificado.
- Conformado.

Debe tenerse en cuenta que no todas las funciones anteriores tienen lugar necesariamente durante la operación de todas las extrusoras. De acuerdo con las misiones que debe cumplir, una extrusora debe disponer de un sistema de alimentación de material, un sistema de fusión-plastificación del mismo, el sistema de bombeo y presurizado y finalmente, el dispositivo para dar lugar al conformado de material fundido.

Las líneas para obtener filamentos, constan de una extrusora que alimenta a un distribuidor que obliga al material a pasar a través de una serie de boquillas con finos agujeros. Conforme los hilos de material fundido salen por la boquilla quedan pendiendo hacia abajo, pasan por una piscina de refrigeración y son recogidas por rodillos. En ocasiones es necesaria una etapa de orientación/templado del material, que mejorará las propiedades mecánicas del mismo. Finalmente los hilos son enfriados a temperatura ambiente en el camino que recorren hasta llegar a las bobinas donde será enrollado.

Para proporcionar el color adecuado al filamento, la extrusora contará con un dosificador que se encargará de dosificar la dosis exacta de material colorante y aditivos. Por ejemplo, si se introducen 100 Kg en el silo, estableciendo un 5 % de aditivos, añadirá 5 Kg al proceso.

Una breve descripción de la etapa de templado sería:

- **Orientación/templado:** Proceso por el cual se alinean las moléculas. Se obtienen mejores propiedades estirando los materiales por encima de la temperatura de transición vítrea (Tg). Este proceso puede realizarse en una dirección o en dos direcciones. La orientación de las moléculas en los polímeros termoplásticos es esencialmente un proceso de estiramiento que tiende a alinear las moléculas en la dirección de la fuerza de estiramiento. Una vez que las moléculas son alineadas, se congela este ordenamiento dando lugar a un estado tensionado. La orientación se efectúa con el fin de mejorar ciertas propiedades físicas de los plásticos. Las mejoras son: su utilización en espesores más finos, mejor resistencia a la tracción, al impacto, transparencia, rigidez. Asimismo, se mejora la barrera a gases y vapor de agua.

Tabla 4.8. Especificaciones técnicas extrusora

ESPECIFICACIONES EXTRUSORA	
Capacidad max	400 Kg/h
Potencia instalada	100 kW
Dimensiones [HxWxP]	2.500x3.000x17.000 mm
Peso	14 toneladas

4. MÁQUINA DE PELETIZADO

El sistema de peletización submarina consiste en una válvula de desviación de polímero, una unidad de peletización, un sistema de tratamiento y secado de agua y un sistema de control.

1. Cuando se inicia, el flujo de fundido se dirige hacia abajo por la válvula de desviación del polímero. Una vez que se proporciona un flujo de fundido constante, la corriente se redirige y la placa matriz se enjuaga.

2. Tan pronto como la masa fundida emerge de forma continua de cada orificio, la corriente vuelve a dirigirse hacia abajo. La placa matriz se limpia y la carcasa del peletizador se fija al cabezal de peletización por medio del bloqueo hidráulico.
3. Posteriormente, la masa fundida se dirige al cabezal de peletización con la placa matriz instalada, y los filamentos de fusión emergentes se peletizan bajo el agua. Los pellets se envían al sistema de tratamiento de agua y secado. El separador elimina cualquier posible grumo o pellet irregular.
4. En la unidad de deshidratación previa, los pellets se separan del agua de proceso y se transportan al secador centrífugo. Las fuerzas centrífugas en la secadora y la disposición especial de las paletas impulsan los pellets hacia arriba y simultáneamente separan el agua residual a través de filtros.
5. Los pellets salen del sistema por la parte superior y pasan al siguiente paso.
6. El agua de proceso se recoge en un tanque, se filtra y se recircula al proceso. Un circuito de enfriamiento con intercambiador de calor de placa está integrado para controlar la temperatura del agua de proceso.

Al igual que en la extrusora, contará con un dosificador para dar el color adecuado al producto.

Para la unidad de peletizado contaremos con el proveedor austriaco ECON con el modelo EUP 1.500.



Figura 4.6. Máquina peletizadora

Tabla 4.9. Especificaciones técnicas peletizadora

ESPECIFICACIONES PELETIZADORA EUP 1500	
Capacidad max	2.500 Kg/h
Tamaño de pellet	2,5x2,5 – 3,5x3,5 mm
Potencia instalada	9,3 kW
Dimensiones [HxWxP]	2.900x4.590x1.460 mm
Peso	2,8 toneladas

4.1.2. Determinación de equipos/servicios auxiliares

Para armonizar todo el proceso productivo será necesario contar con diferentes equipos además de las máquinas anteriormente mencionadas. Estos equipos serán:

1. GRÚA PÓRTICO LIGERA

Se utilizará para el movimiento de cargas pesadas, que no se pueda realizar con la carretilla elevadora, y para el transporte de sacas de material. Deberá tener una capacidad de carga de 3 toneladas, una luz de 4 metros y altura de 5 metros. Para ello contaremos con el proveedor ABUS y utilizaremos el puente Grúa pórtico ligera LPK.

2. CINTAS TRANSPORTADORAS

Se utilizará una para el proceso de triturado con el fin de abastecer la trituradora de material y otra en la estación de lavado para conectar la máquina centrífuga con la tina de lavado. La utilizada para el proceso de triturado, contará con un detector de metales para eliminar posibles restos metálicos que puedan dañar las cuchillas de corte.

También se utilizaran cintas transportadoras para conectar la extrusora y embolsadora con la unidad de paletizado.

3. VEHÍCULOS DE TRANSPORTE

Para la logística interna de la fábrica se necesitarán dos carretillas elevadoras y dos traspaleatas para el transporte de jaulas, producto terminado, útiles de cierto peso, palets, etc.

Para la logística externa se contará con dos camines y dos furgonetas.

4. TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN/TRANSPORTE

Se utilizará un sistema de tuberías para conectar la trituradora con los silos de almacenaje; la estación de lavado con la de secado; la de secado con la extrusora y la peletizadora; por último, la peletizadora con la embolsadora.

De esta forma, nos evitamos instalar cintas transportadoras en exceso y se centraliza el proceso de abastecimiento de material a la maquinaria.

5. OTROS

- Será necesario contar con herramientas y útiles de trabajo para realizar operaciones de mantenimiento y limpieza. Para la logística interna contaremos, además de los vehículos de transporte, con sacas de 1.000 Kg de capacidad aproximada, palets, etc.

- Por otro lado, se necesitarán tres silos para el almacenaje de producto triturado para contar con un pulmón con el fin de abastecer el proceso en caso que se produzca alguna avería en la maquinaria o por operaciones de mantenimiento, y otro para el almacenaje de producto terminado granzeado. Ambos de unos 5.500 Kg de capacidad aproximada, con 1,4 metros de diámetro y 2,5 metros de altura sobre una estructura metálica de 1,5 metros de alto.
- Se necesitará también una embolsadora para los sacos de granza. Se utilizará la maquinaria del grupo Irta, modelo IRTA EN STD.
- También se utilizará una unidad de paletizado de marca española para paletizar los sacos de producto terminado en palets. En los momentos en que no se esté utilizando para paletizar sacos de granza, se podrá utilizar para paletizar las cajas de las bobinas de filamento. El esquema de representación se muestra en la figura 4.8.
- Por último la máquina de retractilar para los palets de producto terminado y una prensa hidráulica que utilizaremos para prensar posibles mermas generadas, plástico que se pueda reintroducir en el proceso, cartón generado, etc.



Figura 4.7. Embolsadora

Tabla 4.10. Especificaciones técnicas embolsadora

ESPECIFICACIONES EMBOLSADORA IRTA EN STD	
Rendimiento max	14 sacos/min – 21 Tn/h
Ancho de bobina max	750 mm
Diámetro de bobina max	600 mm
Potencia instalada	5,2 kW
Dimensiones [HxWxP]	1.900x1.800x2.250 mm
Peso	1,1 toneladas

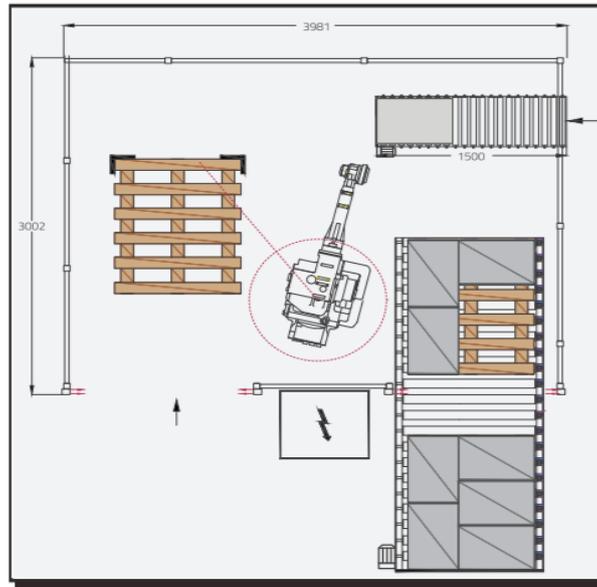


Figura 4.8. Esquema unidad de paletizado

Tabla 4.11. Especificaciones técnicas paletizadora

ESPECIFICACIONES PALETIZADORA BASIC	
Capacidad de producción	15 sacos/min – 22,5 Tn/h
Peso max	80 Kg
Altura max	1.800-2.200 mm
Potencia instalada	9,3 kW
Aire comprimido	5,5 l/h

Con el paletizado automatizado se consigue un ahorro de mano de obra directa. Por un parte una sola persona es capaz de supervisar la instalación y por otra parte, al conseguir la misma producción en menos tiempo, se optimizan los recursos en otras tareas sin ampliar contrataciones.

Tabla 4.12. Especificaciones técnicas retractiladora

ESPECIFICACIONES RETRACTILADORA ECOPLAT BASE	
Velocidad carro	1,4-4 m/min
Velocidad de rotación	4-10 rpm
Capacidad plato	1.800 Kg
Diámetro plato / altura mástil	1.500 mm / 2.200 mm
Potencia instalada	0,55 kW

Tabla 4.13. Especificaciones técnicas prensa hidráulica vertical

ESPECIFICACIONES PRENSA AUTOPRESSEN K 65	
Fuerza compresión	5 Tn
Duración del ciclo	20 seg
Dimensiones [HxWxP]	1.880x1.100x920 mm
Potencia instalada	1,5 kW
Peso	345 Kg

4.2. Organigrama y recursos humanos

Los recursos humanos de una empresa (RRHH), es una función y/o departamento del área de 'Gestión y administración de empresas' que organiza y maximiza el desempeño del capital humano en una empresa u organización con el fin de aumentar su productividad.

La administración de recursos humanos es sumamente importante en una empresa u organización porque administra el recurso humano que es el menos predecible y dinámico.

Una buena gestión de los recursos humanos genera, como un proceso en cadena, los siguientes beneficios y ventajas:

- Mejora y aprovecha las capacidades y habilidades de los trabajadores.
- Aumenta el rendimiento, la calidad y la producción tanto del trabajador como de la empresa.
- La buena relación interpersonal entre los trabajadores crea motivación y buen clima.
- La renovación de los puestos de trabajo o la creación de nuevos puestos de trabajos son implementados de forma armoniosa para todos.
- Los puestos de trabajos son ocupados por personas competentes para ése puesto de trabajo y compatible con el equipo de trabajo.

Este tipo de recursos son los que dan una identidad a la organización, ya que son los que forman la cultura de la empresa a través de factores como el tipo de comunicación y la motivación existentes.

A continuación se representa, en la figura 4.8, un posible organigrama de la organización y las funciones que desempeñará cada departamento, junto con la tabla 4.14 que muestra las necesidades de personal para cada uno de ellos.

Hay que tener en cuenta que las necesidades de personal en planta se deberán estudiar mediante un análisis de métodos y tiempos para conocer la saturación de cada puesto de trabajo y conocer así las necesidades reales de trabajadores por estación, una vez realizada la puesta en marcha.

DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET),
POLIPROPILENO (PP) Y ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO (ABS)

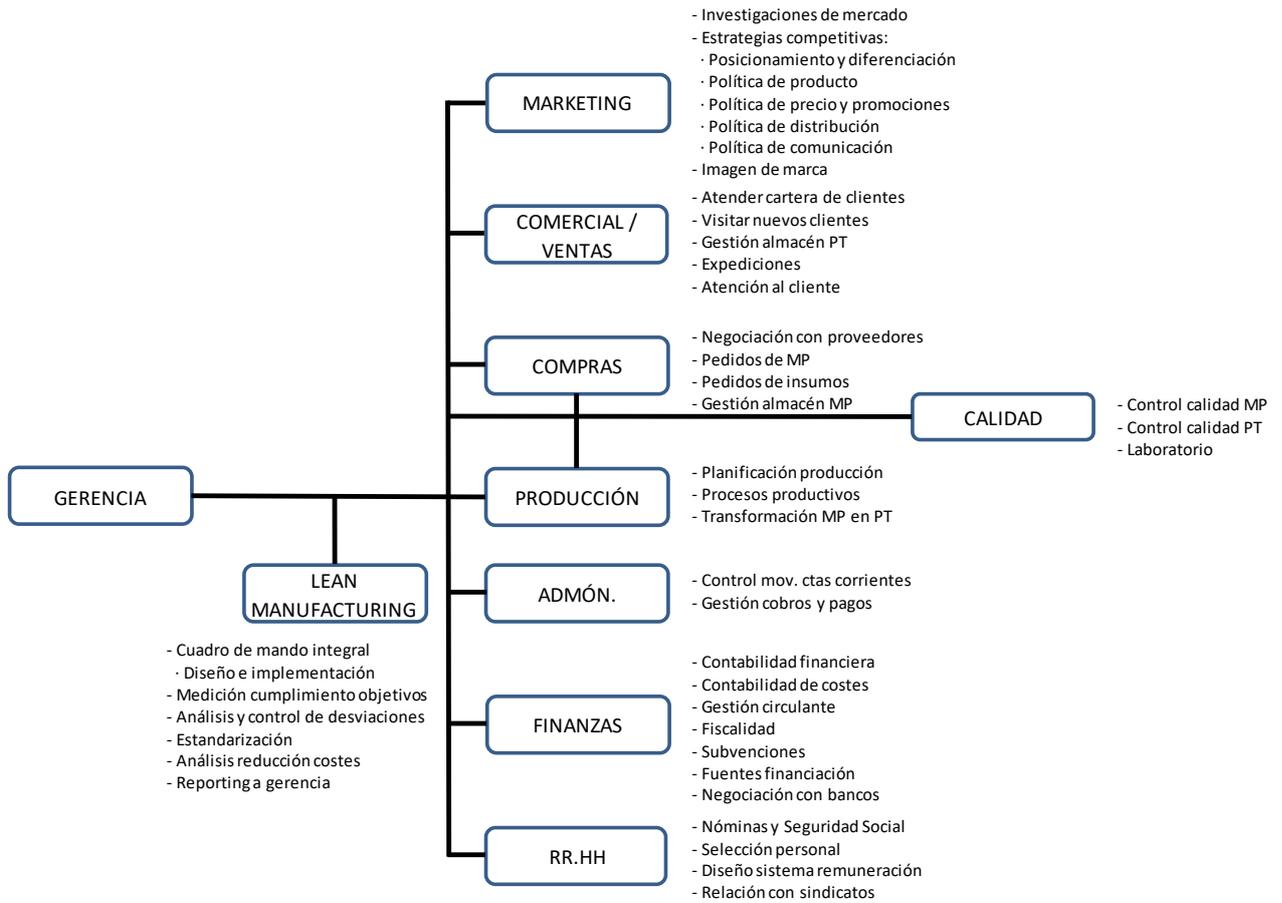


Figura 4.8. Organigrama de la empresa. Elaboración propia

Tabla 4.14. Necesidades de personal

DEPARTAMENTO	TURNO 1 [8h]	TURNO 2 [8h]	TURNO 3 [8h]
Gerencia	1	0	0
Lean manufacturing / Producción / Calidad	1	0	0
Marketing / Comercial / Ventas / Compras	2	0	0
RR.HH / Administración / Finanzas	1	0	0
Mantenimiento	1	1	1
Supervisor de planta	1	1	0
Operario de almacén y logística interna	1	1	1
Líder de línea	5	5	5
Ayudante	3	3	3
Vigilancia nocturna	0	0	1
TOTAL	16	11	11

4.3. Criterios de seguridad y salud ocupacional

La normativa que regula la seguridad en el trabajo es el Real Decreto 486/1.997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Basándonos en este Real Decreto, se desarrollan los siguientes puntos.

4.3.1. Normas

Normas de seguridad para el personal de producción, almacenes, mantenimiento, calidad y packaging (servicio de prevención propio).

OPERACIONES Y ÁREAS QUE REQUIEREN LA UTILIZACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Es obligatorio el uso de calzado de seguridad en todas las instalaciones de la empresa, excepto en las oficinas.
- Es obligatorio el uso de chaleco reflectante o ropa de alta visibilidad en los almacenes, muelles y calles colindantes.
- Es obligatorio el uso de guantes anti-corte cuando manipule herramientas de corte o cualquier otro elemento de trabajo con aristas cortantes o punzantes, excepto cuando se realicen operaciones con riesgo de atrapamiento. Mantenga protegido el filo de las herramientas de corte mientras no las use.
- Es obligatorio el uso de protectores auditivos en las áreas o puestos de trabajo en los que esté señalado.
- Es obligatorio el uso de guantes resistentes al calor en todos los trabajos u operaciones en las que exista riesgo de contacto con superficies o elementos de alta temperatura, como por ejemplo: desatascado y limpieza de boquillas, cambios de filtros, manipulación de elementos calientes de la maquinaria, etc. En caso de riesgo de contacto del brazo con superficies calientes, solicite y utilice manguitos resistentes al calor.
- Es obligatorio el uso de pantalla de protección facial durante la realización de tareas u operaciones, o al estar situado junto a la persona que lo realiza, en las que exista riesgo de proyección de plástico u otras partículas a alta temperatura, como por ejemplo: durante el desatascado y limpieza de boquillas, durante la apertura de los resguardos de los desgasificadores de las extrusoras, etc. También es obligatorio su uso durante las operaciones en los que intervienen productos corrosivos (limpieza del circuito de refrigeración).
- Es obligatorio el uso de gafas de protección durante las operaciones con riesgo de proyección de fragmentos o partículas.
- Es obligatorio el uso de gafas de protección cerradas durante la realización de operaciones en las que exista riesgo de proyección de productos químicos (operaciones de limpieza con disolventes, etc.), o de proyección de grandes cantidades de partículas (limpieza con aire comprimido, etc.), tareas que generen gran cantidad de polvo (limpieza de filtros, etc.)

- Es obligatorio el uso de mascarillas autofiltrantes durante la realización de operaciones en las que se genere polvo y en aquellas áreas en las que esté señalado.

UTILIZACIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO

- Está prohibido anular los dispositivos de seguridad (resguardos, micros de seguridad, etc.). Si detecta anomalías en los mismos, comuníquelo a su encargado o jefe de equipo.
- Está prohibido realizar cualquier trabajo, tarea u operación (mantenimientos, desatascados, verificaciones, etc.) en equipos de trabajo en funcionamiento (accionados manual o automáticamente), que impliquen permanecer y/o introducir cualquier parte del cuerpo en las áreas de acción de los equipos de trabajo, tales como: zona de cuchillas de los trituradores, aberturas presentes en periféricos para la entrada o salida de material/producto, etc.
- Está prohibido accionar manual o automáticamente los equipos de trabajo mientras haya personal en el área de acción de los mismos.
- Los trabajos de mantenimiento, reparación y limpieza deberán realizarse obligatoriamente con los equipos de trabajo parados, asegurando la ausencia de energías residuales.
- Está prohibido llevar pendientes, pulseras, cadenas, colgantes, anillos, etc. Para evitar atrapamientos en equipos de trabajo.
- Es obligatorio llevar recogido el pelo largo con el fin de evitar atrapamientos en los equipos de trabajo.
- Está prohibido realizar tareas u operaciones para las que no haya sido autorizado y formado por la empresa, como por ejemplo: conducción de carretillas elevadoras, desatascado de boquillas, manipulación de puente grúa, manipulación de cuadros eléctricos, operaciones de mantenimiento, etc.
- El personal que se encuentre bajo tratamiento médico o que consuma fármacos cuyos efectos desaconsejen la utilización de maquinaria o vehículos, deberán comunicar obligatoriamente esta situación al servicio de vigilancia de la salud.

ACCESO A ZONAS ELEVADAS Y MANUTENCIÓN DE CARGAS

- Está prohibido elevar o trasladar a personas con carretillas elevadoras, ya sea sobre las palas o sobre palets y jaulas situadas sobre las mismas. Si necesita acceder a zonas elevadas utilice escaleras o las plataformas elevadoras. Siempre que previamente haya sido formado y autorizado para su manejo.
- Está prohibido subirse sobre cajas, palets, etc. Para acceder a zonas elevadas utilice las escaleras y plataformas. Si no encuentra ninguna, solicítela a su encargado o jefe de equipo. Está prohibido permanecer en cualquier punto situado sobre los equipos de trabajo excepto en las zonas habilitadas para ello.
- Está prohibida la presencia de personal junto a equipos de trabajo (carretillas elevadoras, etc.) que estén realizando operaciones de manutención en rampas, muelles, remolques, estanterías, altillos y contenedores de carga. Así como situarse junto a vehículos que estén maniobrando.

ORDEN Y LIMPIEZA

- Mantenga su puesto de trabajo limpio y ordenado. Elimine periódicamente los derrames de granza o aceite, etc. que se produzcan en su área de trabajo.
- Sitúe el cableado y las mangueras de aire comprimido de forma que no crucen por las zonas de paso o puestos de trabajo, especialmente por escaleras y zonas de acceso a escaleras.
- Coloque y apile las cargas de forma estable. Deposite los palets en posición horizontal.
- No deje botes de aerosol cerca de fuentes de calor, ni en el interior o sobre las máquinas, excepto si hay una zona especialmente diseñada para ello.

UTILIZACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS TÓXICOS Y NOCIVOS

- Consulte la etiqueta de los productos químicos antes de utilizarlos, y si tiene dudas solicite información (ficha de datos de seguridad, etc.) a su encargado o jefe de equipo. utilice guantes adecuados (guantes de goma) para manipulación de productos corrosivos, irritantes, nocivos o tóxicos por contacto cutáneo, y gafas de protección cerradas. No son adecuados los guantes anticorte, resistentes al calor y los de uso sanitario (látex desechables). En caso de duda, consulte al responsable del área a necesidad de utilizar otros equipos de protección individual. No coma con las manos sucias.
- Mantener la etiqueta de los envases de los productos químicos. En caso de realizar trasvases, estos se efectuarán siempre en envases identificados con toda la información que aparece en la etiqueta del envase original. Está prohibido realizar trasvases en envases de origen alimentario.

ACCIDENTES Y ATENCIÓN SANITARIA

- Es obligatorio informar al responsable del área o sección de cualquier daño o lesión sufrida a consecuencia de su trabajo antes de la finalización de la jornada laboral. En caso de no poder localizar al responsable del área o sección, informar a recepción/vigilantes.
- Los trabajadores que soliciten asistencia médica en cualquiera de los centros sanitarios pertenecientes a la mutua de accidentes de trabajo Umivale, deberán entregar obligatoriamente al personal sanitario el parte de asistencia sanitaria que el responsable de su área o sección le facilitará previa solicitud.

OTRAS NORMAS

- Está prohibido consumir alcohol y drogas en el centro de trabajo, así como acceder al centro de trabajo estando bajo los efectos del alcohol y las drogas.
- Está prohibido aplicar aire comprimido sobre personas, llevar auriculares y fumar en las instalaciones de la empresa.
- Al levantar cualquier tipo de carga, flexione las rodillas, mantenga la espalda recta con el peso lo más pegado al cuerpo posible y evite las torsiones del tronco.

El personal externo que visite las áreas de producción, almacenes, talleres, etc. debe estar permanentemente acompañado por personal de la empresa. El acompañante será responsable de hacer cumplir al personal visitante las normas indicadas en el presente documento.

4.3.2. Iluminación

En España, los niveles mínimos de iluminación en los lugares de trabajo se definen en el Real Decreto 486/1.997. Estos niveles se miden con un luxómetro y se expresan en lux; esta unidad representa la iluminación producida por un lumen (cantidad de luz que emite una fuente luminosa) en un metro cuadrado de superficie. Para zonas donde se ejecuten tareas de bajas exigencias visuales los mínimos establecidos son 100 lux (manipulación de mercancías, salas de máquinas, etc.); para exigencias visuales moderadas, 200 lux (almacenes de muebles, industrias diversas, etc.); para altas, 500 lux (trabajos con ordenador, etc.); y para muy altas, 1.000 lux (trabajos de precisión, joyería, etc.). Igualmente, para los locales de uso habitual la referencia es de 100 lux (vestuarios, salas de descanso, etc.), mientras que en las vías de circulación es de 50 lux.

A pesar de que se recomienda contar con luz natural en las oficinas, la ley no impone un mínimo. Pero la luz natural no garantiza durante todo el día una iluminación uniforme, y por lo tanto se recomienda en la oficina instalaciones que combinan la iluminación directa e indirecta. Para conseguir esta doble exposición, a la luz directa e indirecta, se necesitan distintas lámparas. Por ejemplo, la luz directa del techo (tubos de neón o iluminación con LED integrada en el techo) se puede completar con una iluminación indirecta (lámparas de escritorio, apliques, etc.).

Para el dimensionado de la iluminación del edificio (planta, despachos, baños, etc.) se ha utilizado el programa Dialux y se han obtenido los siguientes resultados:

1. Despachos y zonas comunes

Requerimientos: Despachos iluminancia de 500 lx/m²; aseos, pasillos, zonas de circulación y áreas de descanso 100 lx/m².

- Las luminarias elegidas para los despachos y pasillo proporcionan 5.000 lúmenes y tienen una potencia de 42,50 W. Modelo: SP534P LED50S/840 PSD PI5 SM2 L1410 ALU de Philips.
- Las luminarias para los aseos proporcionan 1.200 lúmenes y tienen una potencia de 10,60 W. Modelo: DN572B LED12S/830 PSE-E C WH de Philips.
- Las luminarias para la escalera y zonas de descanso, proporcionan 2.400 lúmenes y tienen una potencia de 21 W. Modelo: DN572B LED24S/830 PSE-E C WH de Philips.
- Las luminarias para el taller, proporcionan 3.600 lúmenes y tienen una potencia de 33,50 W. Modelo: RC400B LED36S/840 PSD W30L120 VPC PIP de Philips.

DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET),
POLIPROPILENO (PP) Y ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO (ABS)

1. Planta de producción

Requerimientos: Iluminancia de 200 lx/m².

Cálculo de necesidades lumínicas

28/08/2018

DIALux

Terreno 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Planta de Producción / Plano de situación de luminarias

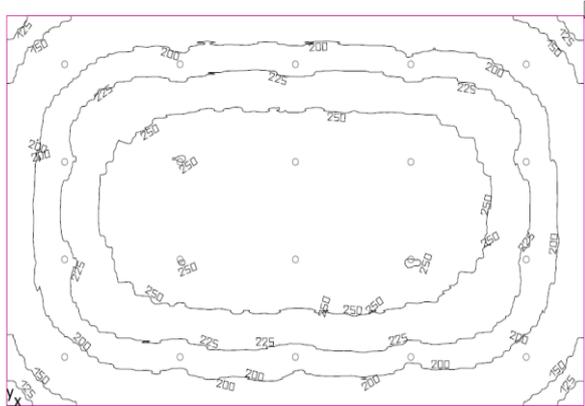
Planta de Producción



ELBA IEHM-06-400W

Nº	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]	Factor de degradación
1	4.500	3.375	9.600	0.80
2	13.500	3.375	9.600	0.80
3	22.500	3.375	9.600	0.80
4	31.500	3.375	9.600	0.80
5	40.500	3.375	9.600	0.80
6	4.500	10.125	9.600	0.80
7	13.500	10.125	9.600	0.80
8	22.500	10.125	9.600	0.80
9	31.500	10.125	9.600	0.80
10	40.500	10.125	9.600	0.80
11	4.500	16.875	9.600	0.80
12	13.500	16.875	9.600	0.80
13	22.500	16.875	9.600	0.80
14	31.500	16.875	9.600	0.80
15	40.500	16.875	9.600	0.80
16	4.500	23.625	9.600	0.80
17	13.500	23.625	9.600	0.80
18	22.500	23.625	9.600	0.80
19	31.500	23.625	9.600	0.80
20	40.500	23.625	9.600	0.80

Planta de Producción



Altura interior del local: 10.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Min./medio	Min./máx.
1 Plano útil 1	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	221 (≥ 200)	108	270	0.49	0.40

#	Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
20	ELBA - IEHM-06-400W	18583	429.0	43.3
Suma total de luminarias		371660	8580.0	43.3

Potencia específica de conexión: $7.06 \text{ W/m}^2 = 3.19 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 1215.00 m²)

Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

Consumo: 19300 kWh/a de un máximo de 42550 kWh/a

Tabla 4.15. Necesidades lumínicas

LOCAL	SUPERFICIE [m ²]	ILUMINANCIA REQUERIDA [lx]	NÚMERO LUMINARIAS
Gerencia	25,38	12.690	2,54 → 3
Sala reuniones	20,42	10.210	2,04 → 2
Despacho 1	18,50	9.250	1,85 → 2
Despacho 2	14,80	7.400	1,48 → 2
Despacho 3	14,80	7.400	1,48 → 2
Aseos	7,94	3.970	3,30 → 4
Pasillo	21,20	10.600	2,12 → 3
Escalera	14,96	7.480	3,11 → 4
Comedor	17,93	8.965	3,73 → 4
Aseos y vestuario	10,08	5.040	4,20 → 5
Despacho 4	9,02	4.510	0,90 → 1
Taller	20,76	10.380	2,88 → 3

Potencia total instalada en luminarias: 8.959,90 W.

4.3.3. Ventilación

Para el cálculo de la ventilación necesaria en naves industriales se debe distinguir entre las zonas destinadas a procesos productivos y las zonas de oficinas y aseos.

Las primeras se regulan por el Real Decreto 486/1.997, de 14 de abril; y las segundas están reguladas por el RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, Real Decreto 1.027/2.007, de 20 de julio).

Zona de producción

En el Anexo III del Real Decreto 486/1.997, se establece que la renovación mínima del aire de los locales de trabajo, será de 30 metros cúbicos de aire limpio por hora y trabajador, en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y de 50 metros cúbicos, en los casos restantes, a fin de evitar el ambiente viciado y los olores desagradables.

Aplicando estos criterios a nuestro caso, tenemos:

- **Renovaciones por persona:**

Dado que en la nave del presente trabajo, la ocupación máxima se da en el turno de mañana con 11 trabajadores, las renovaciones mínimas deberán ser 550 m³/h.

Este caudal de renovación es insuficiente dado que el tamaño de la nave es aproximadamente 14.015,6 m³ y con 550 m³/h de renovación, solo se renovaría un 3,56 % del aire a la hora, lo cual resulta insuficiente según las recomendaciones que se indican para la industria.

- **Renovaciones por volumen de nave:**

Tomando como premisa la recomendación de los expertos, las renovaciones de aire deben estar entre 4 y 10 por hora en función de la emisión de contaminantes que se producen en el proceso. Si tomamos 4 renovaciones por hora, se dan 56.062,4 m³ a renovar.

Con estas necesidades utilizaremos 6 equipos extractores murales de 10.500 m³/h cada uno. La entrada de aire se realizara a través de rejillas conectadas al exterior.

Zona de oficinas

Para las oficinas y aseos se aplicarán las condiciones establecidas en el RITE.

- IT.1.1.4.2.1. apartado 2, el aire exterior para ventilación de oficinas según la tabla A.2.13, con exigencia IDA 2 es de 45 metros cúbicos por hora y persona.

a) Zona de oficinas (altillo):

$$5 \text{ personas} \cdot 45 \frac{\text{m}^3}{\text{h} \cdot \text{persona}} = 225 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Por lo tanto, en la zona de oficinas se tomará el valor de 225 m³/h teniendo en cuenta que el aire exterior es de buena calidad.

b) Zona de oficinas (planta):

$$11 \text{ personas} \cdot 45 \frac{\text{m}^3}{\text{h} \cdot \text{persona}} = 495 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Por lo tanto, en la zona de oficinas se tomará el valor de 495 m³/h teniendo en cuenta que el aire exterior es de buena calidad.

- IT 1.1.4.2.2. Categorías de calidad del aire interior en función del uso de los edificios.
 - IDA 2 (aire de buena calidad): oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.
En nuestro caso, uso de oficinas, la calidad del aire requerida es IDA 2.
- IT 1.1.4.2.3. Locales no destinados a ocupación humana permanente (aseos)
 - Según el procedimiento simplificado "Método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie", en la tabla A.2.14, obtenemos para IDA 2: 0,83 dm³/sm².

a) Aseos zona oficinas (altillo):

$$7,92 \text{ m}^2 \cdot 0,83 \frac{\text{dm}^3}{\text{s} \cdot \text{m}^2} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ dm}^3} \cdot \frac{3.600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 23,66 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

b) Aseos zona planta:

$$10,06 \text{ m}^2 \cdot 0,83 \frac{\text{dm}^3}{\text{s} \cdot \text{m}^2} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ dm}^3} \cdot \frac{3.600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 30,06 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

- Conclusión:

a) Altillo: oficinas + aseos → 248,66 m³/h

Utilizaremos un extractor mural de 300 m³/h conectado mediante una red de tuberías de PVC con rejillas individuales de extracción en cada estancia.

La entrada de aire se realizara a través de rejillas en cada estancia conectadas al exterior.

b) Planta: oficinas + aseos → 525,06 m³/h

Utilizaremos un extractor mural de 600 m³/h conectado mediante una red de tuberías de PVC con rejillas individuales de extracción en cada estancia.

La entrada de aire se realizara a través de rejillas en cada estancia conectadas al exterior.

4.3.4. Seguridad contra incendios

1. Aplicación de la normativa.

Es de cumplimiento el Real Decreto 2.267/2.004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

2. Artículo 3 - compatibilidad reglamentaria.

Cuando en un mismo edificio coexistan con la actividad industrial otros usos con distinta titularidad, para los que sea de aplicación el CTE-DB SI, los requisitos que deben satisfacer los espacios de uso no industrial serán los exigidos por dicha normativa.

- Zona administrativa: superficie construida superior a 250 m².
Como solo afecta a zona administrativa y la superficie que tenemos construida es 152,74 m² construidos, no es de aplicación el CTE-DB SI.

3. Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios.

El establecimiento industrial objeto de este proyecto es un edificio aislado sin tener medianeras ni contacto con ningún otro. La separación a la valla que linda la parcela es de 4 metros de espacio libre, por tanto, mayor que 3 metros que se indica en la norma, por lo que resulta ser un establecimiento TIPO C.

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.

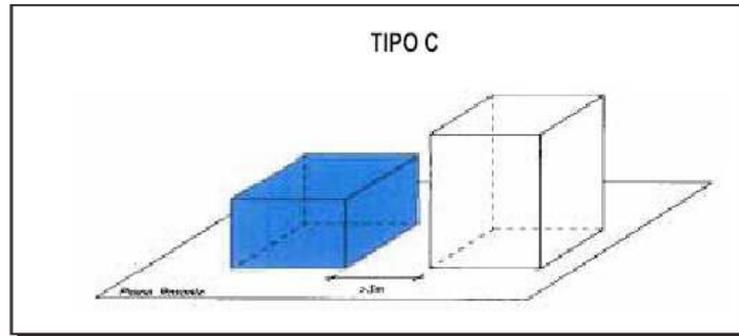


Figura 4.9. Caracterización de los establecimientos industriales. Fuente: RD 2.267/2.004

4. Caracterización del edificio industrial por su riesgo intrínseco.

Para los tipos A, B y C se considera "sector de incendio" el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.

El nivel de riesgo intrínseco de cada sector o área de incendio se evaluará calculando la siguiente expresión, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de dicho sector o área de incendio:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i G_i \cdot q_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a \left[\frac{MJ}{m^2} \right] \text{ o } \left[\frac{Mcal}{m^2} \right]$$

Donde:

- Q_s → densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m² o Mcal/m².
- G_i → masa, en kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector o área de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles).
- q_i → poder calorífico, en MJ/kg o Mcal/kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.
- 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 (R_a) el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 % 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.

Determinación de los valores requeridos:

- C_i se obtiene de la Tabla A.2.1. Grado de peligrosidad de los combustibles.
El material que se procesa en el edificio es el plástico con un grado de ignición superior a 350 °C. Como material auxiliar se utiliza el cartón con un grado de ignición de 233 °C.
Por tanto, el grado de peligrosidad es bajo y $C_i = 1,00$.

- R_a se obtiene de la Tabla A.2.2.
Por asimilación, tomamos para el plástico $\rightarrow R_a = 2$.
Para el cartón $\rightarrow R_a = 1$.

- q_i se obtiene de la Tabla A.2.4. Poder calorífico de diversas sustancias.
Se obtiene para los tres productos almacenados (PET, PP y ABS) y el cartón:
 - ABS $\rightarrow 34,75$ MJ/Kg.
 - PP $\rightarrow 31,20$ MJ/Kg.
 - PET $\rightarrow 23,00$ MJ/Kg.
 - Cartón $\rightarrow 16,70$ MJ/Kg.

- G_i : masa en Kg de cada uno de los combustibles almacenados:
 - ABS $\rightarrow 41.847,96$ Kg.
 - PP $\rightarrow 253.847,44$ Kg.
 - PET $\rightarrow 45.847,34$ Kg.
 - Cartón $\rightarrow 300$ Kg.

- A : superficie construida $\rightarrow 1.486,8$ m².

CÁLCULO

$$Q_s = \frac{\sum_1^i G_i \cdot q_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a =$$
$$= \frac{1}{1.486,8} [(34,75 \cdot 41.847,96 + 31,20 \cdot 253.847,44 + 23 \cdot 45.847,34) \cdot 2 + (16,70 \cdot 300) \cdot 1]$$

$$Q_s = 14.028,45 \frac{MJ}{m^2}$$

Por tanto, según la Tabla A.2.3. Densidad de carga de fuego ponderada y corregida, el nivel de riesgo intrínseco es Alto $\rightarrow 8$.

5. Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco.

Los huecos de la fachada deberán cumplir las condiciones siguientes:

- a) Facilitar el acceso a cada una de las plantas del edificio, de forma que la altura del alfeizar respecto del nivel de la planta a la que accede no sea mayor que 1,20 m.
Se cumple ya que la altura de la alfeizar de las ventanas es de $1\text{ m} < 1,20\text{ m}$.
- b) Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser al menos 0,80 m y 1,20 m, respectivamente. La distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos no debe exceder de 25 m, medida sobre la fachada.
Se cumple ya que las dimensiones mínimas de las ventanas es de 1,50x1,50 m y la separación entre dos huecos consecutivos es menor que 25 m.
- c) No se deben instalar en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos, a excepción de los elementos de seguridad situados en los huecos de las plantas cuya altura de evacuación no exceda de 9 m.
Se cumple ya que no se instalan elementos que impidan la accesibilidad al edificio.
- d) Condiciones de aproximación de edificios.
Los viales de aproximación hasta las fachadas accesibles de los establecimientos industriales, así como a los espacios de maniobra a los que se refieren el apartado anterior, deben cumplir las condiciones siguientes:
 - Anchura mínima libre: 5 m.
 - Altura mínima libre o galibo: 4,50 m.
 - Capacidad portante del vial: 2.000 kp/m².

Se cumple por las condiciones urbanísticas del polígono.

6. Sectorización de los establecimientos industriales.

Como hemos determinado que la configuración del edificio es tipo C, el riesgo intrínseco del sector de incendio es alto – 8, la superficie máxima admisible, según la Tabla A.2.5, del sector de incendio es de 2.000 m².

Como la superficie construida del edificio es de 1.486,8 m², conformará un único sector de incendio.

7. Estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes.

Estructura de soporte (pilares y vigas):

Según la Tabla A.2.6, para el nivel de riesgo intrínseco alto, edificio tipo C y planta sobre rasante, la estructura debe cumplir: R-90 y EF-90.

La estructura de soportes y vigas de la nave estará recubierta con mortero de lana de roca proyectado hasta conseguir una R-90.

8. Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento.

Los muros de cerramiento deberán tener una resistencia frente al fuego igual a la de la estructura, según la Tabla A.2.6, R-90.

Los muros de cerramiento de nuestro edificio están formados por muros prefabricados de hormigón de 0,20 m de espesor con R-180.

9. Evacuación.

a) Ocupación:

Como la ocupación máxima es de 16 personas, la ocupación según la norma será:

$$P = 1,1p ; \text{ cuando } p < 100$$

Por tanto la ocupación será: $P = 1,1 \cdot 16 = 18p$

b) Origen y recorrido de evacuación:

- Origen se considera todo punto ocupable del edificio.
- Recorrido es la distancia entre cualquier punto ocupable y la salida de planta o del edificio.
- Se consideran recorridos alternativos en un punto cuando forman entre si un ángulo mayor de 45º.

Los recorridos de evacuación más desfavorables se han señalado en el plano correspondiente de protección contra incendios.

- En el altillo el recorrido máximo de evacuación son 21,04 metros hasta la puerta de la escalera protegida que se considera como salida de planta.
- En la planta baja se han colocado 4 salidas de edificio más la salida de la escalera protegida al espacio exterior seguro.

Cualquier punto de la planta baja tiene como mínimo dos recorridos alternativos y uno de estos es como máximo de 25 metros. En el plano se han señalado tres orígenes de evacuación y los recorridos resultantes son 19,98 metros, 20,56 metros y 20,65 metros, por tanto, todos inferiores a 25 metros y cumplen con la norma.

10. Número y disposición de salidas.

Según la Tabla A.2.11:

Una planta o recinto pueden disponer de una única salida de planta cuando cumpla las condiciones siguientes:

- La ocupación no excede de 100 personas, excepto en el caso de existir 50 personas en zonas desde las que la evacuación hasta una salida de planta deba salvar una altura mayor que 2 m en sentido ascendente.
- La longitud de los recorridos de evacuación hasta una salida de planta no exceden de 25m, excepto si se trata de una planta que tiene una salida directa al espacio exterior seguro y la ocupación no excede de 25 personas, que podrá tener una longitud de 50 m.
- La altura de evacuación de la planta considerada no excede de 28 m.

En nuestro caso se cumplen todas las condiciones al ser la ocupación de menos de 50 personas, el recorrido de evacuación máximo menor de 25 m y la altura de evacuación menor de 28 m.

Pero como en el Anexo I de este reglamento se indica que los establecimientos clasificados como riesgo de intrínseco alto, deben disponer de dos salidas alternativas, en el presente proyecto se disponen 4 salidas del edificio, dos en cada fachada opuesta. Las puertas de salida son abatibles con eje de giro vertical.

11. Almacenamientos.

- El sistema de almacenaje es independiente ya que solamente soporta la mercancía almacenada y los elementos estructurales son desmontables. Además, el sistema de almacenaje es manual ya que las unidades de carga se transportan y elevan con operativa manual con presencia de personas.
- Las estanterías serán metálicas de acero de la clase A1 (M0).
- Para la estructura principal de las estanterías se adopta el valor siguiente: Riesgo alto, edificio tipo C, sin rociadores automáticos de agua, se exige R15 (EF-15). Las estanterías metálicas irán con acabado de pintura ignífuga para conseguir la exigencia mencionada.

12. Instalaciones de protección contra incendios.

- a) Todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales, así como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones, cumplirán lo preceptuado en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1.942/1.993, de 5 de noviembre, y en la Orden de 16 de abril de 1.998, sobre normas de procedimiento y desarrollo de aquel.

- b) Los instaladores y mantenedores de las instalaciones de protección contra incendios, a que se refiere el apartado anterior, cumplirán los requisitos que, para ellos, establece el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1.942/1.993, de 5 de noviembre, y disposiciones que lo complementan.
- c) **Sistemas automáticos de detección de incendio:**
Como el edificio es tipo C, riesgo alto, pero la superficie es menor de 2.000 m², no se requiere este tipo de instalación.
- d) **Sistemas manuales de alarma:**
Como la superficie construida es mayor de 1.000 m² sí se requiere esta instalación. Se colocará un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio (salidas del edificio) y distribuidos por la nave de forma que desde cualquier punto la distancia al pulsador no supere los 25 m.
- e) **Extintores portátiles:**
Por grado de riesgo alto se exige una eficacia de extintor 34 A y el número de unidades será de un extintor hasta 300 m². A partir de esta superficie se añadirá una unidad por cada 200 m².
Se instalará una unidad en el altillo de 150 m² y en la planta de 1.350 m² se instalarán 9 unidades.

13. Bocas de incendio equipadas.

Como el edificio es tipo C con riesgo intrínseco alto y la superficie construida es mayor de 500 m² se exige la instalación de BIE.

Se instalarán 3 BIE de 45 mm y 20 m de longitud de manguera más 5 m de alcance del chorro de agua.

14. Alumbrado de emergencia.

Contaran con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación los sectores de incendio de los edificios industriales cuando:

- a) 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.
- b) En cualquier caso, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 25 personas.
- c) Los locales o espacios donde estén instalados cuadros, centros de control o mandos de las instalaciones técnicas de servicios.

La instalación de los sistemas de alumbrado de emergencia cumplirá las siguientes condiciones:

- a) Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo del 70 % de su tensión nominal.
- b) Mantendrá las condiciones de servicio durante una hora, como mínimo.
- c) Proporcionará una iluminancia de 1 lx, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
- d) La iluminancia será, como mínimo, de 5 lx en los espacios definidos en el apartado 16,2 de este anexo.
- e) La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.
- f) Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la reducción del rendimiento luminoso debido al envejecimiento de las lámparas y a la suciedad de las luminarias.

15. Señalización.

Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el Real Decreto 485/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

5. ESTUDIO DE INGENIERÍA DE DETALLE

5.1. Área física requerida

El tamaño de una planta depende principalmente de la capacidad de producción que se puede definir como la máxima tasa posible de producción de bienes y servicios en un instante o unidad de tiempo. En consecuencia se pueden definir dos tipos de capacidad:

1. Capacidad diseñada: la máxima capacidad instalada. El diseño se debe realizar con un horizonte temporal entre 5 y 10 años.
2. Capacidad agregada: capacidad de producción programada a corto plazo considerando una determinada infraestructura.

Además, existen una serie de factores que influyen en la definición del tamaño:

- Estrategia de posicionamiento en el mercado.
- Entorno económico.
- Mercado: volumen de ventas, función de la evolución de la demanda, cuota de mercado.
- Proceso de fabricación.
- Tecnología y distribución en planta.
- Localización.
- Factor humano: formación, organización, gestión (productividad, calidad).
- Legislación medio ambiental (por ejemplo el protocolo de Kyoto).

Procedemos al cálculo del área física requerida mediante el método de Guerchet.

El primer paso al efectuar una distribución o redistribución de elementos en planta corresponde al cálculo de las superficies. Éste es un método de cálculo que para cada elemento a distribuir supone que su superficie total necesaria se calcula como la suma de tres superficies parciales que contemplan la superficie estática, la superficie de gravitación y la superficie de evolución o movimientos.

- **Superficie estática (S_s):** es la superficie correspondiente a los muebles, máquinas e instalaciones.
- **Superficie de gravitación (S_g):** es la superficie utilizada alrededor de los puestos de trabajo por el operario y por el material acopiado para las operaciones en curso. Ésta superficie se obtiene multiplicando la superficie estática por el número de lados a partir de los cuales el mueble o la máquina deben ser utilizados.

$$S_g = S_s \cdot N$$

- **Superficie de evolución (S_e):** es la superficie que hay que reservar entre los puestos de trabajo para los desplazamientos del personal y para la manutención.

$$S_e = (S_s + S_g) \cdot (K)$$

- **Superficie total** = Sumatoria de todas las superficies.
- **K (Coeficiente constante)**: coeficiente que puede variar desde 0,05 a 3 dependiendo de la razón de la empresa:

Tabla 5.1. Valores del coeficiente K en función de la industria

RAZÓN DE LA EMPRESA	K
Gran industria, manutención mediante puente grúa	0,05-0,15
Trabajo en cadena, con transportador mecánico	0,10-0,25
Textil. Hilado	0,05-0,25
Textil. Tejido	0,50-1
Relojería, joyería	0,75-1
Pequeña mecánica	1,50-2
Industria mecánica	2-3

CÁLCULO

Dado que la razón de la empresa es industria mecánica, se toma $K=2$. Se redondeará al alza para tener en cuenta posibles ampliaciones.

Tabla 5.2. Cálculo superficie de evolución para la maquinaria / equipos, en metros cuadrados

MAQUINARIA / EQUIPOS	SUPERFICIE ESTÁTICA	n	N	SUPERFICIE DE GRAVITACIÓN	SUPERFICIE DE EVOLUCIÓN	SUPERFICIE TOTAL
Triturador	6,48	1	1	6,48	25,92	39
Centrífuga	4,50	1	1	4,5	18	27
Tina de lavado	16,60	1	1	16,6	66,40	100
Secadero	11	2	1	22	44	66
Extrusora	51	1	2	102	306	459
Peletizadora	6,70	1	1	6,70	26,80	40,2
Embolsadora	4,05	1	1	4,05	16,20	24,5
Paletizadora	12	1	1	12	48	72
Cinta transporte	1,6	4	1	6,40	16	24
Retractiladora	2,02	1	1	2,02	8,07	12,2
Prensa hidráulica	1,01	1	1	1,012	4,05	6,1
Silo	1,54	4	1	6,16	15,40	23,1
TOTAL [m²]	118,5	-	-	189,92	594,84	893,1

Dado que la superficie útil en planta, de la zona destinada a máquinas, es de 1.065,58 m², se cumple con el requisito de superficie mínima calculado.

5.2. Instalación eléctrica

Se realizan únicamente los cálculos para dimensionar las líneas de alimentación de las distintas máquinas.

Para el cálculo de la instalación eléctrica, será de aplicación:

1. El Real Decreto 842/2.002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electro-técnico para baja tensión.
2. UNE 20460 5.523 (2.004).

5.2.1. Datos teóricos

La planta se alimenta a 400V desde el CGP de un centro de transformación mediante la línea L_1 que transcurre 30 m enterrada bajo tubo hasta el cuadro general de la sección, CGS. De dicho cuadro salen siete líneas:

- L_a : alimentación a una trituradora de 166 kW, η 95,7 %, de 20 m bandeja perforada, 3 fases.
- L_b : alimentación a centrifuga y tina de lavado, 25 m bandeja perforada:
 - a) Centrifuga: 60 kW, η 96,2 %.
 - b) Tina de lavado: 5,6 kW, η 95 %.
- L_c : alimentación a secadoras de 2x76,7 kW, η 94,3 %, $\cos\theta$ 0,90 de 25 m bandeja perforada.
- L_d : alimentación a extrusora de 100 kW, η 92,5 %, $\cos\theta$ 0,90 de 25 m bandeja perforada.
- L_e : alimentación a peletizadora y paletizadora, embolsadora y retractiladora, 25 m bandeja perforada:
 - a) Peletizadora y paletizadora: 2x9,3 kW, η 96 %.
 - b) Embolsadora: 5,2 kW, η 94,8 %.
 - c) Retractiladora: 0,55 kW, η 95,8 %.
- L_f : alimentación a cintas transportadoras, puente grúa, prensa hidráulica, aire comprimido y otros, de 25 m bandeja perforada:
 - a) Cintas: 4x0,75 kW, η 95,7 %.
 - b) Puente grúa: 3,2 kW, η 95,4 %.
 - c) Prensa hidráulica: 1,5 kW, η 95 %.
 - d) Aire comprimido: 7,6 kW, η 92 %.
 - e) Otros: 10 kW, η 89 %.
- L_g : alimentación a aire acondicionado y ordenador, impresora, iluminación, extracción y ventilación, de 35 m sobre pared atómicamente aislante:
 - a) Aire acondicionado, ordenador e impresora: 3x7,2 kW, η 92 %.
 - b) Iluminación: 9 kW, η 90 %.
 - c) Extracción: 1,8 kW, η 89 %.
 - d) Ventilación: 0,22 kW, η 89 %.

Para todos los componentes a instalar se considera $\cos\theta$ 0,90. Para todas las líneas se utilizarán conductores unipolares de cobre y aislante XLPE. La temperatura de los conductores se tomará igual a 80 °C. T^a ambiente 35 °C, T^a terreno 30 °C, terreno: arena con resistividad térmica

1 K·m/W. La reactancia unitaria para todas las líneas es de 80 mΩ/Km. La resistividad del cobre a 20 °C es 0,01724 Ωmm²/m.

En la figura siguiente se representa un esquema unifilar de la instalación.

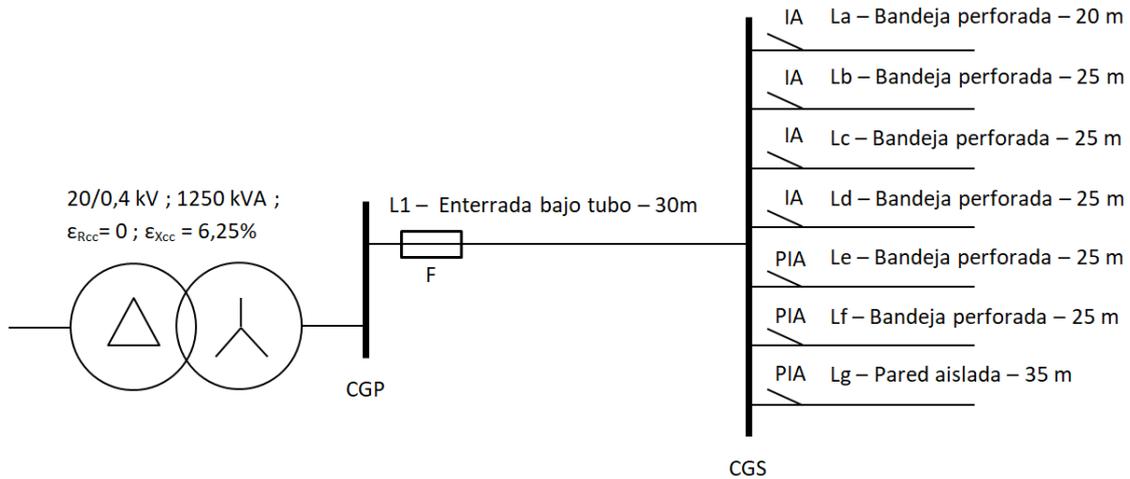


Figura 5.1. Esquema unifilar instalación eléctrica. Elaboración propia

5.2.2. Cálculos teóricos

1. Corriente de diseño para todas las líneas. I_B

La corriente de diseño I_B se define como el valor de una constante K por la intensidad nominal de la línea. El valor de K toma los valores:

- Motores: 1,25 $\rightarrow I_B = 1,25I_n^{mot. max} + \sum I_i$
- Lámparas: 1,8
- Otras cargas: 1

La intensidad nominal se define como: $I_n = \frac{P/\eta}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos(\theta)}$

A continuación, en la Tabla 5.3 se muestran los resultados del cálculo de las intensidades nominales para cada carga y de las intensidades de diseño para cada línea.

Tabla 5.3. Valores de intensidades nominales y de diseño

LÍNEA	I_n [A]	I_B [A]
L_a	278,18	347,7
L_{b1}	100,02	134,4
L_{b2}	9,34	
L_c	260,89	326,1
L_d	173,38	216,7
L_{e1}	31,07	48,6
L_{e2}	8,80	
L_{e3}	0,92	
L_{f1}	5,03	47,5
L_{f2}	5,38	
L_{f3}	2,53	
L_{f4}	13,25	
L_{f5}	18,02	
L_{g1}	37,65	70,9
L_{g2}	16,04	
L_{g3}	3,24	
L_{g4}	0,40	
TOTAL – L_1		1.191,9

2. Sección normalizada mínima y corriente admisible obtenida por criterio térmico para cada línea.

- Para que la instalación sea segura por criterio térmico, se debe cumplir que la intensidad admisible sea mayor que la intensidad de diseño. Esto es:

$$\text{Comprobar que } I_B < I_z \text{ donde } I_z = I_T \cdot \prod K_i$$

Dado que la intensidad de diseño de la L_1 , 1.191,98 A, es mayor que la máxima admisible en condiciones normales para cables enterrados de cobre con aislamiento de XLPE, que es 396 A, se seleccionará una configuración de cuatro conductores por fase.

- Se definirán los siguientes coeficientes:
 - $K_T \rightarrow$ Factor de corrección por T^a ambiente $\neq 30$ °C y T^a terreno $\neq 20$ °C.
 - $K_A \rightarrow$ Factor de corrección por agrupamiento de varios circuitos.
 - $K_p \rightarrow$ Factor de corrección por resistividad del terreno $\neq 2,5$ K·m/W

Para la resolución del apartado, utilizaremos las diferentes tablas presentes en la Norma. En la Tabla 5.4 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 5.4. Métodos de instalación y factores de corrección

LÍNEA	I_B' [A]	MÉTODO DE INSTALACIÓN [Tabla 52-B1]	K_T [Tabla 52-D1] [Tabla 52-D2]	K_A [Tabla 52-EX]	K_p [Tabla 52-D3]	K
L ₁	297,9	Mét. D – enterrada	0,93	0,70	1,18	0,7681
L _a	-	Mét. F – cable unipolar, bandeja perforada	0,96	0,98	-	0,9408
L _b	-	Mét. F – cable unipolar, bandeja perforada	0,96	0,98	-	0,9408
L _c	-	Mét. F – cable unipolar, bandeja perforada	0,96	0,98	-	0,9408
L _d	-	Mét. F – cable unipolar, bandeja perforada	0,96	0,98	-	0,9408
L _e	-	Mét. F – cable unipolar, bandeja perforada	0,96	0,98	-	0,9408
L _f	-	Mét. F – cable unipolar, bandeja perforada	0,96	0,98	-	0,9408
L _g	-	Mét. A1 – pared aislante	0,96	1	-	0,96

El siguiente paso es dividir la intensidad de diseño (I_B) por la constante K y buscar en las tablas correspondientes las intensidades admisibles en condiciones normales (I_T) y la sección asociada a dicha corriente para el material cobre y aislamiento XLPE. Finalmente se obtendrá la intensidad admisible (I_z).

Nota: algunos valores de sección se han sobredimensionado dado que las intensidades estaban en el valor límite de la intensidad admisible por lo que se ha tomado la sección inmediatamente superior.

Tabla 5.5. Sección normalizada mínima e intensidad admisible

LÍNEA	I_B [A]	I_B' [A]	K	I_B/K	I_T [Tabla A52-1] [Tabla A52-2]	S_{min} [mm ²]	$I_z = K \cdot I_T$ [A]	$I_z > I_B$
L ₁	1.191,9	297,9	0,7681	387,93	396	300	304,16	SI
L _a	347,7	-	0,9408	369,57	382	120	359,38	SI
L _b	134,4	-	0,9408	142,85	169	35	158,99	SI
L _c	326,1	-	0,9408	346,61	382	120	359,38	SI
L _d	216,7	-	0,9408	230,33	268	70	252,13	SI
L _e	48,6	-	0,9408	51,65	58	6	54,56	SI
L _f	47,5	-	0,9408	50,48	58	6	54,56	SI
L _g	70,9	-	0,96	73,85	95	25	91,20	SI

Por tanto, las secciones de cable seleccionadas para las diferentes líneas cumplen el dimensionado de secciones por criterio térmico.

3. Sección normalizada mínima para la línea L₁ para que la caída de tensión en ella sea inferior al 1 % (4 V).

La expresión de la caída de tensión en función de la potencia se define como:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot (R \cdot I_a - X \cdot I_r) = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot [R \cos(\theta) - X \sin(\theta)]$$

Donde:

- $R = \rho(Cu) \cdot \frac{L}{S} = 0,01724 \frac{234,5+80}{254,5} \cdot \frac{30}{S} = 0,0213 \cdot \frac{30}{S} = \frac{0,639\Omega}{S}$
- $X = x \cdot L = 80 \cdot \frac{30}{1000} = 2,4 \cdot 10^{-3} \Omega$

Sustituyendo los valores anteriores en la expresión de la caída de tensión y despejando, obtenemos: $S \geq 193 \text{ mm}^2$

4. Cálculo de la intensidad nominal de los dispositivos de protección para que las líneas estén protegidas frente a sobrecargas.

Para que las líneas estén protegidas frente a sobrecargas se deben cumplir las dos condiciones:

- a) $I_B \leq I_N \leq I_Z$
- b) $I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$ donde $I_{2(PIA)} = 1,45 \cdot I_N$; $I_{2(IA)} = 1,3 \cdot I_N$; $I_{2(F)} = 1,6 \cdot I_N$

En la Tabla 5.6 se muestran los resultados obtenidos para cada línea.

Tabla 5.6. Intensidad nominal de los IA y los PIA

LÍNEA	I _B [A]	I _Z [A]	1,45I _Z [A]	I _N [A]	I ₂ [A]	Cumple a)	Cumple b)
L _a [IA]	347,7	359,38	521,10	350	455	SI	SI
L _b [IA]	134,4	158,99	230,53	145	188,5	SI	SI
L _c [IA]	326,1	359,38	521,10	350	455	SI	SI
L _d [IA]	216,7	252,13	365,58	220	286	SI	SI
L _e [PIA]	48,6	54,56	79,11	50	72,5	SI	SI
L _f [PIA]	47,5	54,56	79,11	50	72,5	SI	SI
L _g [PIA]	70,9	91,20	132,24	80	116	SI	SI

Se concluye que las líneas secundarias están protegidas frente a sobrecargas.

5. Cálculo del máximo calibre del fusible para que la línea general L_1 quede protegida frente a cortocircuitos.

- Corriente de cortocircuito mínima en L_1 : Suponiendo una sección del neutro igual a un medio la del conductor de fase ($s_n = \frac{1}{2} s_f$) se obtiene un valor de la constante $k = 0,333$.

$$I_{ccmin} = I_{k1} = k \cdot I_{k3} = 0,333 \cdot \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{cc}^2 + X_{cc}^2}}$$

- $\varepsilon_{Rcc} = 0\% \rightarrow R_{cc} = 0$

- $\varepsilon_{Xcc} = 6,25\% \rightarrow X_{cc} = \frac{\varepsilon_{Xcc}}{100} \cdot \frac{U^2}{S_n} = \frac{6,25}{100} \cdot \frac{400}{1250000} = 8 \text{ m}\Omega$

Finalmente, $I_{ccmin} = 9,612 \text{ kA} \rightarrow$ *Seleccionamos poder de corte 10 kA*

- Calculamos el tiempo admisible para cortocircuitos largos ($t > 0,1 \text{ s}$):

$$t_{ad} = \left(\frac{K \cdot S}{I_{ccmin}} \right)^2 \quad \text{donde } K(\text{Cu, XLPE}) = 143 ; S = 300 \text{ mm}^2 \rightarrow t_{ad} = 19,91 \text{ seg}$$

Con esta información y haciendo uso de la gráfica I/t de los fusibles, se seleccionará el fusile de mayor calibre ($I_N = 1.250 \text{ A}$) ya que es el que fundirá menos veces.

5.3. Evaluación del impacto ambiental

5.3.1. Clasificación, alcance y métodos para el análisis de la Huella de Carbono

Vamos a realizar el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) relacionadas con las actividades realizadas por la empresa. Se van a introducir una serie de conceptos clave para su entendimiento.

Se entiende como huella de carbono "la totalidad de gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo o indirecto por un individuo, organización, evento o producto".

- Huella de carbono de una organización: mide la totalidad de GEI emitidos por efecto directo o indirecto provenientes del desarrollo de la actividad de dicha organización.
- Huella de carbono de producto: mide los GEI emitidos durante todo el ciclo de vida de un producto.

Nos vamos a centrar en el cálculo de la huella de carbono de una organización.

La huella de carbono, por tanto identifica la cantidad de emisiones de GEI que son liberadas a la atmósfera como consecuencia del desarrollo de cualquier actividad.

Existe una clasificación basada en el alcance para clasificar la huella de carbono de una organización y a las fuentes emisoras que se analizan en su cálculo. En primer lugar, cabe indicar que las emisiones asociadas a las operaciones de una organización se pueden clasificar como emisiones directas o indirectas.

- **Emisiones directas de GEI:** son emisiones de fuentes que están controladas por la organización. Podrían entenderse como las emisiones liberadas in situ en el lugar donde se produce la actividad, por ejemplo, las emisiones debidas al sistema de calefacción si éste se basa en la quema de combustibles fósiles.
- **Emisiones indirectas de GEI:** son emisiones consecuencia de las actividades de la organización, pero que están controladas por otra organización. Un ejemplo de emisión indirecta es la emisión procedente de la electricidad consumida por una organización, cuyas emisiones han sido producidas en el lugar en el que se generó dicha electricidad.

Una vez definidas cuáles son las emisiones directas e indirectas de GEI y para facilitar la detección de todas ellas, se han definido 3 alcances:

- **Alcance 1:** emisiones directas de GEI. Por ejemplo, emisiones provenientes de la combustión en calderas, hornos, vehículos, etc., que están controladas por la entidad en cuestión. También incluye las emisiones fugitivas (p.ej. fugas de aire acondicionado).
- **Alcance 2:** emisiones indirectas de GEI asociadas a la generación de electricidad adquirida y consumida por la organización.

- **Alcance 3 (opcional):** otras emisiones indirectas. Algunos ejemplos de actividades de alcance 3 son los viajes de trabajo, el transporte de materias primas, de combustibles y de productos realizados por terceros o la utilización de productos o servicios ofrecidos por otros.

El cálculo de la huella de carbono consiste en aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Huella de carbono} = \text{Dato actividad} * \text{Factor emisión}$$

Donde:

- **El dato de actividad** es el parámetro que define el grado o nivel de la actividad generadora de las emisiones de GEI. Por ejemplo, cantidad de gas natural utilizado.
- **El factor de emisión (FE)** supone la cantidad de GEI emitidos por cada unidad del parámetro “dato de actividad”. Estos factores varían en función de la actividad que se trate.

Métodos internacionales para determinar la huella de carbono:

- GHG Protocol. Protocolo internacional elaborado por el WRI/WBCSD (World Resources Institute/ World Business Council for Sustainable Development).
- PAS 2.050, elaborado por BSI (British Standards Institutions)/DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs)/Carbon Trust-UK. Está basado en la metodología de análisis del ciclo de vida (norma ISO14.004 y 14.044:2.006) y en la norma de eco-etiquetado (ISO14.021).
- ISO 14.064-1. Para elaborar un Inventario de Gases de Efecto Invernadero.
- ISO 14.069. Determinación de la Huella de Carbono de las organizaciones.

5.3.2. Cálculo de la Huella de Carbono. Alcance 1 y 2

Antes de realizar la multiplicación del dato de actividad por el factor de emisión, la organización debe tomar una serie de determinaciones:

1. Establecer los límites de la organización y los límites operativos. Consistirá en decidir qué áreas de la organización se incluirán en los cálculos.
2. Elegir el periodo para el que se va a calcular la huella de carbono.
3. Recopilar los datos de actividad de estas operaciones.
4. Buscar los factores de emisión adecuados.

- **Determinación de los límites organizacionales:**

La organización puede estar compuesta por una o más instalaciones, tenemos que definir claramente las instalaciones cuyas emisiones se contabilizarán en el inventario. Se puede utilizar dos tipos de enfoques:

1. De participación accionaria: La empresa contabiliza las emisiones de GEI de acuerdo a la proporción que posee en la estructura accionaria.
2. De control: la empresa contabiliza el 100 % de sus emisiones de GEI en las instalaciones, sobre las cuales tiene control financiero (capacidad para dirigir las instalaciones, sobre las cuales tiene control financiero (capacidad para dirigir las políticas financieras) o control operacional (capacidad para introducir políticas operativas).

En nuestro caso y al tratarse de un Pyme, se establece el enfoque de control en el cual coinciden el control operacional y el control financiero.

Las actividades emisoras que se han tenido en cuenta son las siguientes:

Tabla 5.7. Actividades emisoras de GEI

ALCANCE 1	Desplazamientos en vehículos
	Consumo de combustibles fósiles
	Fugas de los equipos de climatización y refrigeración
ALCANCE 2	Consumo eléctrico

Llegados este punto hay que tener en cuenta que los cálculos realizados para las emisiones de Kg de CO₂ equivalente, son estimados ya que no tenemos histórico de los consumos asociados a los diferentes equipos, instalaciones o vehículos. Para que el cálculo fuese correcto, se deberían de tomar los datos recopilados durante el año anterior a la fecha de estudio.

A continuación se muestran los resultados obtenidos:

FACTOR DE EMISIÓN DE CONSUMO ELÉCTRICO

Tabla 5.8. Factor de emisión de consumo eléctrico

	CONSUMO ANUAL	FACTOR DE EMISIÓN [Kg CO₂ eq/kWh]	Kg CO₂ eq
Electricidad [kWh]	3.249.905,1	0,28	909.973,4

FACTORES DE EMISIÓN COMBUSTIBLES

Tabla 5.9. Factor de emisión combustibles

COMBUSTIBLE	CONSUMO ANUAL	FACTOR DE CONVERSIÓN		kWh	FACTOR DE EMISIÓN [Kg CO ₂ eq/kWh]	Kg CO ₂ eq
Gas natural [m ³]	0	10,706	kWh/Nm ³	0	0,203	0
Gasóleo [l]	6.320	10,600	kWh/l	66.992	0,263	17.605,5
Fuel [Kg]	0	11,161	kWh/Kg	0	0,274	0
GLP [Kg]	0	12,639	kWh/Kg	0	0,234	0
Carbón nacional [Kg]	0	5,697	kWh/Kg	0	0,403	0
Carbón importación [Kg]	0	7,092	kWh/Kg	0	0,356	0
Gas butano [Kg]	0	12,439	kWh/Kg	0	0,238	0

FACTORES DE EMISIÓN DE OTROS PRODUCTOS

Tabla 5.10. Factor de emisión de otros productos

PRODUCTO	CONSUMO ANUAL	FACTOR DE EMISIÓN [Kg CO ₂ eq/ud]	Kg CO ₂ eq
Papel común [Kg]	100	3,000	300
Papel reciclado [Kg]	60	1,800	108
Agua [m ³]	74.560	0,788	58.753,28

Considerando que la instalación fotovoltaica de la empresa está diseñada para abastecer 111.473 kWh anuales de energía y teniendo en cuenta que la generación de esta energía no emite emisiones contaminantes, se considerará un factor de emisión para el cálculo de 0. Calculando los Kg de CO₂ equivalente asociados a dicho consumo eléctrico se obtienen 31.212,4 Kg de CO₂ equivalente, los cuales no serán emitidos a la atmósfera por provenir de energías limpias. Finalmente:

Tabla 5.11. Emisiones totales de CO₂

FACTOR DE EMISIÓN	Kg CO ₂ eq
Consumo eléctrico	878.761
Combustibles	17.605,5
Otros productos	59.161,3
TOTAL	955.527,8

6. PRESUPUESTO

El presupuesto total del proyecto se dividirá en los siguientes capítulos:

- Obra.
- Logística.
- Maquinaria.
- Instalaciones: iluminación, ventilación, aire acondicionado, aire comprimido y tuberías de distribución.
- Instalaciones almacenaje.
- Oficina: mobiliario, informática y otras necesidades.
- Componentes y otros para el desarrollo de la actividad.

Salvo el capítulo referido a las obras que se realicen en el edificio cuyo presupuesto se ha obtenido con el programa informático Arquímedes de CYPE y con la base de precios del IVE, el resto se han obtenido de forma aproximada consultando precios en diferentes fuentes, páginas de proveedores, catálogos, etc.

- **Presupuesto obra (Cálculo en Anexo 9)**

Capítulo 1 ALBAÑILERÍA Y ACABADOS	28.024,74
Capítulo 2 CARPINTERIA MADERA Y METÁLICA	9.729,68
Capítulo 3 INSTALACIONES VARIAS	26.694,95
<hr/>	
Presupuesto de ejecución material	64.449,37
13% de gastos generales	8.378,42
6% de beneficio industrial	3.866,96
<hr/>	
Presupuesto de ejecución por contrata	76.694,75 €

- **Presupuesto logística**

ARTÍCULO	CANTIDAD	COSTE UNITARIO	TOTAL
Carretilla elevadora	2	10.611,00	21.222,00
Traspaleta	2	2.528,00	5.056,00
Camión	2	52.300,00	104.600,00
Furgoneta	2	9.480,00	18.960,00
<hr/>			
TOTAL			149.838,00 €

- **Presupuesto maquinaria**

Los precios de la maquinaria incluyen el transporte e instalación.

ARTÍCULO	CANTIDAD	COSTE UNITARIO	TOTAL
Triturador	1	55.420,20	55.420,20
Centrifuga de lavado	1	42.247,70	42.247,70
Tina de lavado	1	31.707,50	31.707,50
Secador	2	39.597,25	79.194,50
Extrusora	1	100.237,50	100.237,50
Peletizadora	1	46.802,80	46.802,80
Embolsadora	1	31.792,20	31.792,20
Paletizadora	1	42.597,50	42.597,50
Puente grúa	1	7.356,80	7.356,80
Cinta transportadora	3	2.055,90	6.167,70
Cinta transportadora con detector	1	3.590,40	3.590,40
Retractiladora	1	3.570,28	3.570,28
Prensa hidráulica	1	2.787,46	2.787,46
TOTAL			453.472,54 €

- **Presupuesto instalaciones**

Los precios incluyen la instalación en fábrica

ARTÍCULO	CANTIDAD	COSTE UNITARIO	TOTAL
Aire acondicionado oficinas	9	616,33	5.546,97
Iluminación	1	5.198,20	5.198,20
Aire comprimido + instalación	1	14.579,45	14.579,45
Ventilación zona producción	6	499,82	2.998,93
Ventilación oficinas altillo	1	229,65	229,65
Ventilación oficinas nave	1	229,65	229,65
Instalación fotovoltaica	1	63.150,635	63.150,63
Tuberías de distribución	1	695,20	695,20
TOTAL			92.628,68 €

- **Presupuesto instalaciones almacenaje**

Los precios incluyen la instalación en fábrica

ARTÍCULO	CANTIDAD	COSTE UNITARIO	TOTAL
Silo	4	1.652,94	6.611,76
Estanterías almacenaje	1	4.370,00	4.370,00
TOTAL			10.981,76 €

- **Presupuesto elementos oficinas**

ARTÍCULO	CANTIDAD	COSTE UNITARIO	TOTAL
Impresora	5	216,46	1.082,30
Ordenador	11	276,50	3.041,50
Mobiliario	1	7.900,00	7.900,00
Teléfono	7	41,40	289,77
Papelería	1	553,00	553,00
TOTAL			12.866,57 €

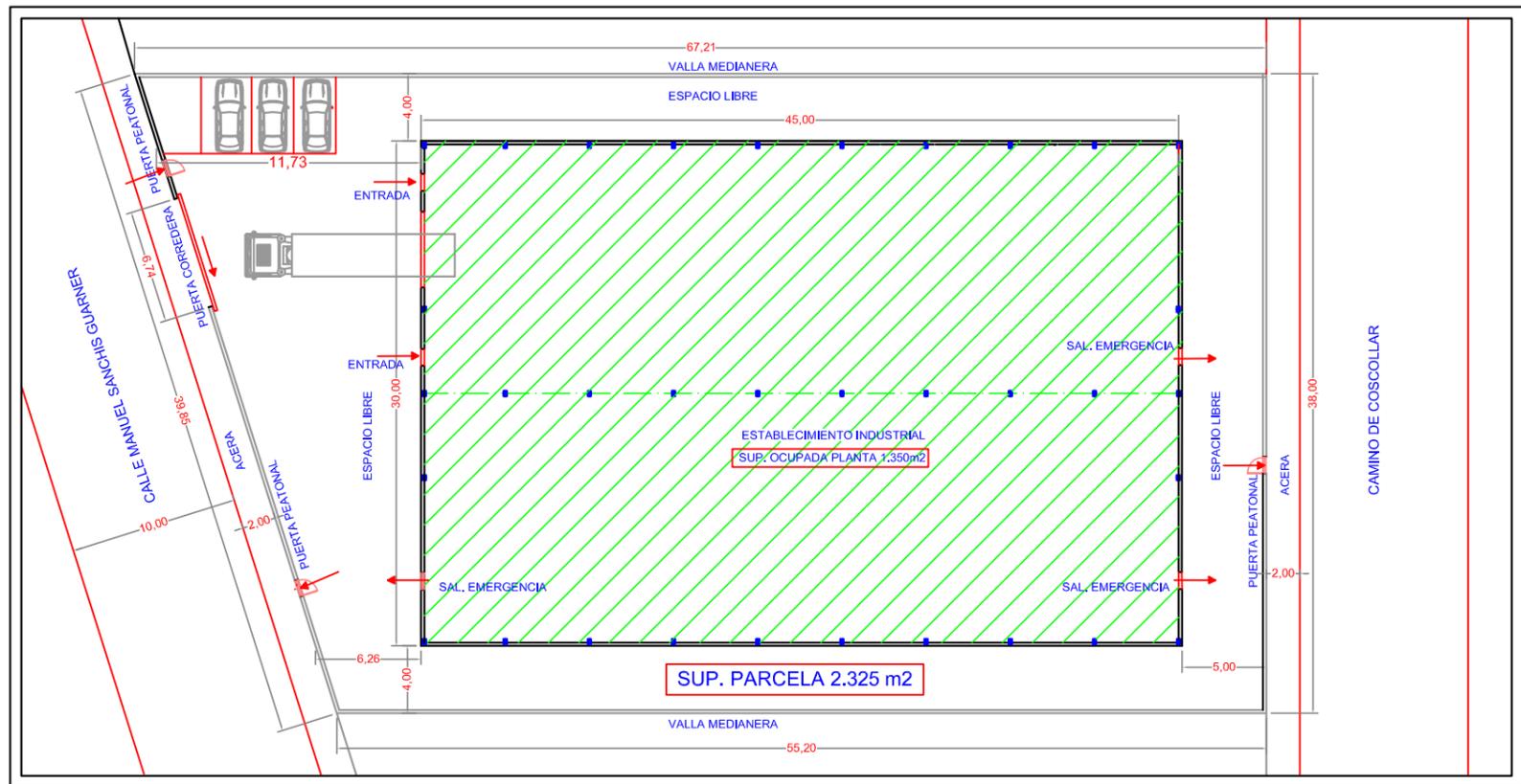
- **Presupuesto de componentes y otros elementos**

ARTÍCULO	CANTIDAD	COSTE UNITARIO	TOTAL
Herramientas	1	5.740,00	5.740,00
Componentes	1	7.900,00	7.900,00
Otros	1	3.950,00	3.950,00
TOTAL			17.590,00 €

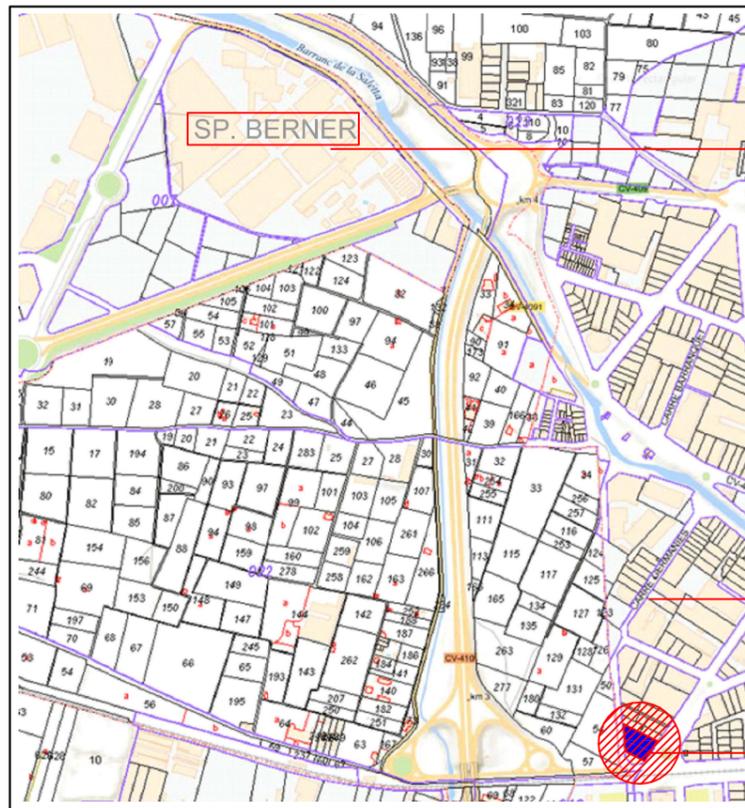
- **PRESUPUESTO TOTAL**

CAPÍTULO	COSTE
Obra	76.694,75
Logística	149.838,00
Maquinaria	453.472,54
Instalaciones	92.628,68
Instalaciones almacenaje	10.981,76
Oficina	12.866,57
Componentes y otros	16.590,00
TOTAL	813.072,30 €
IVA 21 %	170.745,18 €
TOTAL IVA INCLUIDO	983.817,48 €

PLANOS



EMPLAZAMIENTO E 1:400

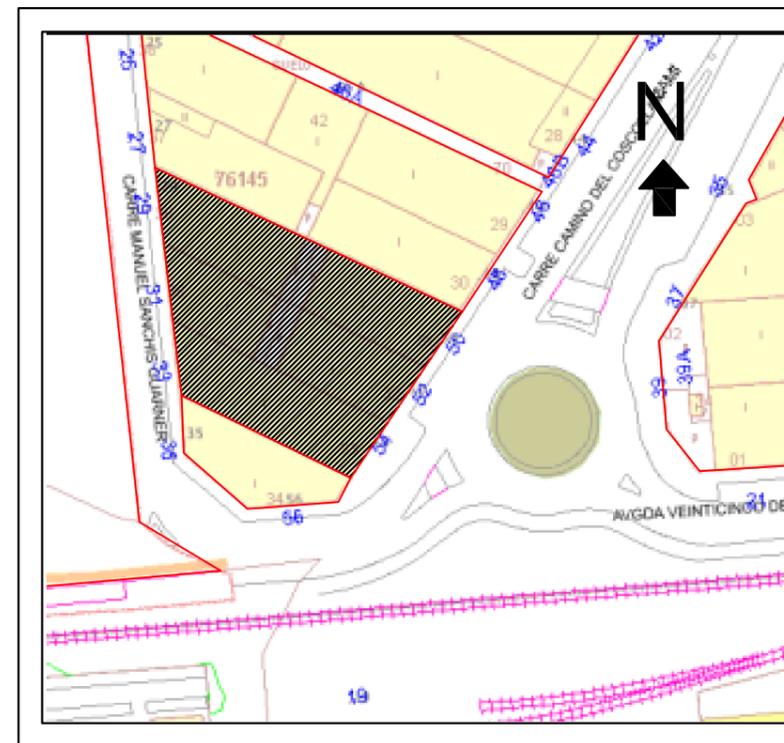


SP. BERNER

POLIGONO INDUSTRIAL ALDAIA

NAVE PROYECTO

SIN ESCALA



SITUACION E 1:2.000



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

AUTOR
OSCAR BOSCH HERNANDEZ

SITUACION
CAMINO COSCOLLAR 52
ALDAIA

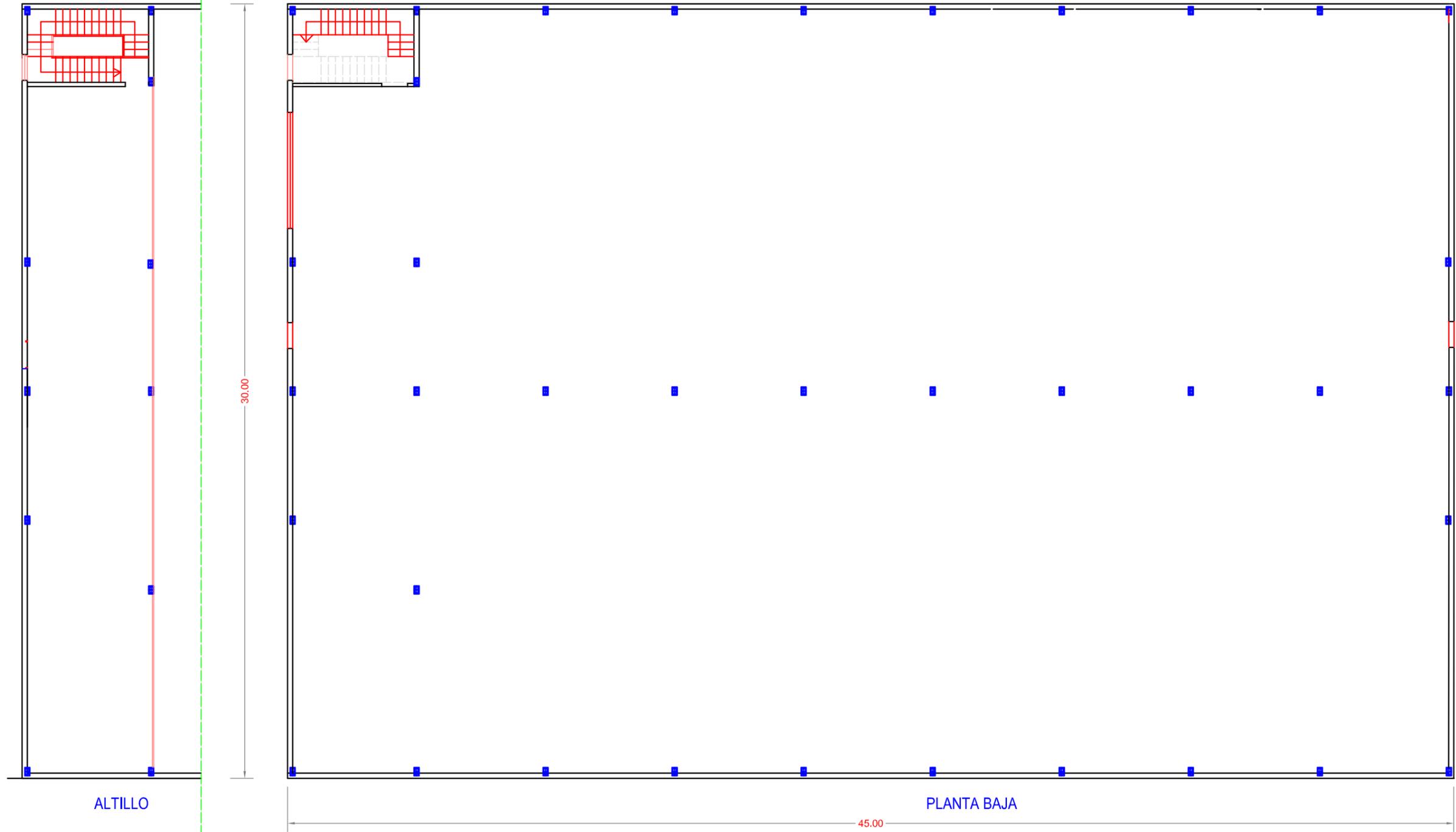
PROYECTO DE: PLANTA DE RECICLADO DE TEREFTALATO DE
POLIETILENO, POLIPROPILENO Y ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO

Nº PLANO.
1

FECHA
SEPTIEMBRE 2018

PLANO DE:
SITUACION Y EMPLAZAMIENTO

ESCALAS
VARIAS



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

AUTOR
OSCAR BOSCH HERNANDEZ

SITUACION
CAMINO COSCOLLAR 52
ALDAIA

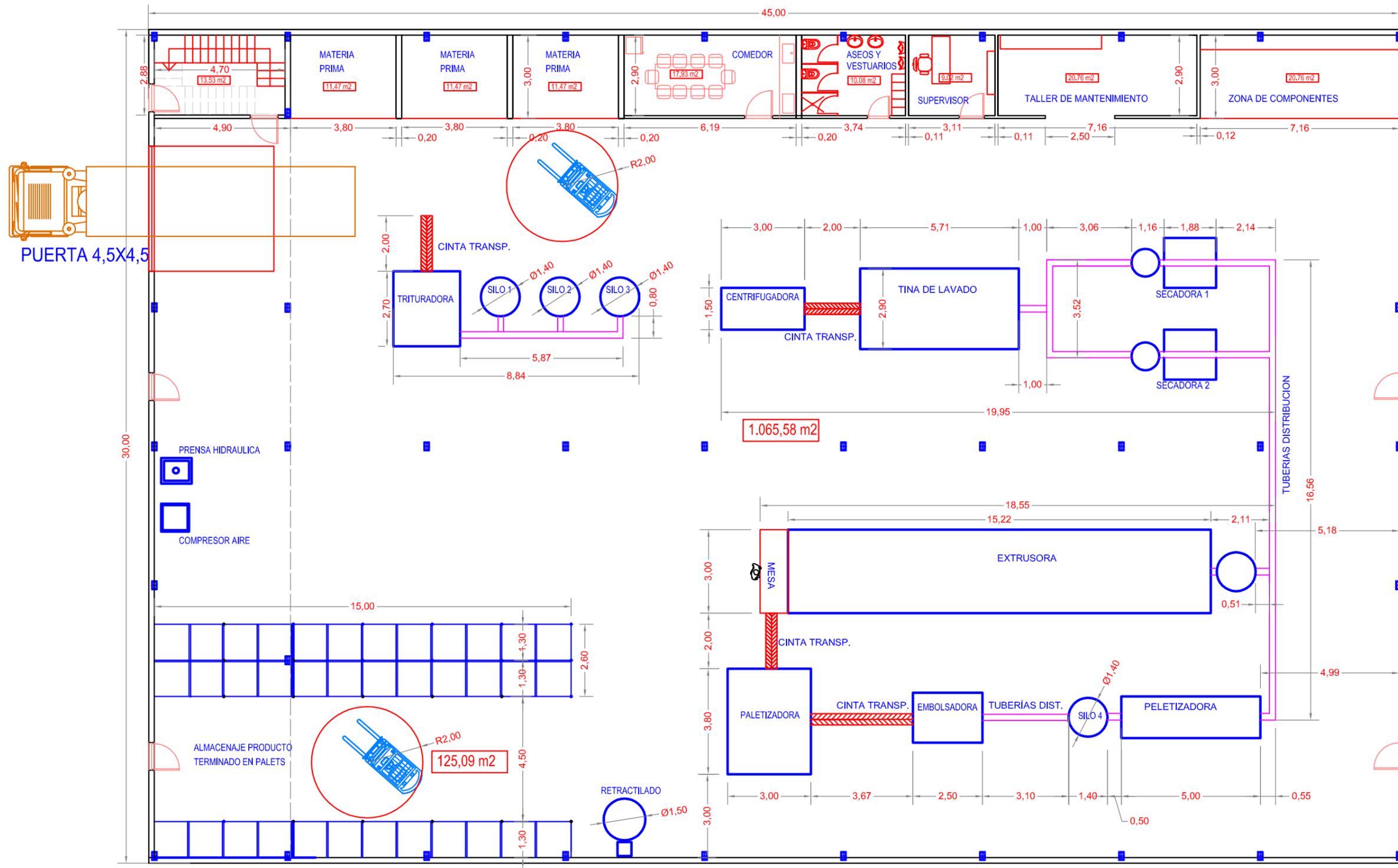
FECHA
SEPTIEMBRE 2018

PROYECTO DE: PLANTA DE RECICLADO DE TEREFTALATO DE
POLIETILENO, POLIPROPILENO Y ACRILONITRILLO BUTADIENO ESTIRENO

PLANO DE:
PLANTAS ESTADO ACTUAL

Nº PLANO.
2

ESCALA
1:150



CUADRO SUPERFICIES UTILES m2			
PLANTA NAVE	PLANTA ALTILLO		
ALMACENAJE MATERIA PRIMA	34,41	DESPACHOS	48,10
COMEDOR, VESTUARIOS Y ASEOS	37,03	ASEOS	7,94
SUPERVISOR	9,02	SALA REUNIONES	20,42
MANTENIMIENTO Y COMPONENTES	41,52	GERENCIA	25,38
ESCALERA	13,53	PASILLO	23,15
ZONA DE MAQUINAS	1.035,58	TOTAL PLANTA PRIMERA	124,99
TOTAL PLANTA BAJA	1.287,11	TOTAL SUP. UTIL EDIFICIO	1.412,10

SUPERFICIES CONSTRUIDAS m2	
PLANTA BAJA	1.350,00
PLANTA ALTILLO	136,81
TOTAL SUP. CONSTRUIDA EDIFICIO	1.486,81



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

AUTOR
OSCAR BOSCH HERNANDEZ

SITUACION
CAMINO COSCOLLAR 52 ALDAIA

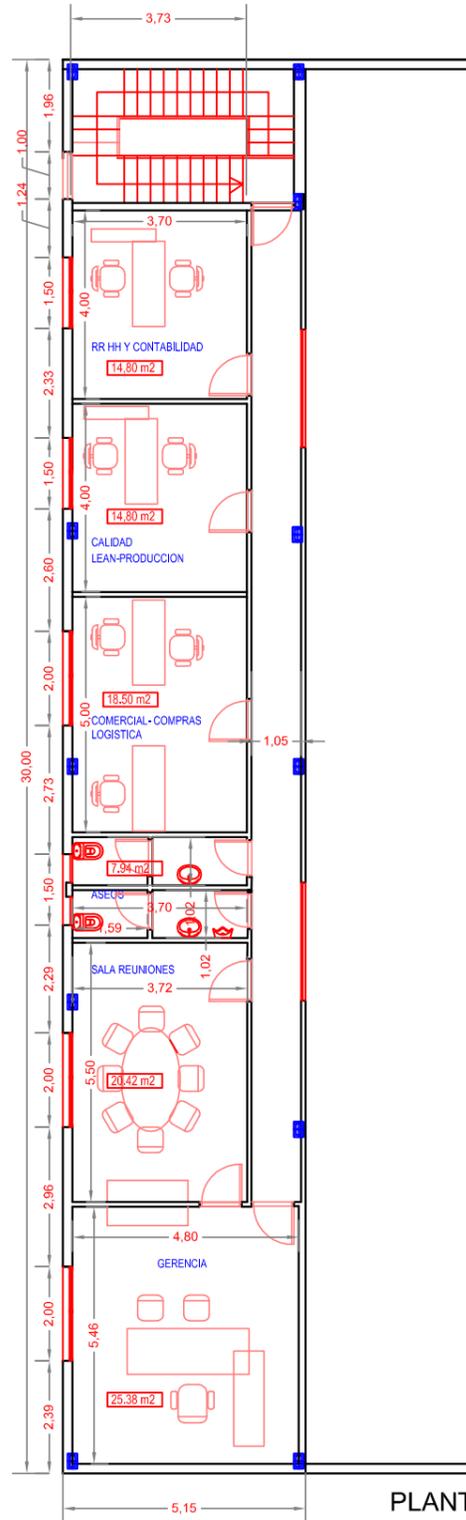
FECHA
SEPTIEMBRE 2018

PROYECTO DE:
PLANTA DE RECICLADO DE TEREFTALATO DE POLIETILENO, POLIPROPILENO Y ACRILONITRIL BUTADIENO ESTIRENO

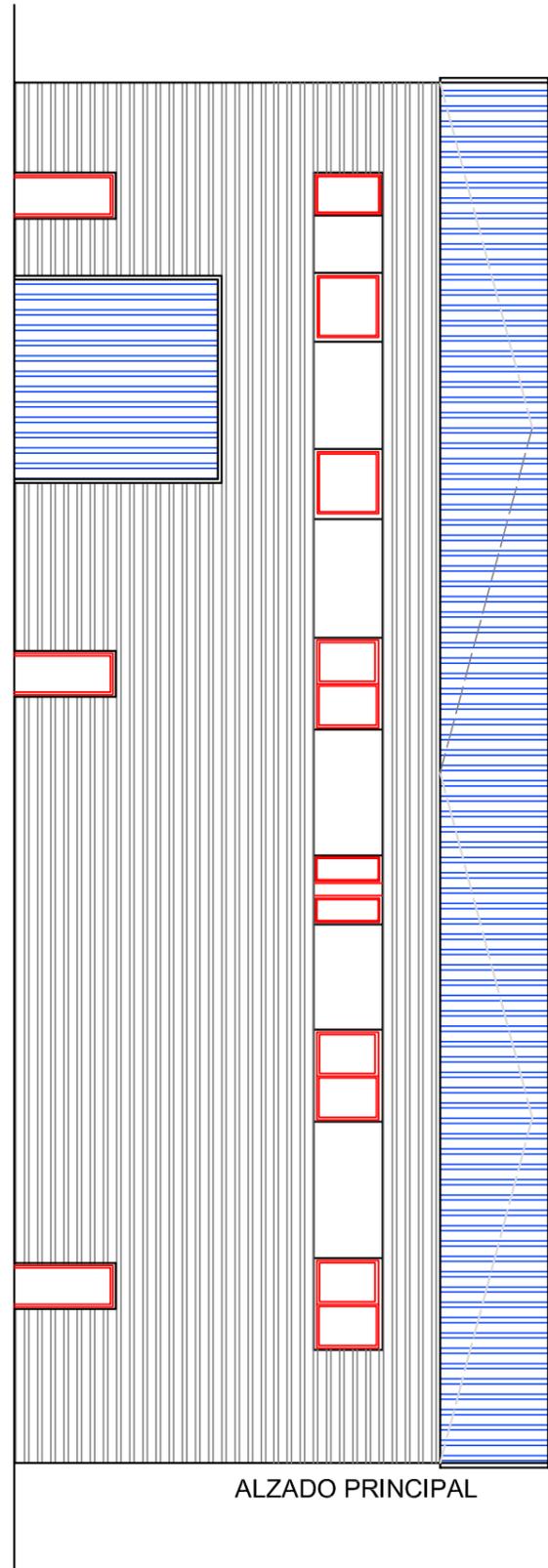
PLANO DE:
DISTRIBUCION EN PLANTA, SUPERFICIES Y COTAS

Nº PLANO.
3

ESCALA
1:150



PLANTA ALTILLO



ALZADO PRINCIPAL



ALZADO POSTERIOR
HUECOS ILUMINACION NATURAL EXISTENTES
Y SALIDAS DE EMERGENCIA



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

AUTOR
OSCAR BOSCH HERNANDEZ

SITUACION
CAMINO COSCOLLAR 52
ALDAIA

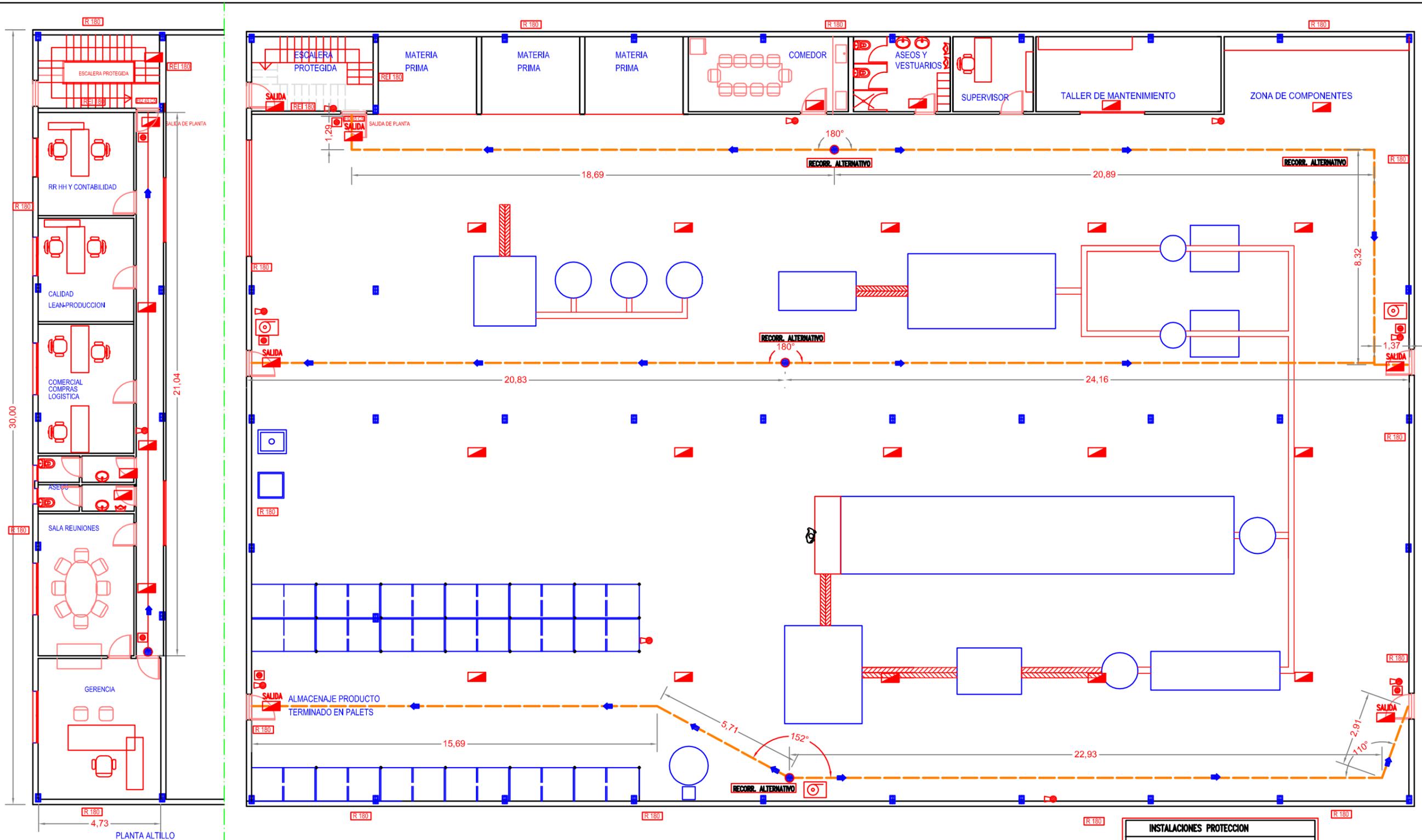
PROYECTO DE: PLANTA DE RECICLADO DE TEREFTALATO DE
POLIETILENO, POLIPROPILENO Y ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO

Nº PLANO.
4

FECHA
SEPTIEMBRE 2018

PLANO DE:
DISTRIBUCION PLANTA ALTILLO Y ALZADOS

ESCALA
1:150



INSTALACIONES PROTECCION	
	SALIDA ALUMBRADO EMERGENCIA INDICACION SALIDA
	ALUMBRADO EMERGENCIA 11W 490 lum
	B.I.E. 45 mm
	PULSADOR ALARMA
	ORIGEN EVACUACION
	EXTINTOR PORTATIL 34 A



AUTOR OSCAR BOSCH HERNANDEZ	SITUACION CAMINO COSCOLLAR 52 ALDAIA	PROYECTO DE: PLANTA DE RECICLADO DE TEREFTALATO DE POLIETILENO, POLIPROPILENO Y ACRILONITRILLO BUTADIENO ESTIRENO	Nº PLANO. 5
	FECHA SEPTIEMBRE 2018	PLANO DE: PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS P. BAJA Y ALTILLO	ESCALA 1:150

BIBLIOGRAFÍA

- <https://www.plasticseurope.org/es/resources/publications/363-plasticos-situacion-en-2017>
Fecha de consulta 12/06/2.018
- Vicent Fombuena, Octavio Ángel Fenollar (2016), Caracterización de materiales poliméricos. Editorial UPV.
Fecha de consulta 15/06/2.018
- <https://www.tomra.com/es-es/sorting/recycling/recycling-technology>
Fecha de consulta 20/06/2.018
- <https://www.ereima.at>
Fecha de consulta 20/06/2.018
- <https://www.recytrans.com>
Fecha de consulta 20/06/2.018
- <http://www.plastico.com>
Fecha de consulta 20/06/2.018
- <https://www.ecoplas.org.ar>
Fecha de consulta 21/06/2.018
- <https://www.plasticseurope.org>
Fecha de consulta 21/06/2.018
- Beatriz Ferreira Pozo (2009). Obtenido de http://catcemexsost.webs.upv.es/wp-content/uploads/Presentaci%C3%B3n-Beatriz-Ferreira_C%C3%A1tedra-CEMEX.pdf
Fecha de consulta 21/06/2.018
- <https://www.plasticseurope.org>
Fecha de consulta 02/07/2.018
- <https://www.eur-lex.eu>
Fecha de consulta 05/07/2.018
- <https://www.tecnologiadelosplasticos.blogspot.com>
Fecha de consulta 15/07/2.018
- <https://www.iq.ua.es>
Fecha de consulta 21/07/2.018
- Apuntes asignatura de proyectos de ingeniería
Fecha de consulta 08/08/2.018
- Apuntes asignatura tecnología eléctrica
Fecha de consulta 14/08/2.018
- Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización (2016). Obtenido de https://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm30-178893.pdf.
Fecha de consulta 16/08/2.018

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 1. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES

Tabla A.1.1. Criterios de evaluación de aspectos ambientales para residuos

RESIDUOS				
REQUISITOS LEGALES / OTROS REQUISITOS	TENDENCIA / FRECUENCIA	CANTIDAD	GRADO DE PELIGROSIDAD	PTOS
No existen, o si existen, se cumple el requisito.	Cuando la cantidad generada del aspecto sea: - Menor a la del año anterior en más de un 10% en valor relativo (ej. Producción).	RNP: Menor o igual al 10% del total de los RNP generados. RP: Menor o igual al 10% del total de los RP generados.	RNP destinados a operaciones de valorización.	0
No se cumple el requisito y si está en trámite de cumplimiento en un plazo de 3 meses.	Cuando la cantidad generada del aspecto sea: - Menor o igual a la del año anterior, hasta un 10%.	RNP: Menor o igual al 33% del total de los RNP generados. RP: Menor o igual al 33% del total de los RP generados.	RP destinado a operaciones de valorización.	5
No se cumple el requisito y se está en trámite de cumplimiento en un plazo superior a 3 meses.	Cuando la cantidad generada del aspecto sea: - Mayor a la del año anterior.	RNP: Mayor al 33% del total de los RNP generados. RP: Mayor al 33% del total de los RP generados.	RP o RNP destinado a operaciones de eliminación.	10

DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET),
POLIPROPILENO (PP) Y ACRILONITRILÓ BUTADIENO ESTIRENO (ABS)

Tabla A.1.2. Criterios de evaluación de aspectos ambientales para emisiones / vertidos / ruido

EMISIONES ATMOSFÉRICAS / VERTIDOS / RUIDO						
REQUISITOS LEGALES / OTROS REQUISITOS	TENDENCIA / FRECUENCIA	CANTIDAD		GRADO DE PELIGROSIDAD		PTOS
		VERTIDOS	EMISIONES / RUIDO	VERTIDOS	EMISIONES / RUIDO	
No existen, o si existen, se cumple el requisito.	Cuando el aspecto se genere con una frecuencia: - Algunas veces al año sin que se produzca todos los meses. - En caso de aspectos potenciales: que nunca se hayan producido o de manera puntual.	Menor a la del año anterior en más de un 10% en valor relativo.	a) Menor al límite de emisión atmosférica según normativa en vigor. b) Menor o igual a 60/50 dB(A) diurno / nocturno.	a) Vertidos a alcantarillado público: aguas pluviales, domésticos o asimilables por debajo del límite de vertido. b) Vertidos al terreno: aguas pluviales, efluentes depuradora por debajo de los límites de vertido CHJ.	a) Emisión / Inmisión sin efecto ambiental persistente (partículas inertes, CO ₂ , etc.) b) Ruido en zona industrial consolidada.	0
No se cumple el requisito y si está en trámite de cumplimiento en un plazo de 3 meses.	Cuando el aspecto se genere con una frecuencia: - Varias veces al mes. - Aspectos potenciales que se hayan dado en alguna ocasión.	Menor o igual a la del año anterior, hasta un 10%.	a) Mayor hasta un 10% al límite de emisión atmosférica según normativa en vigor. b) Menor a 70/60 dB(A) diurno / nocturno.	a) Vertidos a alcantarillado público: vertidos domésticos o asimilables por encima del límite de vertido que no contienen RP. b) Vertidos al terreno: 1. Efluentes depuradora por encima de los límites de vertido y sin presencia de RP. 2. Vertido de RP en suelo pavimentado.	a) Emisión / Inmisión de sustancias irritantes, tóxicas, olorosas o con efectos persistentes en el medio (CH ₄ , CFC's) b) Ruido en entorno rural a más de 500m de núcleo urbano.	5
No se cumple el requisito y se está en trámite de cumplimiento en un plazo superior a 3 meses.	Cuando el aspecto se genere con una frecuencia: - Constante. Ocurre todas las semanas. - Aspectos potenciales que se hayan dado de manera repetitiva (mínimo todas las semanas).	Mayor a la del año anterior.	a) Mayor en más de un 10% al límite de emisión atmosférica según normativa en vigor. b) Mayor o igual a 70/60 dB(A) diurno / nocturno.	a) Vertidos a alcantarillado público: vertidos de RP (disolventes, taladrinas, hidrocarburos, aceites). b) Vertidos al terreno: 1. Efluentes depuradora por encima de los límites de vertido y sin presencia de RP. 2. Vertido de RP en suelo virgen.	a) Emisión / Inmisión de sustancias muy tóxicas, cancerígenas, con efectos acumulativos en el medio ambiente (Nitrito Amónico, etc.) b) Poblaciones a una distancia del foco de ruido inferior a 500m.	10

DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE TEREF TALATO DE POLIETILENO (PET),
POLIPROPILENO (PP) Y ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO (ABS)

Tabla A.1.3. Criterios de evaluación de aspectos ambientales consumos de materia prima

CONSUMOS DE MATERIA PRIMA (VIRGEN Y RECICLADA)				
REQUISITOS LEGALES / OTROS REQUISITOS	TENDENCIA / FRECUENCIA	CANTIDAD	GRADO DE PELIGROSIDAD	PTOS
No existen, o si existen, se cumple el requisito.	Cuando la cantidad generada del aspecto sea: - Menor a la del año anterior en más de un 10% en valor relativo (ej. Producción).	Menor o igual al 10% del total de materia prima consumida.	Menos de 1.000Kg de CO ₂ emitidos por Tm consumida.	0
No se cumple el requisito y si está en trámite de cumplimiento en un plazo de 3 meses.	Cuando la cantidad generada del aspecto sea: - Menor o igual a la del año anterior, hasta un 10%.	Menor o igual al 33% del total de materia prima consumida.	Entre 1.000Kg y 3.000Kg de CO ₂ emitidos por Tm consumida.	5
No se cumple el requisito y se está en trámite de cumplimiento en un plazo superior a 3 meses.	Cuando la cantidad generada del aspecto sea: - Mayor a la del año anterior.	Mayor al 33% del total de la materia prima consumida.	Más de 3.000Kg de CO ₂ emitidos por Tm consumida.	10

Tabla A.1.4. Criterios de evaluación de aspectos ambientales para consumos de agua

CONSUMOS DE AGUA				
REQUISITOS LEGALES / OTROS REQUISITOS	TENDENCIA / FRECUENCIA	CANTIDAD	GRADO DE PELIGROSIDAD	PTOS
No existen, o si existen, se cumple el requisito.	Cuando la cantidad generada del aspecto sea: - Menor a la del año anterior en más de un 10% en valor relativo (ej. Producción).	Menor o igual al 25% del total de agua consumida.	Agua reutilizada.	0
No se cumple el requisito y si está en trámite de cumplimiento en un plazo de 3 meses.	Cuando la cantidad generada del aspecto sea: - Menor o igual a la del año anterior, hasta un 10%.	Menor o igual al 50% del total de agua consumida.	Agua de Red.	5
No se cumple el requisito y se está en trámite de cumplimiento en un plazo superior a 3 meses.	Cuando la cantidad generada del aspecto sea: - Mayor a la del año anterior.	Mayor al 50% del total de agua consumida.	Agua de pozo.	10

DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET),
POLIPROPILENO (PP) Y ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO (ABS)

Tabla A.1.5. Criterios de evaluación de aspectos ambientales para consumos eléctricos

CONSUMOS ELÉCTRICOS				
REQUISITOS LEGALES / OTROS REQUISITOS	TENDENCIA / FRECUENCIA	CANTIDAD	GRADO DE PELIGROSIDAD	PTOS
No existen, o si existen, se cumple el requisito.	Cuando la cantidad generada del aspecto sea: - Menor a la del año anterior en más de un 10% en valor relativo (ej. Producción).	Consumo anual menor a 20.000MWh.	Mix eléctrico comercializador menor de 0,10.	0
No se cumple el requisito y si está en trámite de cumplimiento en un plazo de 3 meses.	Cuando la cantidad generada del aspecto sea: - Menor o igual a la del año anterior, hasta un 10%.	Consumo anual entre 20.000MWh y 25.000MWh.	Mix eléctrico comercializador entre 0,10 y 0,25.	5
No se cumple el requisito y se está en trámite de cumplimiento en un plazo superior a 3 meses.	Cuando la cantidad generada del aspecto sea: - Mayor a la del año anterior.	Consumo anual mayor a 30.000MWh.	Mix eléctrico comercializador mayor a 0,25.	10

Tabla A.1.6. Criterios de evaluación de aspectos ambientales para consumos de hidrocarburos

CONSUMOS DE HIDROCARBUROS				
REQUISITOS LEGALES / OTROS REQUISITOS	TENDENCIA / FRECUENCIA	CANTIDAD	GRADO DE PELIGROSIDAD	PTOS
No existen, o si existen, se cumple el requisito.	Cuando la cantidad generada del aspecto sea: - Menor a la del año anterior en más de un 10% en valor relativo (ej. Producción).	Consumo anual menor a 130.000l.	Factor de emisión entre 0 y 1,5Kg CO ₂ /l.	0
No se cumple el requisito y si está en trámite de cumplimiento en un plazo de 3 meses.	Cuando la cantidad generada del aspecto sea: - Menor o igual a la del año anterior, hasta un 10%.	Consumo anual entre 130.000l y 150.000l.	Factor de emisión entre 1,5 y 3Kg CO ₂ /l.	5
No se cumple el requisito y se está en trámite de cumplimiento en un plazo superior a 3 meses.	Cuando la cantidad generada del aspecto sea: - Mayor a la del año anterior.	Consumo anual mayor a 150.000l.	Factor de emisión mayor a 3Kg CO ₂ /l.	10

ANEXO 2. LEYES Y NORMAS

2.1. Ambiental

1. **Ley 26/2.007**, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental: aplicable a todo tipo de actividades económicas, esta norma regula la responsabilidad de los operadores de prevenir, evitar y reparar los daños ambientales. Establece la obligación de reparar el daño causado con independencia de las sanciones administrativas o penales que también correspondan. Así, cualquiera que cause, tanto si se produce directa como indirectamente, un cambio adverso y medible de un recurso natural o el perjuicio de un servicio de recursos naturales, incurre en una responsabilidad ilimitada: el operador responsable del daño tendría que devolver los recursos naturales dañados a su estado original, sufragando el total de los costes a los que asciendan las correspondientes acciones preventivas o reparadoras. Esta obligación ha quedado diluida en el debate sobre las garantías financieras que se fijan para los operadores incluidos en el anexo de la norma, pero con garantía o sin ella, la responsabilidad por daños al medio ambiente está vigente y es aplicable.
2. Ley de Aguas, aprobada por **Real Decreto Legislativo 1/2.001**, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas: conviene tener presente una obligación fundamental: Las autorizaciones administrativas sobre establecimiento, modificación o traslado de instalaciones o industrias que originen o puedan originar vertidos, se otorgarán condicionadas a la obtención de la correspondiente autorización de vertido.
3. **Ley 22/2.011**, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados: aplicable a todo tipo de organizaciones establece el régimen jurídico de la producción y gestión de residuos y de los suelos contaminados. Incluye las obligaciones de las actividades que generan residuos, la documentación asociada a la entrega de dichos residuos, etc.
4. **Ley 37/2.003**, de 17 de noviembre, del Ruido: establece sanciones de hasta 300.000 euros para infracciones muy graves que impliquen la superación, por parte de los emisores acústicos, de los valores límite de contaminación acústica.
5. **Ley 21/2.013**, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental: incorpora novedades de tramitación que hacen descansar sobre el promotor del proyecto parte de la carga del procedimiento.
6. **Ley 16/2.002**, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación: si bien sólo afecta a las actividades recogidas en su anexo, regula la Autorización Ambiental Integrada, cuya vigencia ha quedado supeditada a la aparición e incorporación de mejores técnicas disponibles para cada sector de actividad.
7. **Ley 34/2.007**, de 15 de noviembre, de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera: establece el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera, entendidas como aquellas que por su propia naturaleza, ubicación o por los procesos tecnológicos utilizados constituyan una fuente de contaminación cuyas características pueden requerir que sean sometidas a un régimen de control y seguimiento más estricto. Regula los procedimientos de autorización o notificación de actividades incluidas en los grupos A, B y C de dicho catálogo.
8. **Ley 1/2.005**, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero: establece la autorización de emisión de gases de efecto invernadero exigida a las instalaciones que desarrollen actividades enumeradas en la propia

ley, así como todos los elementos necesarios para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.

9. **Ley 8/2.010**, de 31 de marzo, por la que se establece el régimen sancionador previsto en los Reglamentos (CE) relativos al registro, a la evaluación, a la autorización y a la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH) y sobre la clasificación, el etiquetado y el envasado de sustancias y mezclas (CLP), que lo modifica: norma que tipifica como falta muy grave la comercialización sin la ficha de datos de seguridad de sustancias y mezclas que reúnan los criterios para ser clasificados como peligrosas o el incumplimiento de la obligación de adjuntar en la ficha de datos de seguridad el anexo relativo a los escenarios de exposición.

2.2. Prevención de Riesgos Laborales

LEYES Y DECRETOS

1. Ley de prevención de riesgos laborales.
2. **Real Decreto 486/1.997**, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
3. **Real Decreto 488/1.997**, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
4. **Real Decreto 314/2.006**, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (Art. 12.4 y 15.3).
5. **Real Decreto 2.267/2.004**, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Anexo B).

NORMAS REGLAMENTARIAS

1. Señalización de seguridad y salud en el trabajo.
2. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
3. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en la manipulación manual de cargas.
4. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo con pantallas de visualización.
5. Riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
6. Disposiciones de seguridad y salud para la utilización de equipos de protección individual.
7. Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo.
8. Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos.
9. Protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
10. Protección frente a riesgos derivados de la exposición a vibraciones mecánicas.
11. Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

INSPECCIÓN DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL

12. Reglamento de organización y funcionamiento de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.
13. Reducción de las cotizaciones a las empresas que hayan disminuido la siniestralidad laboral.

SERVICIOS DE PREVENCIÓN

14. Reglamento de los servicios de prevención.
15. Acreditación de entidades especializadas como servicios de prevención.
16. Colaboración de las Mutuas de Accidente de Trabajo y Enfermedades Profesionales.
17. Organización de recursos básicos para desarrollar la actividad de los servicios de prevención.
18. Compensación de costes prevista en el art. 10 de la Orden de 22 de Abril de 1.997.
19. Actividades preventivas en la S.S. y financiación de la Fundación de Riesgos Laborales.

2.3. Seguridad contra incendios

Tablas aplicables según el reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. RD 2.267/2.004, de 3 de diciembre.

Tabla A.2.1. Grado de peligrosidad de los combustibles

VALORES DEL COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD POR COMBUSTIBILIDAD, C_i		
ALTA	MEDIA	BAJA
<ul style="list-style-type: none"> - Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1 - Líquidos clasificados como subclase B₁, en la ITC MIE-APQ1. - Sólidos capaces de iniciar su combustión a una temperatura inferior a 100 °C. - Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente. - Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Líquidos clasificados como subclase B₂ en la ITC MIE-APQ1. - Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1. - Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C. - Sólidos que emiten gases inflamables. 	<ul style="list-style-type: none"> - Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1. - Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C.
$C_i = 1,60$	$C_i = 1,30$	$C_i = 1,00$

DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET),
POLIPROPILENO (PP) Y ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO (ABS)

Tabla A.2.2. Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, Ra (Resumida)

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q _s		Ra	q _v		Ra
	MJ/m ²	Mcal/m ²		MJ/m ³	Mcal/m ³	
Relojes, venta	300	72	1,0			
Resinas naturales	3.300	793	2,0			
Resinas sintéticas	3.400	817	2,0	4.200	1.010	2,0
Resinas sintéticas, placas de	800	192	1,5	3.400	817	2,0
Restaurantes	300	72	1,0			
Revestimientos de suelos combustibles	500	120	1,5	6.000	1.442	2,0
Revestimientos de suelos combustibles, venta	1.000	240	2,0			
Rodamientos o cojinetes de bolas	200	48	1,0			
Sacos de papel	800	192	1,5	12.600	3.029	2,0
Sacos de plástico	600	144	2,0	25.200	6.058	2,0
Sacos de yute	500	120	1,5	800	192	1,5
Salinas, productos de	80	19	1,0			
Servicios de mesa	200	48	1,0			
Silos				Según material almacenado		
Sombrererías	500	120	1,5			
Sosa	40	10	1,0			
Sótanos, bodegas de casas residenciales	900	216	1,0			
Tabaco en bruto				1.700	409	2,0
Tabacos, artículos de	200	48	1,5	2.100	505	2,0
Tabacos, venta de artículos	500	120	1,5			
Talco	40	10	1,0			
Tallado de piedra	40	10	1,0			
Talleres de enchapado	800	192	1,5	2.900	697	1,5
Talleres de guarnicionería	300	72	1,0		0	
Talleres de pintura	500	120	1,5			
Talleres de reparación	400	96	1,0			
Talleres eléctricos	600	144	1,5			
Talleres mecánicos	200	48	1,0			
Tapicerías	800	192	1,5			
Tapicerías, artículos de	300	72	1,5	1.000	240	2,0
Tapices	600	144	1,5	1.700	409	2,0
Tapices, tintura	500	120	1,5			
Tapices, venta	800	192	1,5			
Teatros	300	72	1,0			
Teatros, bastidores				1.100	264	2,0
Tejares, cocción	40	10	1,0			
Textiles, tricotado	300	72	1,0	1.300	313	2,0
Textiles, venta	600	144	1,5			
Tintas	200	48	1,0			
Tintas de imprenta	700	168	1,5	3.000	721	2,0
Tintorerías	500	120	1,5			
Toldos o lonas	300	72	1,0	1.000	240	1,0
Toneles de madera	1.000	240	1,5	800	192	1,5
Toneles de plástico	600	144	1,5	800	192	1,5
Torneado de piezas de cobre/bronce	300	72	1,0			
Transformadores	300	72	1,5			
Transformadores, bobinado	600	144	1,5			
Transformadores, estación de	300	72	1,5			
Tubos fluorescentes	300	72	1,0			
Vagones, fabricación de	200	48	1,0			
Vehículos	300	72	1,5			
Venta por correspondencia, empresas de	400	96	1,5			
Ventanas de madera	800	192	1,5			
Ventanas de plástico	600	144	1,5			

Tabla A.2.3. Densidad de carga de fuego ponderada y corregida

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Tabla A.2.4. Poder calorífico de diversas sustancias (Resumida)

PODER CALORÍFICO (q) DE DIVERSAS SUSTANCIAS								
PRODUCTO	MJ/kg	Mcal/kg	PRODUCTO	MJ/kg	Mcal/kg	PRODUCTO	MJ/kg	Mcal/kg
Aceite de algodón	37,2	9	Carbón	31,4	7,5	Leche en polvo	16,7	4
Aceite de creosota	37,2	9	Carbono	33,5	8	Lino	16,7	4
Aceite de lino	37,2	9	Cartón	16,7	4	Linoleum	2,1	05
Aceite mineral	42	10	Cartón asfáltico	21	5	Madera	16,7	4
Aceite de oliva	42	10	Celuloide	16,7	4	Magnesio	25,1	6
Aceite de parafina	42	10	Celulosa	16,7	4	Malta	16,7	4
Acetaldehído	25,1	6	Cereales	16,7	4	Mantequilla	37,2	9
Acetamida	21	5	Chocolate	25,1	6	Metano	50,2	12
Acetato de amilo	33,5	8	Cicloheptano	46	11	Monóxido de carbono	8,4	2
Acetato de polivinilo	21	5	Ciclohexano	46	11	Nitrito de acetona	29,3	7
Acetona	29,3	7	Ciclopentano	46	11	Nitrocelulosa	8,4	2
Acetileno	50,2	12	Ciclopropano	50,2	12	Octano	46	11
Acetileno disuelto	16,7	4	Cloruro de polivinilo	21	5	Papel	16,7	4
Acido acético	16,7	4	Cola celulósica	37,2	9	Parafina	46	11
Aguarrás	42	10	Dietilamina	42	10	Poliamida	29,3	7
Albúmina vegetal	25,1	6	Dietilcetona	33,5	8	Policarbonato	29,3	7
Alcanfor	37,2	9	Dietileter	37,2	9	Poliéster	25,1	6
Alcohol alílico	33,5	8	Difenil	42	10	Poliestireno	42	10
Alcohol amílico	42	10	Dinamita (75 %)	4,2	1	Poliétileno	42	10
Alcohol butílico	33,5	8	Dipenteno	46	11	Poliisobutileno	46	11
Alcohol cetílico	42	10	Ebonita	33,5	8	Politetrafluoretileno	4,2	1
Alcohol etílico	25,1	6	Etano	50,2	12	Poliuretano	25,1	6
Alcohol metílico	21	5	Eter amílico	42	10	Propano	46	11
Almidón	16,7	4	Eter etílico	33,5	8	Rayón	16,7	4
Anhídrido acético	16,7	4	Fibra de coco	25,1	6	Resina de pino	42	10
Anilina	37,2	9	Fenol	33,5	8	Resina de fenol	25,1	6
Antraceno	42	10	Fósforo	25,1	6	Resina de urea	21	5
Antracita	33,5	8	Furano	25,1	6	Seda	21	5
Azúcar	16,7	4	Gasóleo	42	10	Sisal	16,7	4
Azufre	8,4	2	Glicerina	16,7	4	Sodio	4,2	1

Tabla A.2.5. Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Configuración del establecimiento		
	TIPO A (m ²)	TIPO B (m ²)	TIPO C (m ²)
BAJO 1 2	(1)-(2)-(3) 2000 1000	(2) (3) (5) 6000 4000	(3) (4) SIN LÍMITE 6000
MEDIO 3 4 5	(2)-(3) 500 400 300	(2) (3) 3500 3000 2500	(3) (4) 5000 4000 3500
ALTO 6 7 8	NO ADMITIDO	(3) 2000 1500 NO ADMITIDO	(3)(4) 3000 2500 2000

Tabla A.2.6. Estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante
BAJO	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)	R 60 (EF - 60)	R 30 (EF - 30)
MEDIO	NO ADMITIDO	R 120 (EF - 120)	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)
ALTO	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO	R 180 (EF - 180)	R 120 (EF - 120)	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)

Tabla A.2.7. y A.2.8. Nivel de riesgo intrínseco

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	Tipo B	Tipo C
	Sobre rasante	Sobre rasante
Riesgo bajo	R 15 (EF-15)	NO SE EXIGE
Riesgo medio	R 30 (EF-30)	R 15 (EF-15)
Riesgo alto	R 60 (EF-60)	R 30 (EF-30)

Nivel de riesgo intrínseco	Edificio de una sola planta		
	Tipo A	Tipo B	Tipo C
Riesgo bajo	R 60 (EF-60)	NO SE EXIGE	NO SE EXIGE
Riesgo medio	R 90 (EF-90)	R 15 (EF-15)	NO SE EXIGE
Riesgo alto	NO ADMITIDO	R 30 (EF-30)	R 15 (EF-15)

Tabla A.2.9. Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas

Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas		
Riesgo	1 salida recorrido único	2 salidas alternativas
Bajo(*)	35m(**)	50 m
Medio	25 m(***)	50 m
Alto	-----	25 m

Tabla A.2.10. Nivel de riesgo intrínseco para sistemas de almacenaje autoportante operado manual o automáticamente

Nivel de riesgo intrínseco	Sistema de almacenaje autoportante operado manual ó automáticamente					
	Tipo A		Tipo B		Tipo C	
	Rociadores automáticos de agua		Rociadores automáticos de agua		Rociadores automáticos de agua	
	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ
Riesgo bajo	R15(EF-15)	No se exige	No se exige	No se exige	No se exige	No se exige
Riesgo medio	R30(EF-30)	R15(EF-15)	R15(EF-15)	No se exige	No se exige	No se exige
Riesgo alto			R30(EF-30)	R15(EF-15)	R15(EF-15)	No se exige

Tabla A.2.11. Determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustibles de Clase A

GRADO DE RIESGO INTRINSECO DEL SECTOR DE INCENDIO	EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR	ÁREA MÁXIMA PROTEGIDA DEL SECTOR DE INCENDIO
BAJO	21 A	Hasta 600 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso)
MEDIO	21 A	Hasta 400 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso)
ALTO	34 A	Hasta 300 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso)

Tabla A.2.12. Tipo de BIE y necesidades de agua

NIVEL DE RIESGO INTRINSECO DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	TIPO DE BIE	SIMULTANEIDAD	TIEMPO DE AUTONOMÍA
BAJO	DN 25 mm	2	60 min
MEDIO	DN 45 mm*	2	60 min
ALTO	DN 45 mm*	3	90 min

2.4. Seguridad y salud.

Ventilación

Tablas aplicables según el Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios.

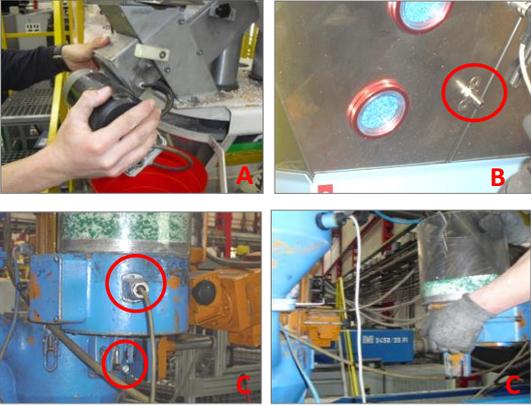
Tabla A.2.13. Método indirecto de caudal de aire exterior por persona

Uso del local y categoría de calidad de aire interior exigible		Con fumadores	Sin fumadores
Hospitales y clínicas Laboratorios Guarderías	IDA 1 (calidad óptima)	0,04 m ³ / s.per 40 dm ³ / s.per 144 m ³ / h.per	0,02 m ³ / s.per 20 dm ³ / s.per 72 m ³ / h.per
Oficinas Locales comunes de hoteles y similares Residencias de ancianos Residencias de estudiantes Salas de lectura Museos Salas de tribunales Aulas de enseñanza y asimilares Piscinas (*)	IDA 2 (buena calidad)	0,025 m ³ / s.per 25 dm ³ / s.per 90 m ³ / h.per	0,0125 m ³ / s.per 12,5 dm ³ / s.per 45 m ³ / h.per
Edificios comerciales Cines y teatros Salones de actos Habitaciones de hoteles y similares Restaurantes, cafeterías y bares Salas de fiestas Gimnasios y locales para el deporte (excepto piscinas) Salas de ordenadores	IDA 3 (calidad media)	0,016 m ³ / s.per 16 dm ³ / s.per 57,6 m ³ / h.per	0,008 m ³ / s.per 8 dm ³ / s.per 28,8 m ³ / h.per

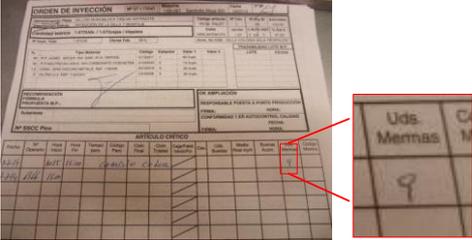
Tabla A.2.14. Método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie

Categoría	Caudal de aire exterior
IDA 1	no aplicable
IDA 2	0,83 dm ³ / s m ²
IDA 3	0,55 dm ³ / s m ²
IDA 4	0,28 dm ³ / s m ²

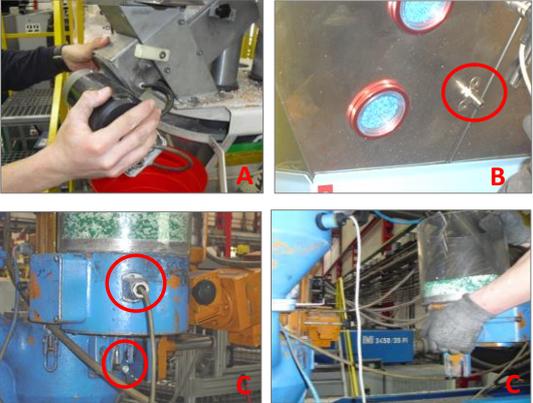
ANEXO 3. TIPOS DE CAMBIO DE COLOR

ESTÁNDAR: CAMBIO DE COLOR METAMÉRICO		Fecha última versión:
Realizado por:		Nº versión: 0
Validado por:		
Nº	FOTO (si es necesario)	Descripción del paso
1		<p>Se debe de disponer de la nueva orden de fabricación y del concentrado entrante antes de realizar el cambio de color.</p> <p>Tipos de dosificador:</p> <p>(A) Dosificador Volumétrico: Parar el dosificador y desmontar el motor. (B) Dosificador Gravimétrico: Parar el dosificador y quitar el tubo de aire comprimido, común o individual, según proceda. (C) Dosificador Werner Koch: Parar el dosificador y desconectar el cable señalado. Después desenroscar la palometa para proceder a desmontar la tolva Máster. Quitar palometa y desenchajar la tolva del concentrado de manera manual.</p> <p>NOTA: Cuando se pare el dosificador, aprovechar el material residente en el horno y la tolva para inyectar piezas buenas hasta que la inyectora no pueda cargar la dosis.</p>
2		<p>Vaciar tolva Máster vertiendo el concentrado en un recipiente, tal como una saca, cubo estandarizado o capazo.</p> <p>NOTA: En el dosificador volumétrico grande accionar trampilla para vaciar concentrado.</p>
3		<p>(A) Dosificador Volumétrico: Desmontar el husillo para una correcta limpieza del mismo, evitando así restos de color de la OF anterior. Posteriormente volver a montarlo. (B) Dosificador Gravimétrico: Limpiar el dosificador realizando un soplado con la pistola de aire comprimido. (C) Dosificador Werner Koch: Desmontar el husillo para una correcta limpieza del mismo, evitando así restos de color de la OF anterior. Posteriormente volver a montarlo apretando la palometa y colocando el cable correspondiente.</p>
4		<p>(A,B,C) Meter en Máster el nuevo concentrado y dosificar la nueva fórmula, según la orden de fabricación, añadiéndole una sobredosis del colorante entrante.</p> <p>ADVERTENCIA: No retener el material en el horno más de 30 minutos para evitar degradaciones.</p> <p>NOTA: Cuando el cambio de color es de un colorante cualquiera a transparente (natural) se limpiará extruyendo el material natural de la pieza. La tolva master se mantendrá vacía.</p>

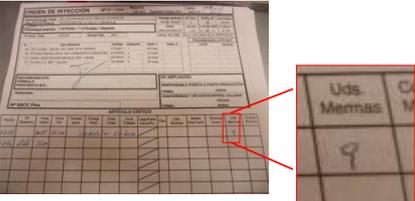
**DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE TEREF TALATO DE POLIETILENO (PET),
POLIPROPILENO (PP) Y ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO (ABS)**

5		<p>Para dosificadores (A,B,C):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pulsamos el controlador para definir la dosificación adecuada y acto seguido comprobamos que funcionan correctamente los dosificadores. 2. Tras realizar todas las operaciones anteriores, en los dosificadores volumétricos, se deberá realizar una pesada para asegurar que el porcentaje de dosificación es el correcto. 3. Si el dosificador es gravimétrico, se deberá calibrar cada una de las estaciones de material que se van a utilizar, así como la tolva de pesaje para evitar variaciones de peso. A la hora de realizar la calibración se deberá hacer con el material de la OF entrante. 4. Retirar todos los restos de colores anteriores dejando sólo los de la orden de fabricación entrante. 5. Verificar que el color es el correcto conforme a especificación de calidad. 			
6		<p>Finalmente, el operario anotará en la primera línea del parte las mermas producidas durante el cambio de color (código 2001).</p> <p>El responsable de materiales debe imputar en Mapex la cantidad de mermas realizadas.</p>			
FIRMAS:					
Responsable Materiales	Jefe de Planta				

DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET),
POLIPROPILENO (PP) Y ACRILONITRILU BUTADIENO ESTIRENO (ABS)

ESTÁNDAR: CAMBIO DE COLOR CRÍTICO		Fecha última versión:																													
		Nº versión: 0																													
Realizado por:	Validado por:																														
Nº	FOTO (si es necesario)	Descripción del paso																													
1		<p>Se debe de disponer de la nueva orden de fabricación y del concentrado entrante antes de realizar el cambio de color.</p> <p>Tipos de dosificador:</p> <p>(A) Dosificador Volumétrico: Parar el dosificador y desmontar el motor. (B) Dosificador Gravimétrico: Parar el dosificador y quitar el tubo de aire comprimido, común o individual, según proceda. (C) Dosificador Werner Koch: Parar el dosificador y desconectar el cable señalado. Después desenroscar la palometa para proceder a desmontar la tolva Máster. Quitar palometa y desencajar la tolva del concentrado de manera manual.</p> <p>NOTA: Cuando se pare el dosificador, aprovechar el material residente en el horno y la tolva para extruir piezas buenas hasta que la extrusora no pueda cargar la dosis.</p>																													
2		<p>Vaciar tolva Máster vertiendo el concentrado en un recipiente, tal como una saca, cubo estandarizado o capazo.</p> <p>NOTA: En el dosificador volumétrico grande accionar trampilla para vaciar concentrado.</p>																													
3		<p>(A) Dosificador Volumétrico: Desmontar el husillo para una correcta limpieza del mismo, evitando así restos de color de la OF anterior. Posteriormente volver a montarlo. (B) Dosificador Gravimétrico: Limpiar el dosificador realizando un soplado con la pistola de aire comprimido. (C) Dosificador Werner Koch: Desmontar el husillo para una correcta limpieza del mismo, evitando así restos de color de la OF anterior. Posteriormente volver a montarlo apretando la palometa y colocando el cable correspondiente.</p>																													
4		<p>(A, B, C) Verter y dosificar ULTRAPURGE a lentas revoluciones del husillo, un 20% de lo normal. Purgar hasta que el material salga por la boquilla con un tono blanquecino y se expanda.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">Kg a verter de ULTRAPURGE según el peso de la dosis inyectada</th> </tr> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Peso inyectada (Kg)</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Kg de ULTRAPURGE</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">De</th> <th style="text-align: center;">Hasta</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0,5</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0,5</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">>1</td> <td style="text-align: center;">1,6</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">>1,6</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">>2</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">7 - 10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">>5</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">15</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">>10</td> <td></td> <td style="text-align: center;">25</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;"></p> <p>ADVERTENCIA: No purgar toda la dosis de material.</p>	Kg a verter de ULTRAPURGE según el peso de la dosis inyectada			Peso inyectada (Kg)		Kg de ULTRAPURGE	De	Hasta	0	0,5	3	0,5	1	4	>1	1,6	5	>1,6	2	6	>2	5	7 - 10	>5	10	15	>10		25
Kg a verter de ULTRAPURGE según el peso de la dosis inyectada																															
Peso inyectada (Kg)		Kg de ULTRAPURGE																													
De	Hasta																														
0	0,5	3																													
0,5	1	4																													
>1	1,6	5																													
>1,6	2	6																													
>2	5	7 - 10																													
>5	10	15																													
>10		25																													

DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET),
POLIPROPILENO (PP) Y ACRILONITRILU BUTADIENO ESTIRENO (ABS)

5		<p>Cargar el horno con la dosis de ULTRAPURGE indicada y seguidamente dosificar material entrante evitando que se quede vacío el horno. Esperar 4 min con la máquina llena y husillo parado para que los aditivos limpiadores actúen.</p>			
6	<p>Velocidad extrusión</p> 	<p>Tras los 4 min, realizar la purga aumentando la velocidad de extrusión para retirar los restos de ULTRAPURGE.</p> <p>NOTA: La purga es más efectiva si se varían ligeramente las velocidades, para crear diferentes flujos.</p>			
7	<p>NOK?</p> 	<p>En caso de que el color sea NOK o la carbonilla permanezcan, repetir el proceso de limpieza de ULTRAPURGE hasta que el aspecto de éste sea OK. (Volver a Paso 4). <u>Máximo 2 veces, si no limpiar el husillo.</u></p>			
8		<p>(A,B,C) Meter en Máster el nuevo concentrado y dosificar la nueva fórmula, según la orden de fabricación, añadiéndole una sobredosis del colorante entrante.</p> <p>ADVERTENCIA: No retener el material en el horno más de 30 minutos para evitar degradaciones.</p> <p>NOTA: Cuando el cambio de color es de un colorante cualquiera a transparente (natural) se limpiará inyectando el material natural de la pieza. La tolva master se mantendrá vacía.</p>			
9		<p>Para dosificadores (A,B,C):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pulsamos el controlador para definir la dosificación adecuada y acto seguido comprobamos que funcionan correctamente los dosificadores. 2. Tras realizar todas las operaciones anteriores, en los dosificadores volumétricos, se deberá realizar una pesada para asegurar que el porcentaje de dosificación es el correcto. 3. Si el dosificador es gravimétrico, se deberá calibrar cada una de las estaciones de material que se van a utilizar, así como la tolva de pesaje para evitar variaciones de peso. A la hora de realizar la calibración se deberá hacer con el material de la OF entrante. 4. Retirar todos los restos de colores anteriores dejando sólo los de la orden de fabricación entrante. 5. Verificar que el color es el correcto conforme a especificación de calidad. 			
10		<p>El operario anotará en la primera línea del parte las mermas producidas durante el cambio de color.</p> <p>El responsable de materiales debe imputar en Mapex la cantidad de mermas.</p>			
FIRMAS:					
Responsable Materiales	Jefe de Planta				

ANEXO 4. MÉTODOS Y TIEMPOS

4.1. Introducción

El Estudio de Métodos es la técnica por excelencia para minimizar la cantidad de trabajo, eliminar los movimientos innecesarios y sustituir métodos. La medición del trabajo a su vez, sirve para investigar, minimizar y eliminar el tiempo improductivo, es decir, el tiempo durante el cual no se genera valor agregado. Una función adicional de la Medición del Trabajo es la fijación de tiempos estándar (tiempos tipo) de ejecución, por ende es una herramienta complementaria en la misma Ingeniería de Métodos, sobre todo en las fases de definición e implantación. Además de ser una herramienta para obtener el coste de las operaciones.

En el proceso de fijación de los tiempos estándar quizá sea necesario emplear la medición para:

- Comparar la eficacia de varios métodos, los cuales en igualdad de condiciones el que requiera de menor tiempo de ejecución será el óptimo.
- Repartir el trabajo dentro de los equipos, con ayuda de diagramas de actividades múltiples, con el objetivo de efectuar un balance de los procesos.
- Determinar el número de máquinas que puede atender un operario.

Una vez el tiempo estándar (tipo) se ha determinado, este puede utilizarse para:

- Obtener la información de base para el programa de producción.
- Obtener información en qué basar cotizaciones, precios de venta y plazos de entrega.
- Fijar normas sobre el uso de la maquinaria y la mano de obra.
- Obtener información que permita controlar los costos de la mano de obra (incluso establecer planes de incentivos) y mantener costos estándar.

En la tabla A.4.1 se muestra el procedimiento básico para realizar una Medición del Trabajo.

Tabla A.4.1. Etapas para efectuar sistemáticamente la medición del trabajo

SELECCIONAR	El trabajo que va a ser objeto de estudio.
REGISTRAR	Todos los datos relativos a las circunstancias en que se realiza el trabajo, a los métodos y a los elementos de actividad que suponen.
EXAMINAR	Los datos registrados y el detalle de los elementos con sentido crítico para verificar si se utilizan los métodos y movimientos más eficaces, y separar los elementos improductivos o extraños de los productivos.
MEDIR	La cantidad de trabajo de cada elemento, expresándola en tiempo, mediante la técnica más apropiada de medición del trabajo.
COMPILAR	El tiempo estándar de la operación previendo, en caso de estudio de tiempos con cronómetro, suplementos para breves descansos, necesidades personales, etc.
DEFINIR	Con precisión la serie de actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado y notificar que ese será el tiempo estándar para las actividades y métodos especificados.

"El Estudio de Tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en

condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida"

4.2. Valoración del ritmo de trabajo y tiempo estándar

La valoración del ritmo de trabajo se define como: la valoración del ritmo de trabajo es la justipreciación por correlación con el concepto que se tiene de lo que es el ritmo estándar.

Esto significa comparar el ritmo real del trabajador; esta idea se debe formar mentalmente al apreciar cómo trabajan de manera natural los trabajadores calificados cuando utilizan el método de ejecución en el que se basa el estudio de tiempos.

Por otro lado el desempeño tipo se define como: desempeño tipo es el rendimiento que obtienen naturalmente y sin forzarse los trabajadores calificados, como promedio de la jornada o turno, siempre que conozcan y respeten el método especificado y que se los haya motivado para aplicarse.

Conceptualmente existe una evidente claridad acerca de lo que es la valoración del ritmo y el desempeño estándar. Ahora, existen dos premisas que pueden resultar valiosas para inferir un método justo de valoración, estas son:

1. La velocidad de movimiento de las extremidades de un hombre de físico corriente al caminar sin carga, en terreno llano y en línea recta es de 6,4 kilómetros por hora.
2. El tiempo empleado por un trabajador calificado en la tarea de repartir los 52 naipes de una baraja es de 22,5 segundos.

Se puede inferir entonces que la velocidad de 6,4 kilómetros por hora se le valore con 100, y si es más rápido será el punto de vista del especialista y su experiencia la que determinan si este trabaja a 90, 105, 115, etc.

Los especialistas acostumbran a redondear las valoraciones al múltiplo de 5 más próximo, por ejemplo, si se considera que el ritmo es superior en 8% al ritmo estándar, se registra el valor 110. Si las valoraciones del ritmo de trabajo fuesen siempre perfectas, siempre se cumpliría lo siguiente:

$$\textit{Tiempo observado} \cdot \textit{Valorización} = \textit{Constante}$$

Al calcular el tiempo corregido (suavizado por la valoración), la valoración registrada es el numerador de una fracción en la que el denominador es la valoración estándar. Asumiendo que esta valoración estándar es 100, la fracción viene a ser un porcentaje, que al ser multiplicado por el tiempo observado, da la constante denominada tiempo básico o normal.

$$\textit{Tiempo Normal o Básico} = \textit{Tiempo Obsevado} \cdot \frac{\textit{Valoración determianda}}{\textit{Valoración estándar}}$$

Este tiempo normal o básico, representa el tiempo que se invertiría en ejecutar el elemento si el operario trabajara al ritmo estándar en vez de hacerlo a una velocidad mayor.

4.3. Suplementos

En la etapa de valoración del ritmo de trabajo se obtiene el tiempo básico o normal del trabajo. Si con este tiempo calculamos la cantidad de producción estándar que se debe obtener durante un periodo dado, encontraríamos que difícilmente se pueda alcanzar este estándar. La anterior afirmación despertaría un análisis de las causas de la fallida estimación de producción, y lo más probable que se encuentre es que:

- Existan causas asignables al trabajador.
- Existan causas asignables al trabajo estudiado.
- Existan causas no asignables.

Incluso cuando se haya ideado el método más práctico, económico y eficaz de trabajo, y cuando se haya efectuado el más preciso proceso de cronometraje y valoración de la cadencia, no podemos olvidar que la tarea seguirá exigiendo un esfuerzo humano, por lo que hay que prever ciertos suplementos para compensar la fatiga y descansar. De igual manera, debe preverse un suplemento de tiempo para que el trabajador pueda ocuparse de sus necesidades personales y quizá haya que añadir al tiempo básico otros suplementos más.

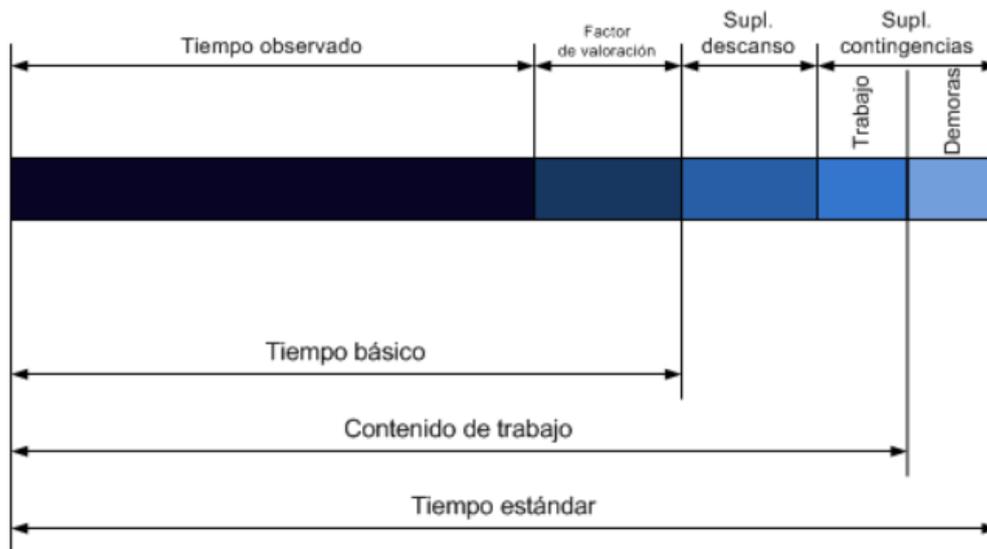


Figura A.4.1. Valorización de tiempos de trabajo y suplementos. Elaboración propia

A continuación, se muestra un ejemplo de un sistema de suplementos por descanso (basado en el método de valoración objetiva con estándares de fatiga) como porcentaje de los tiempos normales.

DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET),
POLIPROPILENO (PP) Y ACRILONITRILÓ BUTADIENO ESTIRENO (ABS)

Tabla A.4.2. Sistema de suplemento por descanso

SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO					
SUPLEMENTOS CONSTANTES	HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER
Necesidades personales	5	7	e) Condiciones atmosféricas		
Básico por fatiga	4	4	Índice de enfriamiento, [minical/cm ² /seg]		
SUPLEMENTOS VARIABLES			16		0
a) Trabajo a pie			14		0
Trabajo a pie	2	4	12		0
			10		3
b) Postura anormal			8		10
Ligeramente incómoda	0	1	6		21
Incómoda	2	3	5		31
Muy incómoda	7	7	4		45
			3		64
c) Uso de la fuerza			2		100
Peso levantado por Kg			f) Tensión visual		
2,5	0	1	Trabajos de cierta precisión	0	0
5	1	2	Trabajos fatigosos	2	2
7,5	2	3	Trabajos de gran precisión	5	5
10	3	4	g) Ruido		
12,5	4	6	Continuo	0	0
15	5	8	Intermitente y fuerte	2	2
17,5	7	10	Intermitente y muy fuerte	5	5
20	9	13	Estridente	7	7
22,5	11	16	h) Tensión mental		
25	13	20	Proceso algo complejo	1	1
30	17	-	Proceso complejo	4	4
33,5	22	-	Proceso muy complejo	8	8
			i) Monotonía mental		
d) Iluminación			Trabajo algo monótono	0	0
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo monótono	1	1
Bastante por debajo	2	2	Trabajo muy monótono	4	4
Insuficiente	5	5	j) Monotonía física		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

4.4. Cálculo de tiempos

1. Tiempo promedio

$$T_e = \frac{\sum Lecturas}{Lecturas Consistentes}$$

2. Tiempo básico o normal

- d) En el caso de haberse determinado una valoración para cada elemento, se procederá así para cada elemento (T_n = Tiempo Normal):

$$T_n = T_e \cdot \frac{Valor Atribuido}{Valor Estándar}$$

- e) En el caso de haberse determinado una valoración para cada elemento, se procederá así para cada elemento (T_n = Tiempo Normal):

$$T_n = T_e \cdot \frac{\sum Valor Atribuido}{Valor Estándar \cdot LC}$$

3. Tiempo concedido por elemento

En este paso, al tiempo básico o normal se le suman las tolerancias por suplementos concedidos, obteniéndose el tiempo concedido por cada elemento.

$$T_t = T_n \cdot (1 + Suplemento)$$

4. Tiempo concedido total

En este paso se calcula la frecuencia por operación o pieza de cada elemento, es decir, ¿cuántas veces se ejecuta el elemento para producir una pieza?.

$$T_{tc} = T_t \cdot Frecuencia$$

5. Tiempo estándar o tipo

$$Tiempo Estándar = \sum T_{tc}$$

4.5. Saturación del trabajador

Ejemplo: máquina con 2000 ciclos/h, produce paquetes de 25 ud y hay 10 paquetes/caja. Unidad de medida 1 paquete. Tiempo estándar que invierte el operario 6,89 seg.

$$T.Máq = \frac{3600 \text{seg/h}}{2000 \text{ciclos/h}} \cdot \frac{1}{\frac{10 \text{paq}}{\text{caja}}} \cdot 25 \frac{\text{ud}}{\text{paq}} = 4,5 \frac{\text{seg}}{\text{paq}} ; SAT = \frac{\sum T_{tc}}{T.maq} = \frac{6,89}{4,5} = 1,53 \frac{\text{op}}{\text{maq}}$$

De este resultado se desprende que hace falta añadir un operario para realizar la operación, pues la saturación máxima permitida para cualquier persona ronda el 1,12-1,15.

ANEXO 5. GUÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA HUELLA DE CARBONO

5.1. Contabilización de Emisiones

5.1.1. Alcance 1

5.1.1.1. Desplazamientos en vehículos y equipos de combustión fija

Con el fin de simplificar los cálculos, no se considera necesaria la contabilización de otros GEI distintos del CO₂ en las emisiones asociadas al transporte, por ser en general de un orden de magnitud sustancialmente inferior a las emisiones de CO₂.

Así, en este apartado se incluye el transporte realizado por la flota de vehículos propia y ajena respecto de la que la organización tiene control.

Se incluyen las emisiones derivadas del consumo de combustibles en instalaciones fijas, como calderas, hornos, quemadores, turbinas, calentadores, incineradores, motores, etc.

DATO DE ACTIVIDAD

- Litros de combustible (normalmente, gasóleo A o gasolina) consumidos.
- Kilómetros recorridos y marca y modelo del vehículo.
- Gas natural [kWh], gas butano [Kg o número de bombonas], etc.

En caso de disponer de vehículos eléctricos, será necesario recopilar el dato de la electricidad consumida (kWh) durante el periodo de cálculo. El factor de emisión a emplear se corresponderá con el valor medio del mix eléctrico de las empresas comercializadoras de electricidad sin GdO de la electricidad renovable que han operado en España durante el año de estudio.

FACTOR DE EMISIÓN 2.017

Tabla A.5.1. Factor de emisión. Fuente: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero

	COMBUSTIBLE [FE]	[FE 2.017]
VEHÍCULOS	Gasolina [KgCO ₂ /l]	2,180
	Gasoleo A o B [KgCO ₂ /l]	2,520
	GNL [KgCO ₂ /kWh]	0,203
	GNC [KgCO ₂ /kWh]	0,203
	GLP [KgCO ₂ /l]	1,671
EQUIPOS DE COMBUSTIÓN FIJA	Gas natural [KgCO ₂ /kWh]	0,203
	Gas butano [KgCO ₂ /Kg]	2,964
	Gas propano [KgCO ₂ /Kg]	2,938
	Fuelóleo [KgCO ₂ /Kg]	3,127
	GLP genérico [KgCO ₂ /l]	1,671
	Carbón nacional [KgCO ₂ /Kg]	2,227
	Carbón de importación [KgCO ₂ /Kg]	2,444
Coque de petróleo [KgCO ₂ /Kg]	3,169	

5.1.1.2. Utilización de biomasa

Según la Decisión de la Comisión de 18 de julio de 2.007 por la que se establecen directrices para el seguimiento y la notificación de las emisiones de GEI10, se entiende por biomasa el material orgánico no fosilizado y biodegradable que procede de plantas, animales y microorganismos, incluidos productos, subproductos, residuos y residuos de la agricultura, la silvicultura y las industrias relacionadas, las fracciones orgánicas no fosilizadas y biodegradables de residuos industriales y municipales y, también, los gases y líquidos recuperados de la descomposición de material orgánico no fosilizado y biodegradable.

A los efectos de cálculo, no se considera la biomasa como fuente emisora de GEI.

5.1.1.3. Refrigeración y climatización

Se puede considerar que para organizaciones de pequeña magnitud, las emisiones de GEI asociadas a los gases fluorados son las originadas por los equipos de refrigeración y climatización (aire acondicionado y bombas de calor). Estas emisiones son producidas durante todas las etapas del ciclo de vida de los equipos, es decir, durante el proceso de instalación, uso y eliminación de los mismos. Para simplificar los cálculos, se pueden despreciar las emisiones derivadas de la instalación y eliminación de los equipos.

DATO DE ACTIVIDAD (cantidad de gas fugado)

En caso de que en la organización existan equipos de refrigeración y/o climatización, será necesario conocer el tipo de gas refrigerante que consume el equipo y disponer de un registro de la cantidad (Kg, g, etc.) de gas que se ha recargado en cada equipo durante el año de estudio ya que, se asume que el dato de la actividad buscado, cantidad de gas fugado durante un periodo determinado, equivale a la cantidad de gas que se recarga durante dicho periodo.

FACTOR DE EMISIÓN (Potencial de Calentamiento Global - PCG)

También llamado potencial de calentamiento atmosférico (PCA) es el factor que describe el impacto de la fuerza de radiación (grado de daño a la atmósfera) de una unidad de un determinado GEI en relación a una unidad de CO₂. Es una relación que determina las emisiones generadas por un gas en comparación a las generadas por la misma masa de CO₂, es por ello adimensional. El PCG de los gases permite el cálculo de los impactos radiactivos de los diferentes GEI en términos de una unidad de medida uniforme: toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂eq).

Como se comentaba anteriormente, los factores de emisión para los gases fluorados equivalen a sus respectivos PCG.

Alcance 2

5.1.1.4. Consumo eléctrico

DATOS DE ACTIVIDAD

El dato de actividad será el consumo de electricidad procedente de proveedores externos del año para el que se esté realizando el cálculo. Por lo tanto, los datos a emplear son los kWh reflejados en las facturas de electricidad del año en cuestión.

Cabe destacar que existen pérdidas por transporte y distribución en la red, de manera que para que un consumidor pueda disponer de una cantidad determinada de kWh, ha tenido que ser producida una cantidad mayor.

Algunas metodologías indican que para evitar una doble contabilidad entre las emisiones asignadas al consumidor y las emisiones asignadas al productor, los consumidores finales de la electricidad no deben incluir las emisiones debidas a las pérdidas por transporte y distribución en el alcance 2. Si la organización conoce este dato y decide incluir dichas emisiones, deberá hacerlo dentro del alcance 3 (emisiones indirectas debidas a pérdidas por T&D).

FACTOR DE EMISIÓN

Para calcular las emisiones asociadas al consumo eléctrico, debe aplicarse el factor de emisión atribuible a la comercializadora. Este dato se puede encontrar en las facturas de la compañía suministradora o bien en el documento “Mix Comercial y Factores de Impacto Medio Ambiental” que se encuentra en la web de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC), en el que se indica el dato “Emisiones de CO₂ (Kg CO₂/kWh)” según la comercializadora.

En el caso en el que el consumidor tenga contratada la electricidad con redención completa de Garantía de Origen, su factor de emisión no se correspondería con el de la comercializadora, sino que, si la redención concierne a GdO de energías renovables, se considerará nulo.

Tabla A.5.2. Factor de emisión dependiendo de la fuente energética. Fuente: mapama.gob.es

	FACTOR DE EMISIÓN	UNIDAD
CON GdO RENOVABLE	0	gCO ₂ /kWh
SIN GdO	Variable según compañía	gCO ₂ /kWh

5.1.1.5. Instalaciones de energía renovable

Si una organización dispone de instalaciones para la generación de energía renovable, repercutirá en una reducción del consumo energético. Este hecho se verá reflejado en el resultado final de la huella de carbono, al tener un dato de actividad de consumo eléctrico derivado de combustibles fósiles menor que aquél que tendría si no dispusiese de esta fuente de energía renovable.

5.2. Plan de mejora

A continuación se presentan una serie de medidas que puedan servir de orientación. Es importante destacar que la implantación de estas medidas, además de lograr reducir las emisiones de CO₂, contribuirá a reducir costes asociados al consumo energético bien, por una optimización del uso de las instalaciones o bien por la sustitución de equipamientos más eficientes en términos energéticos.

Tabla A.5.3. Medidas y buenas prácticas para la reducción de las emisiones de CO₂ y costes por consumo eléctrico

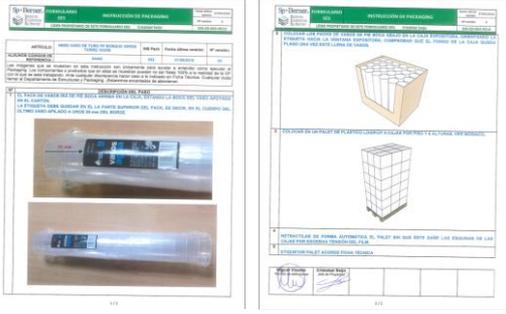
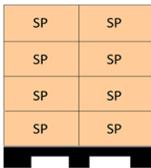
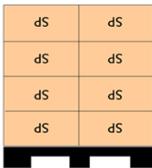
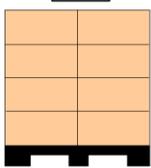
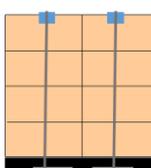
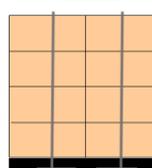
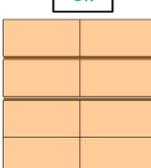
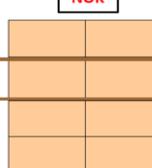
MEJORA DE LA ENVOLVENTE	<ul style="list-style-type: none"> - Sustitución de marcos y cristales - Reducción de infiltraciones a través de puertas y ventanas - Aislamiento de la envolvente - Cubiertas ajardinadas - Instalación de cortinas de aire en puertas exteriores
ILUMINACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Aprovechamiento de la luz natural - Sustitución lámparas incandescentes por fluorescentes - Sustitución lámparas halógenas convencionales por lámparas halógenas IRC - Sustitución de balastos electromagnéticos por balastos electrónicos - Instalación de detectores de presencia - Iluminación mediante lámparas LED
CLIMATIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Instalación de paneles solares térmicos - Instalación de válvulas termoestáticas en radiadores - Regulación de la temperatura de climatización - Sustitución de caldera por otra más eficiente - Aislamiento del circuito de distribución de climatización - Sustitución de carbón o gasoil por biomasa o gas natural - Sustitución de radiadores por bombas de calor - Recuperación de calor - Utilización de toldos y persianas - Regulación del aire acondicionado a 26°C en verano y 21°C en invierno
EQUIPOS	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de regletas múltiples con interruptor - Apagado aparatos eléctricos - Instalación de variadores de velocidad en motores - Uso de motores de alta eficiencia - Instalación de paneles solares térmicos
GENERACIÓN ELÉCTRICA	<ul style="list-style-type: none"> - Instalación de sistemas de cogeneración - Instalación de paneles solares fotovoltaicos
REFRIGERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Control de la temperatura de refrigeración - Mantenimiento de las puertas cerradas - Evitar proximidad fuente de calor – equipo refrigerador - Dejar espacio para la ventilación - Control de las pérdidas de refrigerante
TRANSPORTE	<ul style="list-style-type: none"> - Gestión de rutas - Uso de vehículos menos contaminantes - Hinchar los neumáticos con nitrógeno seco - Evitar cargas innecesarias en el vehículo - Utilizar vehículos eléctricos

ANEXO 6. RETRACTILADO Y PALETIZADO

6.1. Método de trabajo

		ESTÁNDAR: RETRACTILADO MANUAL		Fecha última versión:
				Nº versión: 0
		Realizado por:	Validado por:	
Nº	FOTO (si es necesario)	Descripción del paso		
1		<p>CÓMO EMPEZAR A RETRACTILAR</p> <p>Sujetar al inicio del film entre capas de producto.</p>		
2		<p>CÓMO DAR LAS VUELTAS DE FILM AL PALET</p> <p>Siempre hay que retractilar primero de abajo hacia arriba y posteriormente de arriba hacia abajo.</p>		
3		<p>SOLAPAMIENTO DEL FILM</p> <p>El solape de film debe ser de un 20%-30% del ancho del mismo.</p>		
4		<p>TENSION DEL FILM</p> <p>El film debe llevar la tensión justa de manera que el acabado del palet tras el retractilado quede como se indica en la imagen adjunta.</p>		
5		<p>CÓMO SE FIJA EL FILM PARA TERMINAR</p> <p>El extremo del film se debe meter entre capas del film para evitar que con el tiempo se caiga</p>		
FIRMAS:				
	Responsable Packaging	Jefe de Planta		

DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE TEREF TALATO DE POLIETILENO (PET),
POLIPROPILENO (PP) Y ACRILONITRILLO BUTADIENO ESTIRENO (ABS)

		ESTÁNDAR: PALETIZADO MANUAL		Fecha última versión:
		Realizado por:	Validado por:	Nº versión: 0
Nº	FOTO (si es necesario)	Descripción del paso		
1		<p>SIEMPRE QUE EXISTAN LEER LAS INSTRUCCIONES DE PACKAGING</p> <p>El documento de Instrucciones de Packaging se encuentra disponible en la estructura de cada producto, en el apartado Documentos Asociados. También está disponible en Mapex.</p> <p>En caso de necesidad solicitar al departamento de Calidad o Jefe de Equipo / Planta</p>		
2	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>OK</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>NOK</p>  </div> </div>	<p>ORIENTACIÓN DE LA CARGA</p> <p>Colocar la carga de manera que siempre se puedan leer los textos.</p>		
3	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>OK</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>NOK</p>  </div> </div>	<p>OCUPACIÓN DEL PALET</p> <p>La carga siempre debe colocarse de manera que no sobresalga del palet. Si siguiendo lo indicado en las instrucciones de packaging o método de trabajo la carga se sale del palet, avisar a estructuras.</p>		
4	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>OK</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>NOK</p>  </div> </div>	<p>PROTECCIÓN DE LA CARGA FLEJADA</p> <p>Si fuera necesario flejar la carga, colocar protecciones para que el fleje no dañe la carga.</p>		
5	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>OK</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>NOK</p>  </div> </div>	<p>COLOCACIÓN DE INTERCALADORES Y PLANCHAS DE CARTÓN</p> <p>Cuando se coloquen intercaladores, estos no deben sobresalir de la carga.</p>		

FIRMAS:

Responsable de Packaging	Jefe de Planta				
--------------------------	----------------	--	--	--	--

6.2. Cálculo de necesidades de almacenaje en palets

- Palet a utilizar: palet Americano de dimensiones 1x1,2 metros.
- Velocidad de giro del plato de la máquina de retractilado:
Datos: velocidad de giro 7 rpm; diámetro del plato 1,5 m.

$$7 \text{ rpm} \rightarrow 7 \text{ rpm} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{60 \text{ s}} = 0,733 \frac{\text{rad}}{\text{s}} ; v = w \cdot r = 0,733 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot 0,75 \text{ m} = 0,549 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Entonces para conseguir un metro de retractilado se invierten 1,82 segundos. Dado que el palet tiene un perímetro de 4,40 metros, se invierten 8 segundos en dar una vuelta completa.

- Número de palets a paletizar en un día:

Granza:

Datos: peso saco 25 Kg; tamaño de saco 500x310x118 mm; 7 sacos por piso de palet; 8 alturas por palet; producción diaria 29.000 Kg.
Cálculos sin considerar el peso y altura del palet.

- Altura total del palet: $8 \cdot 0,118 \text{ m} = 0,994 \text{ m}$
- Peso total del palet: $8 \cdot 7 \text{ sacos} \cdot 25 \frac{\text{Kg}}{\text{sacos}} = 1.400 \frac{\text{Kg}}{\text{palet}}$
- Número de palets al día: $\frac{29.000 \text{ Kg}}{1.400 \frac{\text{Kg}}{\text{palet}}} = 20,71 \text{ palets} \rightarrow 21 \text{ palets}$

Filamento:

Datos: peso bobina 2 Kg; dimensión bobina $\Phi 240 \times 100$ mm; bobinas por caja 18; tamaño de caja 500x600x400 mm; 4 cajas por piso de palet; 3 alturas por palet; producción diaria 5.000 Kg.
Cálculos sin considerar el peso y altura del palet.

- Altura total del palet: $3 \cdot 0,50 \text{ m} = 1,50 \text{ m}$
- Peso total del palet: $3 \cdot 4 \frac{\text{cajas}}{\text{altura}} \cdot 18 \frac{\text{ud}}{\text{caja}} \cdot 2 \frac{\text{Kg}}{\text{ud}} = 432 \frac{\text{Kg}}{\text{palet}}$
- Número de palets al día: $\frac{5.000 \text{ Kg}}{432 \frac{\text{Kg}}{\text{palet}}} = 11,57 \text{ palets} \rightarrow 12 \text{ palets}$

Por tanto, el número total de palets a paletizar al día es de 33 unidades.

- Tiempo invertido en paletizar por la máquina paletizadora:
Datos: 8 segundos en dar una vuelta al palet; 10 vueltas de retractilado por palet; 33 palets en total.

Por tanto, el tiempo invertido será: $33 \cdot 8 \cdot 10 = 2.640 \text{ s} = 44 \text{ min}$

ANEXO 7. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

PRIMER PASO. Cálculo de consumos estimados

La instalación se diseña para abastecer los elementos de las oficinas (ordenadores e impresoras), aire acondicionado y ventilación. Tendremos:

$$Total\ consumos\ por\ día\ estimados\ (Cde) = 156,1 \frac{kWh}{día}$$

Aplicamos un rendimiento de la instalación del 75 % para calcular la energía total necesaria para abastecer la demanda:

$$Total\ energía\ necesaria\ (Ten) = \frac{Cde}{0,75} = 208,13 \frac{kWh}{día}$$

SEGUNDO PASO. Radiación solar disponible

Para obtener la radiación solar incidente, se pueden utilizar tablas con estimaciones ya existentes. Una buena fuente de estas estimaciones es la aplicación PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System – European Commission, Joint Research Center).

Nuestra instalación está en Valencia; utilizando la aplicación PVGIS obtenemos los siguientes valores:

- Latitud: 39°28'11" Norte
- Longitud: 0°22'34" Oeste
- Potencia nominal de la instalación solar fotovoltaica: 1 kWp
- Pérdidas estimadas debido a la temperatura y niveles bajos de irradiancia: 15,7 %
- Pérdidas estimadas debido a los efectos de la reflectancia angular: 2,40 %
- Otras pérdidas (cable, inversor, etc.): 14 %
- Pérdidas combinadas del sistema FV: 29,30 %
- Inclinación de los módulos: 35 deg.
- Orientación de los módulos: 0 deg.

Tabla A.7.1. Valores de producción de electricidad y de irradiación

MES	Ed [kWh]	Em [kWh]	Hd [kWh/m ²]	Hm [kWh/m ²]
ENERO	3,17	98,2	4,24	131
FEBRERO	3,78	106	5,14	144
MARZO	4,47	139	6,22	193
ABRIL	4,56	137	6,48	194
MAYO	4,70	146	6,76	210
JUNIO	4,84	145	7,05	212
JULIO	4,91	152	7,24	225
AGOSTO	4,67	145	6,91	214
SEPTIEMBRE	4,27	128	6,23	187
OCTUBRE	3,83	119	5,48	170
NOVIEMBRE	3,26	97,9	4,47	134
DICIEMBRE	2,89	89,5	3,83	119
PROMEDIO	4,11	125	5,84	178

Donde:

- $E_d \rightarrow$ Producción media diaria de energía eléctrica del sistema (kWh).
- $E_m \rightarrow$ Producción media mensual de energía eléctrica del sistema (kWh).
- $H_d \rightarrow$ suma diaria promedio de irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema (kWh/m²).
- $H_m \rightarrow$ suma promedio de irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema (kWh/m²).

El mes más desfavorable de radiación, observamos que es en diciembre con 3,83 kWh·m²/día. De forma que dimensionaremos la instalación para las condiciones mensuales más desfavorables de insolación, y así nos aseguramos que cubriremos la demanda durante todo el año.

Una vez conocemos la radiación solar incidente, la dividimos entre la radiación solar incidente que utilizamos para calibrar los módulos (1 kW/m²), y obtendremos la cantidad de horas sol pico (HSP). A efectos prácticos en nuestro caso este valor no cambia, pero utilizaremos el concepto de HSP (horas sol pico) que es el número de horas equivalente que tendría que brillar el sol a una intensidad de 1.000 W/m² para obtener la insolación total de un día, ya que en realidad el sol varía la intensidad a lo largo del día.

$$HSP = \frac{\text{Radiación solar tablas}}{1 \frac{kW}{m^2}} = 3,83 \text{ HSP}$$

TERCER PASO. Cálculo de paneles solares necesarios

Para realizar este cálculo hemos elegido módulos de 325 W. Este dato viene dado en las características técnicas de los módulos elegidos según cada modelo y fabricante.

$$\text{Número de módulos} = \frac{\text{Energía necesaria}}{\text{HSP} \cdot \text{Rendimiento de trabajo} \cdot \text{Potencia pico módulo}}$$

El rendimiento de trabajo tiene en cuenta pérdidas producidas por el posible ensuciamiento y/o deterioro de los paneles fotovoltaicos, normalmente 0,70 – 0,80.

$$N_{md} = \frac{208.130}{3,83 \cdot 0,80 \cdot 325} = 209 \text{ módulos}$$

Con los módulos elegidos de 325 vatios pico (Wp), obtendremos una instalación de 67.925 Wp totales (209x325 Wp), con una superficie requerida de 406 m². Como los módulos se colocarán en las dos vertientes de cubierta que están orientadas al sur y la superficie total de estas es 700 m²; tenemos superficie suficiente para instalar el número de paneles calculado.

CUARTO PASO. Selección del convertidor

Finalmente, ya sólo quedaría elegir un regulador de carga y un convertidor de corriente continua a corriente alterna para poder disponer de corriente alterna a 220 V.

Los reguladores de carga vienen determinados por la intensidad máxima de trabajo y por el voltaje en que hayamos diseñado nuestra instalación.

La potencia del convertidor de CC/AC la tendremos que elegir en función de la suma de todas las potencias nominales de los equipos consumidores multiplicado por el coeficiente de simultaneidad de uso de estos (normalmente valores que van de 0,50-0,70). En nuestro caso la potencia total estimada es de 3.450 W.

$$\text{Potencia Convertidor} = 22.479 \cdot 0,70 = 15.735,3 \text{ W}$$

Así pues, con dos convertidores de 10.000 W cada uno sería suficiente para nuestro caso. Establecemos una potencia mayor por si se conectara otro equipo con mayor consumo o por si se diera el caso de instalar un número mayor de módulos fotovoltaicos.

ANEXO 8. TABLAS PARA EL CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Tabla A.8.1. Resumen de las tablas de la UNE 20460 5.523 (2.004)

-Dimensionado Térmico de Circuitos en instalaciones interiores ITC 019 → UNE 20460 5.523 (2004)

Tablas 52-B2: Sistemas de canalización → método de referencia

Tablas 52-B1: Métodos de instalación de referencia

Tabla A52 -1: Tabla de intensidades admisibles (conductores no enterrados, 30°C)

Tabla A52 -2: Tabla de intensidades admisibles (conductores enterrados Ref.D, 20°C)

- Factores de corrección para la tabla A52-1 (todos los sistemas de instalación excepto D (enterrado)

Tabla 52-D1: Factor de corrección K_T por temperatura ambiente $\neq 30^\circ\text{C}$

Tabla 52-E1: Factor. corrección K_A por agrupamiento de circuitos (General)

Tabla 52-E4: Factor corrección K_A por agrupamiento de cables multiconductores (métodos de instalación E específicos: bandeja multicapa)

Tabla 52-E5: Factor corrección K_A por agrupamiento de circuitos con cables unipolares, (métodos de instalación F específicos bandeja multicapa)

$$I_Z = I_{\text{tabla A52-1}} \cdot K_T \cdot K_A$$

- Factores de corrección para la tabla A52-2 (sist. de instalación enterrado Ref.D)

Tabla 52-D2: Factor de corrección K_T por temperatura del terreno $\neq 20^\circ\text{C}$

Tabla 52-D3: Factor. corrección K_R por resistividad del terreno $\neq 2,5 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$

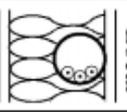
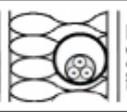
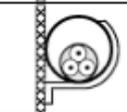
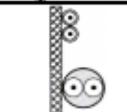
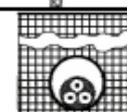
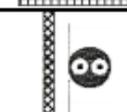
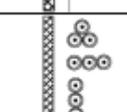
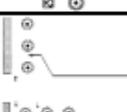
Tabla 52-E2: Factor corrección K_A por agrupamiento de varios circuitos , cables directamente enterrados (ref.D, monoconductores o policonductores)

Tabla 52-E3: Factor corrección K_A por agrupamiento de varios circuitos cables instalados conductos o tubos enterrados

$$I_Z = I_{\text{tabla A52-2}} \cdot K_T \cdot K_R \cdot K_A$$

Tabla A.8.2. Métodos de instalación de referencia

TABLA 52-B1 (UNE 20460-5-523:2004) Métodos de instalación de referencia

Instalación de referencia			Tabla y columna			
			Intensidad admisible para los circuitos simples			
			Aislamiento PVC		Aislamiento XLPE o EPR	
			Número de conductores			
			2	3	2	3
	Local Conductores aislados en un conducto en una pared térmicamente aislante	A1	Tabla A.52-1 bis columna 4	Tabla A.52-1 bis columna 3	Tabla A.52-1 bis columna 7	Tabla A.52-1 bis columna 6
	Local Cable multiconductor en un conducto en una pared térmicamente aislante	A2	Tabla A.52-1 bis columna 3	Tabla A.52-1 bis columna 2	Tabla A.52-1 bis columna 6	Tabla A.52-1 bis columna 5
	Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B1	Tabla A.52-1 bis columna 6	Tabla A.52-1 bis columna 5	Tabla A.52-1 bis columna 10	Tabla A.52-1 bis columna 8
	Cable multiconductor en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B2	Tabla A.52-1 bis columna 5	Tabla A.52-1 bis columna 4	Tabla A.52-1 bis columna 8	Tabla A.52-1 bis columna 7
	Cables unipolares o multipolares sobre una pared de madera o mampostería	C	Tabla A.52-1 bis columna 8	Tabla A.52-1 bis columna 6	Tabla A.52-1 bis columna 11	Tabla A.52-1 bis columna 9
	Cable multiconductor en conductos enterrados	D	Tabla A.52-2 bis columna 3	Tabla A.52-2 bis columna 4	Tabla A.52-2 bis columna 5	Tabla A.52-2 bis columna 6
	Cable multiconductor al aire libre Distancia al muro no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable	E	Tabla A.52-1 bis columna 9	Tabla A.52-1 bis columna 7	Tabla A.52-1 bis columna 12	Tabla A.52-1 bis columna 10
	Cables unipolares en contacto al aire libre Distancia al muro no inferior al diámetro del cable	F	Tabla A.52-1 bis columna 10	Tabla A.52-1 bis columna 8	Tabla A.52-1 bis columna 13	Tabla A.52-1 bis columna 11
	Cables unipolares espaciados al aire libre Distancia entre ellos como mínimo el diámetro del cable	G	---	Ver UNE 20460-5-523	----	Ver UNE 20460-5-523

XLPE: Polietileno reticulado (90°C) EPR: Etileno-propileno (90°C) PVC: Policloruro de vinilo (70°C)

Cobre: $\rho_{20} = 1/56 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$; Aluminio: $\rho_{20} = 1/35 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$

$$\rho = K_{\theta} \cdot \rho_{20}$$

Para el cobre y el aluminio: $\theta = 70^{\circ}\text{C} \rightarrow K_{\theta} = 1,20$; $\theta = 90^{\circ}\text{C} \rightarrow K_{\theta} = 1,28$

POTENCIAS NORMALIZADAS DE TRANSFORMADORES (EN KVA):

5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000

FACTORES DE MAYORACIÓN K_0 : 1,25 para motores y 1,8 para lámparas de descarga

Tabla A.8.3. Intensidad admisible a Tª ambiente 30 °C

TABLA A52-1 Intensidades admisibles (A) ; T. amb 30°C en el aire												
Método de instalación de la tabla 52 - B1	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
	A1	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
B1				PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2		XLPE2		
B2			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2					
C					PVC3		EVC2	XLPE3		XLPE2		
E						PVC3		PVC2	XLPE3	XLPE2		
F							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sección mm²												
Cu												
1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	18,5	19,5	22	23	24	26	-
2,5	17,5	18	19,5	21	23	25	27	30	31	33	36	-
4	23	24	26	28	31	34	36	40	42	45	49	-
6	29	31	34	36	40	43	46	51	54	58	63	-
10	39	42	46	50	54	60	63	70	75	80	86	-
16	52	56	61	68	73	80	85	94	100	107	115	-
25	68	73	80	89	95	101	110	119	127	135	149	161
35	-	-	-	110	117	126	137	147	158	169	185	200
50	-	-	-	134	141	153	167	179	192	207	225	242
70	-	-	-	171	179	196	213	229	246	268	289	310
95	-	-	-	207	216	238	258	278	298	328	352	377
120	-	-	-	239	249	276	299	322	346	382	410	437
150	-	-	-	-	285	318	344	371	395	441	473	504
185	-	-	-	-	324	362	392	424	450	506	542	575
240	-	-	-	-	380	424	461	500	538	599	641	679
Aluminio												
2,5	13,5	14	15	16,5	18,5	19,5	21	23	24	26	28	-
4	17,5	18,5	20	22	25	26	28	31	32	35	38	-
6	23	24	26	28	32	33	36	39	42	45	49	-
10	31	32	36	39	44	46	49	54	58	62	67	-
16	41	43	48	53	58	61	66	73	77	84	91	-
25	53	57	63	70	73	78	83	90	97	101	108	121
35	-	-	-	86	90	96	103	112	120	126	135	150
50	-	-	-	104	110	117	125	136	146	154	164	184
70	-	-	-	133	140	150	160	174	187	198	211	237
95	-	-	-	161	170	183	195	211	227	241	257	289
120	-	-	-	186	197	212	226	245	263	280	300	337
150	-	-	-	-	226	245	261	283	304	324	346	389
185	-	-	-	-	256	280	298	323	347	371	397	447
240	-	-	-	-	300	330	352	382	409	439	470	530

Es necesario consultar las tablas 52 - C1 a 52 - C12 con el fin de determinar la sección de los conductores para la que la intensidad admisible anterior es aplicable para cada uno de los métodos de instalación.

Tabla A.8.4. Intensidad admisible para método de instalación D, enterrados

TABLA A52-2 Intensidades admisibles (A) para Ref.D (enterrados) T. amb 20°C en terreno

Método de instalación	Sección mm²	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento			
		PVC2	PVC3	XLPE2	XLPE3
D	Cobre				
	1,5	22	18	26	22
	2,5	29	24	34	29
	4	38	31	44	37
	6	47	39	56	46
	10	63	52	73	61
	16	81	67	95	79
	25	104	86	121	101
	35	125	103	146	122
	50	148	122	173	144
	70	183	151	213	178
	95	216	179	252	211
	120	246	203	287	240
	150	278	230	324	271
	185	312	258	363	304
240	361	297	419	351	
300	408	336	474	396	
D	Aluminio				
	2,5	22	18,5	26	22
	4	29	24	34	29
	6	36	30	42	36
	10	48	40	56	47
	16	62	52	73	61
	25	80	66	93	78
	35	96	80	112	94
	50	113	94	132	112
	70	140	117	163	138
	95	166	138	193	164
	120	189	157	220	186
	150	213	178	249	210
	185	240	200	279	236
	240	277	230	322	272
300	313	260	364	308	

DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE TEREF TALATO DE POLIETILENO (PET),
POLIPROPILENO (PP) Y ACRILONITRILLO BUTADIENO ESTIRENO (ABS)

Tabla A.8.5. Factor de corrección para Tª ambiente distinta de 30 °C. Cables al aire libre

Temperatura ambiente °C	Aislamiento			
	PVC	XLPE y EPR	Mineral*	
			Cubierta de PVC o cable desnudo y accesible 70 °C	Cable desnudo e inaccesible 105 °C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,87	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	–	0,65	–	0,70
70	–	0,58	–	0,65
75	–	0,50	–	0,60
80	–	0,41	–	0,54
85	–	–	–	0,47
90	–	–	–	0,40
95	–	–	–	0,32

* Para temperaturas ambiente más elevadas, consultar al fabricante.

Tabla A.8.6. Factores de corrección por agrupamiento de varios circuitos o de varios cables multiconductores, capa única

Punto	Disposición de los cables (En contacto)	Número de circuitos o de cables multiconductores											Tablas de los métodos de referencia	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16		20
1	Agrupados en el aire sobre una superficie, embutidos o empotrados	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	52 – C1 a 52 – C12 métodos A a F
2	Capa única sobre pared, suelo o superficie sin perforar	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Sin factor de reducción suplementario para más de nueve circuitos o cables multiconductores		52 – C1 a 52 – C6 método C	
3	Capa única fijada bajo techo de madera	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Capa única sobre bandeja perforada horizontal o vertical	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				
5	Capa única sobre escalera, abrazaderas, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78			52 – C7 a 52 – C12 métodos E y F	

Tabla A.8.7. Factores de corrección por agrupamiento de varios cables multiconductores, varias bandejas

TABLA 52-E4 Factores de corrección por agrupamiento de varios cables multiconductores, varias bandejas. Método de instalación E

Método de instalación de la tabla 52 - B2		Número de bandejas	Número de cables						
			1	2	3	4	6	9	
Bandejas perforadas (nota 2)	13	<p>En contacto</p> <p>$> 20 \text{ mm}$</p>	1	1,00	0,88	0,82	0,79	0,76	0,73
			2	1,00	0,87	0,80	0,77	0,73	0,68
3	1,00		0,86	0,79	0,76	0,71	0,66		
	13	<p>Separados</p> <p>$> 20 \text{ mm}$</p>	1	1,00	1,00	0,98	0,95	0,91	-
			2	1,00	0,99	0,96	0,92	0,87	-
3	1,00		0,98	0,95	0,91	0,85	-		
Bandejas verticales perforadas (nota 3)	13	<p>En contacto</p> <p>$> 225 \text{ mm}$</p>	1	1,00	0,88	0,82	0,78	0,73	0,70
			2	1,00	0,88	0,81	0,76	0,71	0,70
1	1,00		0,91	0,89	0,88	0,87	-		
2	1,00	0,91	0,88	0,87	0,85	-			
Escaleras de cables, abrazaderas, etc. (nota 2)	14 15 16	<p>En contacto</p> <p>$> 20 \text{ mm}$</p>	1	1,00	0,87	0,82	0,80	0,79	0,78
			2	1,00	0,86	0,80	0,78	0,76	0,73
3	1,00		0,85	0,79	0,76	0,73	0,70		
	14 15 16	<p>Separados</p> <p>$> 20 \text{ mm}$</p>	1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-
			2	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	-
3	1,00		0,98	0,97	0,96	0,93	-		

Los factores se aplican a capas únicas de cables tales como las representadas anteriormente, pero no pueden aplicarse a cables dispuestos en capas en contacto. Los valores para tales disposiciones pueden ser sensiblemente inferiores y deben ser determinados por un método apropiado.

NOTA 1 - Los valores indicados están promediados para los tipos de cables y la gama de secciones de conductor tomadas en consideración en las tablas 52 - C7 a 52 - C12. La desviación entre los valores es generalmente inferior a $\pm 5\%$.

NOTA 2 - Los valores están indicados para una distancia vertical entre bandejas de 300 mm y al menos de 20 mm entre las bandejas y el muro. Para distancias más pequeñas, conviene reducir los factores.

NOTA 3 - Los valores están indicados para una distancia horizontal entre bandejas de 225 mm, con las bandejas montadas espaldas contra espaldas. Para distancias más pequeñas, conviene reducir los factores.

Tabla A.8.8. Factores de corrección por agrupamiento de varios cables unipolares, varias bandejas

TABLA 52-E5 Factores de corrección por agrupamiento de varios cables unipolares, varias bandejas. Método de instalación F

Método de instalación de la tabla 52 - B2		Número de bandejas	Número de circuitos trifásicos (nota 2)			A utilizar para	
			1	2	3		
Bandejas perforadas (nota 3)	13	<p>En contacto</p> <p>$> 20 \text{ mm}$</p>	1	0,98	0,91	0,87	Tres cables en capa horizontal
			2	0,96	0,87	0,81	
			3	0,95	0,85	0,78	
Bandejas perforadas verticales (nota 4)	13	<p>En contacto</p> <p>$> 225 \text{ mm}$</p>	1	0,96	0,86	-	Tres cables en capa vertical
			2	0,95	0,84	-	
Escaleras de cables, abrazaderas, etc. (nota 3)	14 15 16	<p>En contacto</p> <p>$> 20 \text{ mm}$</p>	1	1,00	0,97	0,96	Tres cables en capa horizontal
			2	0,98	0,93	0,89	
			3	0,97	0,90	0,86	
Bandejas perforadas (nota 3)	13	<p>Separados</p> <p>$> 20 \text{ mm}$</p>	1	1,00	0,98	0,96	Tres cables en trébol
			2	0,97	0,93	0,89	
			3	0,96	0,92	0,86	
Bandejas perforadas verticales (nota 4)	13	<p>Separados</p> <p>$> 225 \text{ mm}$</p>	1	1,00	0,91	0,89	Tres cables en trébol
			2	1,00	0,90	0,86	
Escaleras de cables, abrazaderas, etc. (nota 3)	14 15 16	<p>Separados</p> <p>$> 20 \text{ mm}$</p>	1	1,00	1,00	1,00	Tres cables en trébol
			2	0,97	0,95	0,93	
			3	0,96	0,94	0,94	

Los factores se aplican a capas únicas de cables (y tréboles) tales como las representadas anteriormente, pero no pueden aplicarse a cables dispuestos en varias capas en contacto. Los valores para tales disposiciones pueden ser sensiblemente inferiores y deben ser determinados por un método apropiado.

NOTA 1 - Los valores indicados están promediados para los tipos de cables y la gama de secciones de conductor tomadas en consideración en las tablas 52 - C7 a 52 - C12. La desviación entre los valores es generalmente inferior a $\pm 5\%$.

NOTA 2 - Para circuitos que incluyen varios cables en paralelo por fase conviene que cada grupo de tres conductores sea considerado como un circuito para la aplicación de esta tabla.

NOTA 3 - Los valores están indicados para una distancia vertical entre bandejas de 300 mm. Para distancias más pequeñas, conviene reducir los factores.

NOTA 4 - Los valores están indicados para una distancia horizontal entre bandejas de 225 mm, con las bandejas montadas espaldas contra espaldas y al menos a 20 mm entre la bandeja y el muro. Para distancias más pequeñas, conviene reducir los factores.

Tabla A.8.9. Factor de corrección para Tª del terreno y factor de corrección para cables en conductos.
Método de instalación D

TABLA 52-D2 Factores de corrección para temperaturas del terreno distintas de 20°C. Cables en conductos enterrados, Ref.D

Temperatura del terreno °C	Aislamiento	
	PVC	XLPE y EPR
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	—	0,60
70	—	0,53
75	—	0,46
80	—	0,38

TABLA 52-D3 Factores de corrección para cables en conductos, cables enterrados en terrenos de resistividad diferente de 2,5K-m/W. Ref.D

Resistividad térmica K-m/W	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección	1,18	1,1	1,05	1	0,96

NOTA 1 – Los factores de corrección dados están promediados para los rangos de dimensiones de conductores y los tipos de instalación de las tablas 52-C1 a 52 – C4. La precisión de los factores de corrección es de ±5%.

NOTA 2 – Los factores de corrección se aplican a los cables en canalizaciones enterradas; para cables depositados directamente en el terreno los factores de corrección para resistividades térmicas inferiores a 2,5 K-m/W serán más elevados. Si son necesarios valores más precisos pueden ser calculados por medio de los métodos dados en la Norma IEC 60287.

NOTA 3 – Los factores de corrección se aplican a los conductos enterrados hasta una profundidad de 0,8 m.

Tabla A.8.10. Factor de corrección por agrupamiento de varios circuitos, cables directamente enterrados, unipolares o multipolares

TABLA 52-E2: Factor corrección por agrupamiento de varios circuitos, cables directamente enterrados, unipolares o multipolares

Número de circuitos	Distancia entre cables (a)*				
	Nula (cables en contacto)	Un diámetro de cable	0,125 m	0,25 m	0,5 m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80

* Cables multiconductores



* Cables unipolares



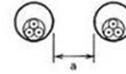
NOTA – Los valores indicados se aplican para una profundidad de 0,7 m y una resistividad térmica del terreno de 2,5 K-m/W. Estos valores están promediados para las dimensiones de los conductores y los tipos de las tablas 52 – C1 a 52 – C4. Los valores medios, redondeados, pueden entrañar un error de hasta el ±10% en ciertos casos. (Si son necesarios valores más precisos, pueden ser calculados por los métodos de la Norma IEC 60287).

Tabla A.8.11. Factor corrección por agrupamiento de varios circuitos, cables instalados en conductos o tubos enterrados

TABLA 52-E3 Factor corrección por agrupamiento de varios circuitos, cables instalados en conductos o tubos enterrados (Ref.D cables 1 multiconductor o 1 unipolar por conducto)

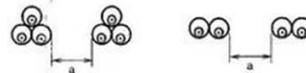
A. Cables multiconductores (También se utilizará esta tabla en el caso de tres cables unipolares instalados en el mismo tubo)

Número de cables	Distancia entre conductos (a)*			
	Nula (conductos en contacto)	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90



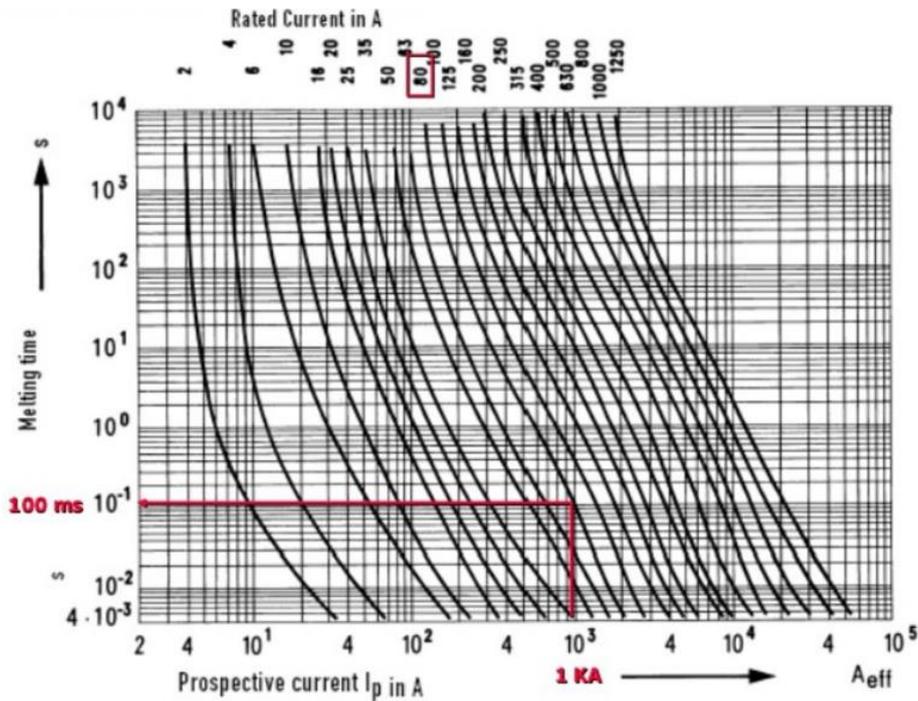
B. Cables Unipolares, un cable por conducto

Número de circuitos unipolares de dos o tres cables	Distancia entre conductos (a)*			
	Nula (conductos en contacto)	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,80	0,90	0,90	0,95
3	0,70	0,80	0,85	0,90
4	0,65	0,75	0,80	0,90
5	0,60	0,70	0,80	0,90
6	0,60	0,70	0,80	0,90



NOTA – Los valores indicados se aplican para una profundidad de 0,7 m y una resistividad térmica del terreno de 2,5 K-m/W. Estos valores están promediados para las dimensiones de los conductores y los tipos de las tablas 52 – C1 a 52 – C4. Los valores medios, redondeados pueden entrañar un error de hasta el ±10% en ciertos casos. (Si son necesarios valores más precisos, pueden ser calculados por los métodos de la Norma IEC 60287).

Tabla A.8.12 Curva I/t del fusible



ANEXO 9. MEDICIONES Y APLICACIONES DE PRECIOS DE OBRA

CAPÍTULO 1. ALBAÑILERÍA Y ACABADOS

1.1	M2	Entramado autoportante sencillo 120/400 [15+90+15] LM60, compuesto por dos placas de yeso laminado estándar de 15 mm de espesor, atornilladas directamente una a cada lado de una estructura simple de perfiles de acero galvanizado de 90 mm de ancho, con canales como elemento horizontal y montantes como elemento vertical en disposición normal (N), con una separación entre montantes de 400 mm y aislamiento a base de lana mineral de 60 mm de espesor y conductividad de 0.037 W/mK en su interior. Aislamiento acústico al ruido aéreo (dB(A))= 45.7.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			5	3,82	2,70		51,570	
			1	4,90	2,70		13,230	
			1	5,50	2,70		14,850	
			1	21,50	2,70		58,050	
			1	2,20	2,70		5,940	
							143,640	143,640
			Total m²		143,640		39,25	5.637,87
1.2	M2	Partición de una hoja de ladrillo cerámico hueco de 11cm de espesor, realizada con piezas de 33x16x11 cm aparejadas de canto y recibidas con mortero de cemento M-5, con juntas de 1cm de espesor, con enfoscado de mortero, tipo GP CSIII W0, maestreado y fratasado de 1.5cm de espesor por ambos lados.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1	6,19		3,00	18,570	
			1	3,85		3,00	11,550	
			1	3,20		3,00	9,600	
			1	7,16		3,00	21,480	
			4	2,90		3,00	34,800	
			2	1,10		3,00	6,600	
			1	3,00		3,00	9,000	
			1	22,00		2,70	59,400	
							171,000	171,000
			Total m²		171,000		37,71	6.448,41
1.3	M2	Partición de una hoja de bloque hueco de hormigón de áridos densos de 19cm de espesor, realizada con piezas de 40x20x19cm aparejadas y recibidas con mortero de cemento M-5, con juntas de 1cm de espesor, con enfoscado de mortero, de 1.5cm de espesor por ambos lados.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			3	3,00		3,00	27,000	
							27,000	27,000
			Total m²		27,000		44,73	1.207,71
1.4	M2	Falso techo realizado con placas de yeso laminado de 60x60x1cm, con una cara revestida por una lámina vinílica de color blanco, con sustentación vista a base de perfil primario y secundario lacados.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2	14,80			29,600	
			1	18,50			18,500	
			1	7,94			7,940	
			1	20,42			20,420	
			1	25,38			25,380	
			1	17,93			17,930	
			1	10,08			10,080	
			1	9,02			9,020	
			1	20,76			20,760	
			1	20,76			20,760	
			1	1,05		22,00	23,100	
							203,490	203,490
			Total m²		203,490		19,94	4.057,59
1.5	M2	Pavimento de PVC homogéneo en rollos de 15.00x1.25m, antiestático permanente, con juntas sol-						

DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET),
POLIPROPILENO (PP) Y ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO (ABS)

dadas, colocado con adhesivo conductor sobre capa de pasta alisadora, según NTE/RSF-7.

			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1	25,38			25,380	
			1	1,05	22,00		23,100	
			1	20,42			20,420	
			1	18,50			18,500	
			2	14,80			29,600	
							117,000	117,000
			Total m²			117,000	29,77	3.483,09
1.6	M2	Pavimento cerámico con junta mínima (1.5 - 3mm) realizado con baldosa de gres esmaltado monocolor de 35x35cm, colocado en capa fina con adhesivo cementoso normal con fraguado rápido (C1F) y rejuntado con lechada de cemento (L), incluso cortes y limpieza.						
			2	3,70	1,10		8,140	
			1	3,14	2,90		9,106	
							17,246	17,246
			Total m²			17,246	30,06	518,41
1.7	M2	Revestimiento a base de pintura plástica acrílica satinada, con buen brillo, cubrición y blancura, resistente en interior y exterior, con un brillo superior al 60%, ángulo 85°, con acabado satinado, en color blanco, sobre superficie vertical de ladrillo, yeso o mortero de cemento.						
			2	6,19		3,00	37,140	
			2	3,85		3,00	23,100	
			2	3,20		3,00	19,200	
			2	7,16		3,00	42,960	
			8	2,90		3,00	69,600	
			4	1,10		3,00	13,200	
			2	3,00		3,00	18,000	
			2	22,00		2,70	118,800	
			10	3,82	2,70		103,140	
			2	4,90	2,70		26,460	
			2	5,50	2,70		29,700	
			2	21,50	2,70		116,100	
			2	2,20	2,70		11,880	
			1	14,80			14,800	
			1	18,50			18,500	
			1	7,94			7,940	
			1	20,42			20,420	
			1	25,38			25,380	
			1	17,93			17,930	
			1	10,08			10,080	
			1	9,02			9,020	
			2	20,76			20,760	
			1	1,05		22,00	23,100	
							817,970	817,970
			Total m²			817,970	4,79	3.918,08
1.8	M2	Alicatado con junta mínima (1.5 - 3mm) realizado con azulejo monocolor de 20x20cm, colocado en capa fina con adhesivo cementoso normal (C1) y rejuntado con lechada de cemento (L).						
			4	3,70	2,50		37,000	
			8	1,02	2,50		20,400	
			1	2,90	2,70		7,830	
			2	3,74	2,70		20,196	
			2	2,90	2,70		15,660	
							101,086	101,086
			Total m²			101,086	27,24	2.753,58

DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET),
POLIPROPILENO (PP) Y ACRILONITRILLO BUTADIENO ESTIRENO (ABS)

Total presupuesto parcial nº 1 ALBAÑILERÍA Y ACABADOS : 28.024,74

CAPÍTULO 2. CARPINTERÍA METÁLICA Y DE MADERA

2.1	U	Puerta de paso abatible maciza de haya barnizada, de 1 hoja ciega lisa de 203x82.5x3.5cm, con precerco de pino de 100x45mm, cerco de 100x30mm, tapajuntas de 70x12mm.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		11				11,000	
						11,000	11,000
		Total u		11,000		334,65	3.681,15
2.2	U	Puerta de paso abatible chapada en haya barnizada, de 1 hoja ciega lisa de 203x72.5x3.5cm, con precerco de pino de 110x45mm, cerco de 110x30mm, tapajuntas de 70x12mm.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		5				5,000	
						5,000	5,000
		Total u		5,000		283,53	1.417,65
2.3	U	Ventana corredera de dos hojas, realizada con perfiles de aluminio lacado de 60, para recibir acristalamiento de hasta 18mm, recibida directamente en un hueco de obra de 150x150cm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50cm y a menos de 25cm de las esquinas.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		3				3,000	
						3,000	3,000
		Total u		3,000		225,60	676,80
2.4	U	Ventana corredera de dos hojas, realizada con perfiles de aluminio lacado de 60 micras, para recibir acristalamiento de hasta 18mm, recibida directamente en un hueco de obra de 200x150cm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50cm y a menos de 25cm de las esquinas.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		3				3,000	
						3,000	3,000
		Total u		3,000		286,33	858,99
2.5	M2	Doble acristalamiento aislante térmico formado por dos vidrios simples monolíticos incoloros de 4mm y 6mm, con un cámara intermedia de aire deshidratado de 6mm con perfil separador de aluminio sellada perimetralmente, con factor solar g=0.70-0.75 y transmitancia térmica U=3.3 W/m2K.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		6	0,70		1,45	6,090	
		6	0,90		1,45	7,830	
						13,920	13,920
		Total m²		13,920		48,37	673,31
2.6	M2	División formada por tablero de panel fenólico para división de aseos.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		5	1,20		2,00	12,000	
						12,000	12,000
		Total m²		12,000		33,00	396,00
2.7	U	Puerta de paso de una hoja abatible de 90x205cm, formada por dos planchas de acero galvanizado ensambladas entre si y relleno de espuma de poliuretano, marco de plancha de acero galvanizado de 1.2mm de espesor.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		5				5,000	
						5,000	5,000
		Total u		5,000		118,54	592,70
2.8	U	Puerta cortafuegos abatible de Acero de 1 hoja, para evitar la propagación del fuego en edificios con resistencia al fuego EI2 45-C5 instalada en hueco de 90x200cm, dos chapas de acero de 1mm de espesor, ambas de material aislante ignifugo, manilla antifuego con alma de acero y recubrimiento de material plástico, cierre automático especial, con acabado de polvo epoxidico polimerizado al horno, incluso retenedor electromagnético y mirilla lacada.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		2				2,000	
						2,000	2,000
		Total u		2,000		716,54	1.433,08

DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET),
POLIPROPILENO (PP) Y ACRILONITRILÓ BUTADIENO ESTIRENO (ABS)

Total presupuesto parcial nº 2 CARPINTERÍA MADERA Y METÁLICA : 9.729,68

CAPÍTULO 3. INSTALACIONES VARIAS

3.1	U	Instalación eléctrica empotrada en despachos y zonas aseo de 15m2 hasta 25 m2 , compuesta por 2 puntos de luz con 2 encendidos conmutados y 6 tomas de corriente 2P+T de 16 A para uso general, realizada con mecanismos de calidad alta y con cable de cobre unipolar de diferentes secciones colocado bajo tubo flexible corrugado de doble capa de PVC de distintos diámetros, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			10				10,000	
							10,000	10,000
			Total u:			10,000	419,98	4.199,80
3.2	U	Instalación completa de voz y datos con 6 puestos de trabajo de tipo CAT 5 FTP con toma de voz y toma de datos a una distancia media de 10m, con armario rack de 19", paneles de conectores RJ45, pasacables horizontales, paneles de voz para la manguera telefónica, cable hasta los puestos de trabajo y rosetas en el puesto de usuario, incluso 20m de manguera telefónica de interior hasta el repartidor de edificio, totalmente instalada, comprobada y en correcto estado de funcionamiento.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,000	
							1,000	1,000
			Total u:			1,000	1.597,94	1.597,94
3.3	U	Boca de incendio equipada, con marcado CE, compuesta por armario fijo de dimensiones 630 x 500 x120 mm construido en chapa de acero, con troquelado lateral para ventilación, entrada troquelada para toma de agua y taladros en la parte inferior para desagüe, bisagra integral y cerradura en ABS abrefácil, puerta ciega de chapa de acero, devanadera de radios de 385 mm de diámetro con un ángulo de giro de 180º, manguera plana de 45 mm de diámetro y 20 m de longitud, racores de conexión de manguera con lanza y válvula, válvula de asiento de latón forjado con salida a 110º y roscas de 1½", manómetro de esfera y lanza de 3 efectos construida en ABS con rosca interior de 1½", coeficiente de descarga K de 85 (métrico), conforme a las especificaciones dispuestas en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			3				3,000	
							3,000	3,000
			Total u:			3,000	266,31	798,93
3.4	M	Red de distribución de agua vista desde la fuente de abastecimiento de agua hasta los equipos de extinción de incendios BIE 45mm, formada por tubería de acero negro sin calorifugar, totalmente instalada, comprobada y en correcto funcionamiento según el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			3	25,00			75,000	
							75,000	75,000
			Total m:			75,000	36,24	2.718,00
3.5	U	Extintor portátil permanentemente presurizado con agente extintor Polvo ABC y 12 kg de capacidad con marcado CE, para la extinción de fuegos de tipo A, B y C con una eficacia 34A-233B-C, fabricado en acero y protegido exteriormente con pintura epoxi de color rojo, agente impulsor N2, válvula de disparo rápido, manómetro extraíble y válvula de comprobación de presión interna, probado a 23 kg/cm2 de presión y para una temperatura de utilización de -20°C/+60°C, conforme a las especificaciones dispuestas en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios, incluso soporte para instalación a pared, totalmente instalado comprobado y en correcto.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			10				10,000	
							10,000	10,000
			Total u:			10,000	55,82	558,20
3.6	U	Luminaria autónoma para alumbrado de emergencia antideflagrante de calidad media, material de la envolvente autoextinguible y grado de protección IP66 y 67 EEX, con dos leds de alta luminosidad para garantizar alumbrado de señalización permanente, con lámpara fluorescente de tubo compacto de 11 W, 490 lúmenes, superficie cubierta de 98m2 y 1 hora de autonomía, alimentación de 220 V y conexión para mando a distancia, totalmente instalada, comprobada y en correcto funcionamiento.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			29				29,000	
							29,000	29,000

DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE TEREF TALATO DE POLIETILENO (PET),
POLIPROPILENO (PP) Y ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO (ABS)

		Total u	29,000	99,36	2.881,44		
3.7	U Pulsador convencional de incendios antideflagrante(certificado Exx), fabricado en polietileno y pintado en color rojo, de dimensiones 124x124x63 mm, dotado de tapa exterior protectora y cristal de rotura, rearmable mediante llave especial, gama de temperaturas: -10°C / + 55°C, conforme a las especificaciones dispuestas en las normas UNE 23007 y UNE-EN 54 y en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB SI-4 del CTE.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		6				6,000	
						6,000	6,000
		Total u		6,000	16,12	96,72	
3.8	U Sirena convencional óptica/acústica de alarma de incendios para interiores con marcado CE, con cambio automático de polaridad, tensión de funcionamiento de 12 a 24 V, corriente continua, 88 mA de consumo y 85 dB de potencia a 24 V y 1m, fabricada en ABS y pintada en color rojo, de dimensiones 100x90x43mm, conforme a las especificaciones dispuestas en la norma UNE 23007 y en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB SI-4 del CTE.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		1				1,000	
						1,000	1,000
		Total u		1,000	42,22	42,22	
3.9	U Plato de ducha de porcelana vitrificada con fondo antideslizante, de dimensiones 80x80 cm y 12 cm de espesor, acabado blanco, colocado, conexionado y con ayudas de albañilería, según DB HS-4 del CTE.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		1				1,000	
						1,000	1,000
		Total u		1,000	144,98	144,98	
3.10	U Lavabo de 520x410mm mural, sin pedestal, de porcelana vitrificada acabado blanco, con juego de anclajes para fijación , incluso válvula desagüe de 1 1/2", sifón y tubo, colocado y con ayudas de albañilería según DB HS-4 del CTE.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		4				4,000	
						4,000	4,000
		Total u		4,000	87,28	349,12	
3.11	U Tanque bajo de porcelana vitrificada blanca, de gama estándar, con tapa y mecanismo de doble pulsador, de 3/6 l de capacidad, con marcado CE, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HS-4 del CTE.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		4				4,000	
						4,000	4,000
		Total u		4,000	108,18	432,72	
3.12	U Urinario mural de porcelana vitrificada blanca, tamaño grande, con borde rociador integral, juego de fijación, sifón, codo, manguito y enchufe unión y tapón de limpieza, colocado y con ayudas de albañilería.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		3				3,000	
						3,000	3,000
		Total u		3,000	267,30	801,90	
3.13	U Instalación de fontanería para aseos formada por 2 inodoros, 1 ducha 1 urinario y dos lavabos realizada con tuberías de polipropileno para las redes de agua fría y caliente , sin incluir red de desagües, grifería, aparatos sanitarios ni ayudas de albañilería, las tomas de agua cerradas con llaves de escuadro o tapones (según proceda), totalmente acabada.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		2				2,000	
						2,000	2,000
		Total u		2,000	530,26	1.060,52	
3.14	U Instalación de red de saneamiento para aseos formada por 2 inodoros, 1 ducha 1 urinario y dos lavabos, realizada con tuberías de PVC diámetro 32mm, preparada para sifón individual en cada aparato, incluso con parte proporcional de bajante de PVC de 125mm y con manguetón para enlace						

DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE TEREF TALATO DE POLIETILENO (PET),
POLIPROPILENO (PP) Y ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO (ABS)

al inodoro, desagües cerrados con tapones, totalmente acabada.

		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		2				2,000		
						2,000	2,000	
		Total u			2,000	327,98	655,96	
3.15	U	Grifo mezclador bimando, acabado cromado, de gama estándar con aireador , desagüe automático y enlaces de alimentación flexibles, para instalación en repisa, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento.						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
						4,000		
						4,000	4,000	
		Total u			4,000	81,53	326,12	
3.16	U	Ducha función chorro lluvia, acabado cromado. Totalmente instalada y comprobada.						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		1				1,000		
						1,000	1,000	
		Total u			1,000	25,41	25,41	
3.17	M	Suministro y tendido de línea subterránea de baja tensión para distribución interior compuesta por cuatro cables unipolares con aislamiento de polietileno reticulado RV 0.6/1kV, cubierta de PVC y conductor de cobre de 3x300+1x150mm ² de sección, sobre fondo de zanja directamente enterrada, incluido mano de obra y piezas complementarias o especiales, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		1	30,00			30,000		
						30,000	30,000	
		Total m			30,000	36,66	1.099,80	
3.18	M	Suministro y tendido de línea eléctrica para distribución interior en bandeja perforada, compuesta por tres cables unipolares con aislamiento XLPE y conductor de cobre de 3x120mm ² de sección.						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		2	25,00			50,000		
						50,000	50,000	
		Total m			50,000	31,17	1.558,50	
3.19	M	Suministro y tendido de línea eléctrica para distribución interior en bandeja perforada, compuesta por tres cables unipolares con aislamiento XLPE y conductor de cobre de 3x35mm ² de sección.						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		1	25,00			25,000		
						25,000	25,000	
		Total m			25,000	24,74	618,50	
3.20	M	Suministro y tendido de línea eléctrica para distribución interior en bandeja perforada, compuesta por tres cables unipolares con aislamiento XLPE y conductor de cobre de 3x70mm ² de sección.						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		1	25,00			25,000		
						25,000	25,000	
		Total m			25,000	29,71	742,75	
3.21	M	Suministro y tendido de línea eléctrica para distribución interior en bandeja perforada, compuesta por tres cables unipolares con aislamiento XLPE y conductor de cobre de 3x6mm ² de sección.						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		2	25,00			50,000		
						50,000	50,000	
		Total m			50,000	17,10	855,00	
3.22	M	Suministro y tendido de línea eléctrica para distribución interior en pared aislante, compuesta por tres cables unipolares con aislamiento XLPE y conductor de cobre de 3x25mm ² de sección.						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		1	35,00			35,000		
						35,000	35,000	
		Total m			35,000	23,26	814,10	
3.23	U	Suministro e instalación de interruptor magnetotérmico automático, de intensidad nominal 80A tetrapolar sin protección de neutro, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte nominal de						

DISEÑO DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE TEREF TALATO DE POLIETILENO (PET),
POLIPROPILENO (PP) Y ACRILONITRIL O BUTADIENO ESTIRENO (ABS)

		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
6kA.		1				1,000		
						1,000	1,000	
		Total u:			1,000	165,21	165,21	
3.24	U	Suministro e instalación de interruptor magnetotérmico automático, de intensidad nominal 50A tetrapolar sin protección de neutro, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte nominal de 6kA.						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		2				2,000		
						2,000	2,000	
		Total u:			2,000	103,73	207,46	
3.25	U	Interruptor magnetotérmico de caja moldeada de intensidad nominal 145 A para instalaciones de 3 polos con poder de corte medio 70 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		1				1,000		
						1,000	1,000	
		Total u:			1,000	598,13	598,13	
3.26	U	Interruptor magnetotérmico de caja moldeada de intensidad nominal 220 A para instalaciones de 3 polos con poder de corte medio 70 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		1				1,000		
						1,000	1,000	
		Total u:			1,000	887,83	887,83	
3.27	U	Interruptor magnetotérmico de caja moldeada de intensidad nominal 350 A para instalaciones de 3 polos con poder de corte medio 70 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		2				2,000		
						2,000	2,000	
		Total u:			2,000	1.146,18	2.292,36	
3.28	U	Fusible de cuchilla cerámico de calibre 1250 A, trifásico y de poder de corte 100 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		1				1,000		
						1,000	1,000	
		Total u:			1,000	165,33	165,33	
Total presupuesto parcial nº 3 INSTALACIONES :							26.694,95	