

PLANTA DE PRODUCCIÓN ÁCIDO GLIOXÍLICO

PROYECTO FINAL DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA

TUTORA: MARIA EUGENIA SUÁREZ



JAVIER APARICIO VICENTE
ADRIÀ CHICANO MASSAGUER
ARACELI CRESPO LÓPEZ
CARLOS GARCÍA LÓPEZ
CERDANYOLA DEL VALLÉS, ENERO 2019

CAPÍTULO 1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

PLANTA DE PRODUCCIÓN ÁCIDO GLIOXÍLICO



CAPÍTULO 1. ESPECIFICACIONES DEL PROCESO

1.1. DEFINICIÓN DEL PROYECTO.....	3
1.1.1. BASES DEL PROYECTO	3
1.1.2. ALCANCE DEL PROYECTO	3
1.1.3. LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA.....	4
1.1.3.1. Parámetros de edificación y plano de la parcela	4
1.1.3.2. Evaluación de las comunicaciones y accesibilidad de la planta	6
1.1.3.3. Características del medio físico de la zona	7
1.1.4. ABREVIACIONES.....	10
1.2. CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DE LOS COMPUESTOS.....	12
1.2.1 PRODUCTO DE INTERÉS: ÁCIDO GLIOXÍLICO	12
1.2.2 MATERIAS PRIMAS	14
1.2.3 SUBPRODUCTOS Y OTROS COMPUESTOS	16
1.2.4 CORROSIÓN Y MATERIALES.....	17
1.2.1.1. Sustancias y mezclas corrosivas	18
1.2.1.2. Otras fuentes de degradación.....	19
1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN.....	20
1.3.1. DIAGRAMA DE BLOQUES.....	20
1.3.2. Diagrama de proceso y descripción detallada	23
1.4. CONSTITUCIÓN DE LA PLANTA	24
1.4.1. DESCRIPCIÓN CUALITATIVA DE LA PLANTA	24
1.4.2. DISTRIBUCIÓN POR ÁREAS.....	24
1.4.3. PLANIFICACIÓN TEMPORAL Y PLANTILLA DE TRABAJADORES	28
1.5. BALANCE DE MATERIA.....	30
1.6. ESPECIFICACIONES Y NECESIDADES DE SERVICIOS A LÍMITE DE PLANTA	33
1.6.1. SERVICIOS REQUERIDOS POR LA PLANTA	33

1.6.2. ENERGÍAS	34
1.6.2.1. Electricidad	34
1.6.2.2. Gas natural	34
1.6.3. FLUIDOS	35
1.6.3.1. Etilenglicol	35
1.6.3.2. Agua de incendios	36
1.6.3.3. Agua desionizada	37
1.6.3.4. Nitrógeno	37
1.6.3.5. Aire comprimido	38
1.7. PROGRAMACIÓN TEMPORAL Y MONTAJE DE LA PLANTA.....	40
1.8. CICLOGRAMA DEL PROYECTO	43
1.9. BIBLIOGRAFÍA	45

1. ESPECIFICACIONES DEL PROCESO

1.1. DEFINICIÓN DEL PROYECTO

1.1.1. BASES DEL PROYECTO

El objetivo principal del presente proyecto es el estudio y la viabilidad de la construcción de una planta de fabricación de ácido glicoxílico a partir de anhídrido maleico ($C_2H_2(CO)_2O$) y ozono (O_3) ubicada en el término municipal de Tarragona. Para el diseño de la planta se ha tenido en cuenta la normativa y la legislación vigente tanto a nivel urbanístico como sectorial, con especial atención a las áreas de seguridad y medio ambiente.

A continuación, se detallan las especificaciones del proyecto:

- Capacidad de producción: 18000 Tn/año de ácido glicoxílico al 50% en agua.
- Funcionamiento: de manera continua 300 días al año de producción con dos paradas para realizar las tareas de mantenimiento.
- Presentación del producto: cisternas a granel en estado líquido.

1.1.2. ALCANCE DEL PROYECTO

El presente proyecto incluye:

- Diseño y especificaciones de las unidades de proceso y reacción de la producción del ácido glicoxílico.
- Diseño y especificaciones de las unidades de almacenaje de materias primas, producto acabado y subproductos generados durante el proceso.
- Diseño y especificaciones de las unidades de carga y descarga de los elementos de almacenaje.
- Diseño del sistema de control necesario para el correcto funcionamiento de la planta.
- Especificación de las unidades de servicio necesarias.
- Diseño e implantación del sistema gestión de seguridad e higiene de la planta.
- Identificación de los focos de impacto ambiental y tratamiento de los mismos.
- Puesta en marcha y operaciones de la planta.
- Evaluación económica y estudio de viabilidad de la planta.
- Diagramas generales.

1.1.3. LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

El emplazamiento escogido para la ubicación de la planta se encuentra en el término municipal de Tarragona, concretamente en el Polígono Industrial “Navegants”. Dicho municipio se encuentra en la provincia de Tarragona, al Noroeste de España (Figura 1.1), por lo que le será de aplicación toda la normativa urbanística relativa al municipio Tarragona.



Figura 1.1.Ubicación de Tarragona en España

La parcela tiene una superficie total de 53.235 m² con una resistencia del terreno de 2 kg/cm² a 1,5 m de profundidad sobre grava. Los servicios disponibles y conexionados que tiene el emplazamiento son los detallados en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Servicios disponibles en la parcela escogida para el emplazamiento de la planta

SERVICIO DISPONIBLE	TIPO DE CONEXIÓN
Energía eléctrica	Conexión a pie de parcela desde la línea de 20 kW.
Gas natural	Conexión a pie de parcela a media presión (1,5 kg/cm ²)
Agua de red e incendios	Conexión a pie de parcela a 4 kg/cm ² . Diámetro colector: 200 mm.
Alcantarillado	Red de alcantarillado unitaria en el centro de la calle Profundidad: 3,5 m y diámetro del colector: 800 mm.

1.1.3.1. Parámetros de edificación y plano de la parcela

Los parámetros de edificación establecidos según la normativa urbanística del municipio de Tarragona para el Polígono Industrial “Navegants” son los recogidos en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2. Parámetros de edificación del Polígono Industrial “Navegants”

PARÁMETRO	
Edificabilidad	1,5 m ² techo/m ² suelo
Ocupación máxima de parcela	75%
Ocupación mínima de parcela	20% de la superficie de ocupación máxima
Retranqueos	5 m a viales y vecinos
Altura máxima	16 m y 3 plantas. Excepto en producción justificando la necesidad por el proceso
Altura mínima	4 m y 1 planta
Aparcamientos	1 plaza/150m ² construidos
Distancia entre edificios	1/3 del edificio más alto con un mínimo de 5 m

A continuación, en la figura 1.2, se muestra el plano de la parcela donde se ubicará la planta de producción del ácido glioxílico.

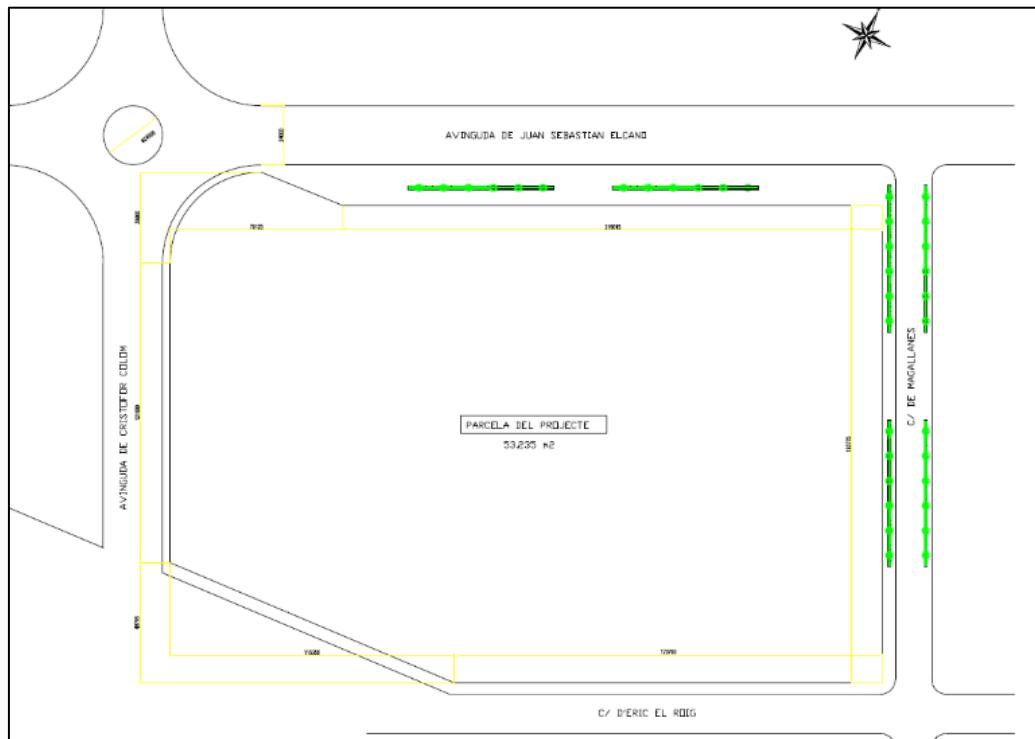


Figura 1.2. Plano de la parcela para la ubicación de la planta del ácido glioxílico.

1.1.3.2. Evaluación de las comunicaciones y accesibilidad de la planta

Las comunicaciones y accesos de una planta química son puntos clave en el momento de escoger el emplazamiento, principalmente por lo que se refiere al abastecimiento de materias primas, así como la distribución del producto acabado para su comercialización.

Además de su proximidad a grandes redes viarias que facilitan y aseguran el transporte rápido de mercancías, Tarragona se sitúa cerca de importantes áreas de recepción de transporte de mercancías, como el Aeropuerto y Puerto de Barcelona, Aeropuerto de Reus y Puerto de Tarragona.

A continuación, se detallan las infraestructuras de transporte situadas en las proximidades de Tarragona:

- Transporte terrestre: Tarragona presenta una conexión rápida a través de las carreteras comarciales como la C-14 y C-44, carreteras nacionales N-340, N-240 y N-420, autovía A-2 y autopista AP-7, estas últimas carreteras pertenece a los ejes prioritarios de conexión entre el territorio español y el resto de Europa. Por lo que respecta a la red ferroviaria con servicio de mercancía en cuanto a trenes de cercanías, regionales y también de alta velocidad.
- Transporte marítimo: El puerto más cerca es el de Tarragona a tan solo 5 km y puerto de Barcelona-Zona Franca a 96 km. Estos puertos están incluidos en grandes rutas marítimas de transporte de mercancías internacionales.
- Transporte aéreo: Aunque el transporte aéreo no es el más utilizado para el traslado de mercancías a nivel español, la planta dispone del aeropuerto de Reus a tan solo 10 km y el segundo centro de carga aérea más importante a nivel estatal que se encuentra en el aeropuerto de Barcelona – El Prat situado a 85 km.



Figura 1.3. Red de carreteras de Tarragona.

1.1.3.3. Características del medio físico de la zona

Tarragona, pertenece al tipo de clima mediterráneo típico, que, de acuerdo con la clasificación climática de Köppen-Geiger corresponde con el clima mediterráneo Csa. Se caracteriza por ser un clima cálido y templado. La distribución de las precipitaciones es irregular, la estación más lluviosa es el otoño y la que menos el verano. El periodo árido comprende entre los meses de junio y julio. El régimen térmico de esta ciudad se caracteriza por tener los veranos secos y cálidos, en ocasiones supera los 30°C y los inviernos suaves, prácticamente nunca se alcanzan temperaturas inferiores a 6°C. En la figura 1.4 se representa la temperatura y la precipitación mensuales de los últimos años en la ciudad de Tarragona.

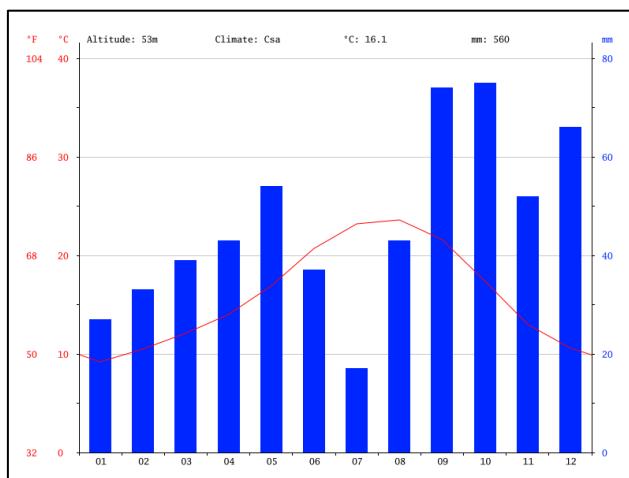


Figura 1.4.Climograma del municipio de Tarragona

La velocidad promedio del viento en Tarragona a 10 m tiene variaciones estacionales considerables en el transcurso del año, teniendo un promedio de 2,3 m/s. A su vez, la humedad relativa de la ciudad es de un 67%.

Entorno Geológico, Geomorfología y edafología

Las unidades geológicas presentes en un territorio determinado, como en el caso del municipio de Tarragona, asimismo como su expresión morfológica frente los procesos de erosión-sedimentación, son los responsables de que áreas del territorio son las que registran mayor ocupación humana y soporten una mayor actividad antrópica, y cuáles no. Por este motivo, en los siguientes apartados se caracterizan diversas unidades geológicas, y la morfología resultante, en el territorio ocupado por el municipio de Tarragona.

Las transgresiones y regiones marinas, así como las aportaciones originadas por la acción erosiva de los ríos originaron a la plana una litología en la cual se pueden diferenciar tres períodos geológicos: el mioceno continental (situado en el extremo norte-oeste), el mioceno marino (sector meridional) y el cuaternario (en el margen derecho)

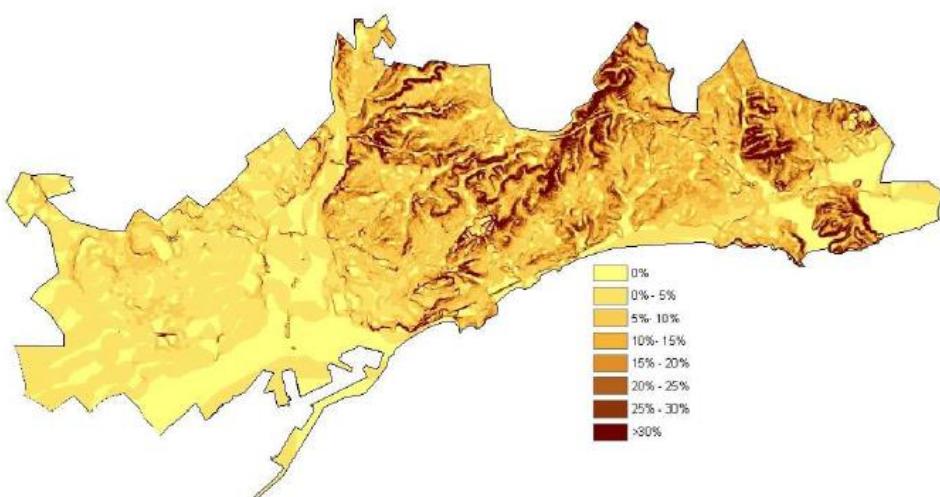


Figura 1.5. Mapa de los pendientes del municipio de Tarragona

Desde el punto de vista geomorfológico, el municipio corresponde a una depresión repleta de materiales tiernos terciarios y cuaternarios con terrenos geológicos del Cenozoico. Tal y como se observa en la siguiente figura, Tarragona presenta prácticamente en toda su superficie una matriz formada por gravas (con tierras, limos y argillas). El sector de levante de la ciudad está dominado por argillas y calcarenitas. En el centro destaca una franja sentido oblicua por calcarías y margas.

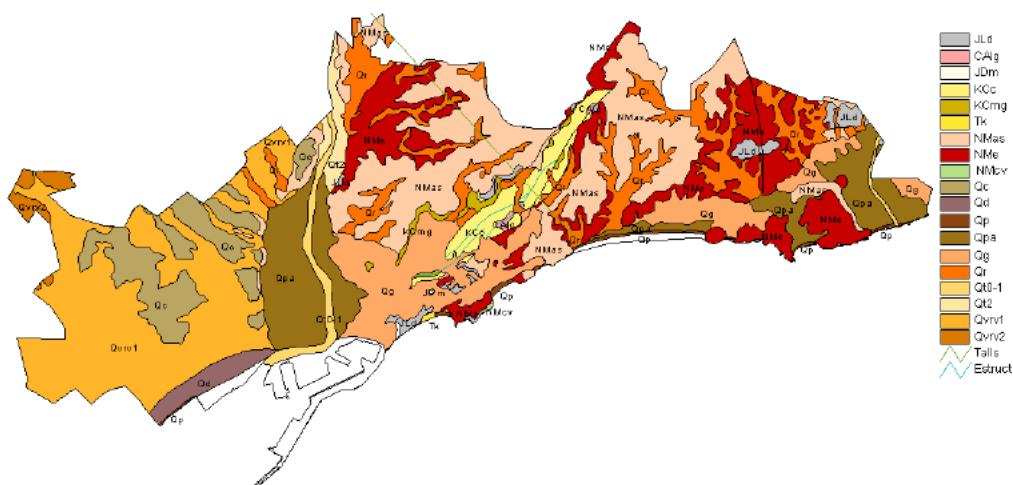


Figura 1.6. Mapa geológico del municipio de Tarragona.

Por lo que corresponde a la edafología, según se entiende de los datos incluidos en el *Atlas Digital de Comarcas de Suelos* publicado por el CSIC, los suelos dominantes en la zona de Tarragona son los de tipo Xerochrept, que pertenece al orden de los alfisuelos según la clasificación de los suelos *Soil Taxonomy* de la USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, 1987)

Los alfisuelos representan una de las órdenes más importantes para su productividad y abundancia. El nombre hace referencia al aluminio y al hierro (Al y Fe) y representa el orden de suelo más joven. Es por ese motivo que son suelos que lixivian menos y tienen una mayor saturación mayor al 35%. Los alfisuelos suelen tener un horizonte superficial donde se acumulan argillas.

Sismología

Otro aspecto importante que hay que conocer es la sismología del lugar donde se construirá la planta, para así poder evitar posibles daños ocasionados por un posible seísmo.

La norma de construcción sismorresistente (NCSE-02) tiene como objetivo proporcionar los criterios que han de seguirse en el territorio español para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de aquellas edificaciones y obras a las que le sea aplicable. La finalidad es evitar la pérdida de vidas humanas y reducir el daño y el coste económico que pueden ocasionar futuros terremotos.

Cataluña se puede considerar como una zona de actividad sísmica moderada, aunque con una posibilidad que se produzcan acontecimientos con un potencial de daño elevado, tal como recoge el registro histórico e instrumental realizado por el *Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya*.

Existen determinadas áreas de Catalunya que se encuentran expuestas a un riesgo mayor que se produzcan situaciones de emergencia sísmica. Tarragona, lugar de emplazamiento de la planta, se encuentra dentro de la zona sísmica 1, con una intensidad máxima percibida de VI en la escala MSK (IGC, 2015).

1.1.4. ABREVIACIONES

En este apartado se procede a especificar la nomenclatura utilizada durante todo el proyecto para la identificación de áreas, equipos y fluidos de proceso.

En la tabla 1.3. se detallan las áreas principales de la planta y la nomenclatura seguidas para describirlas.

Tabla 1.3. Abreviaciones de las distintas áreas presentes en la planta

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
A-100	Almacenaje Materias primas
A-200	Producción
A-300	Purificación producto final
A-400	Almacenaje Productos
A-500	Servicios
A-600	Gestión de residuos
A-700	Carga y descarga
A-800	Oficinas, Laboratorios y Sala de control
A-900	Aparcamiento

En la tabla 1.4. se detalla la codificación para los distintos equipos utilizados a lo largo del proceso.

Tabla 1.4. Abreviaciones de los diferentes equipos presentes en la planta

CÓDIGO	EQUIPO
C	Columna
R	Reactor
EX	Intercambiado de calor
F	Filtro
CH	Chiller
TR	Torre de refrigeración
B	Caldera
T	Tanque o depósito
CI	Estación contra incendios
CO	Compresor

En la tabla 1.5. se detallan los componentes que se utilizan en el proceso para el correcto funcionamiento de la planta.

Tabla 1.5. Abreviaciones de los diferentes compuestos presentes en la planta

CÓDIGO	COMPUESTO
AnM	Anhídrido maleico
AM	Ácido maleico
O3	Ozono
M	Metanol
MHA	Metilo Hemiacetal Ácido Glioxílico
MHP	Metilo Hidroperóxido Ácido Glioxílico
H	Hidrógeno
VW	Vapor de agua
O	Oxígeno
AO	Ácido Oxálico
AG	Ácido Glioxílico
W	Agua
CAT	Catalizador
N	Nitrógeno

En la tabla 1.6. se expone la codificación usada para los distintos fluidos de proceso que se utilizan en la planta de producción del ácido glicoxílico.

Tabla 1.6. Abreviaciones de los fluidos de servicio

CÓDIGO	COMPUESTO
AR	Agua de red
AC	Aire comprimido
AD	Agua desionizada
AL	Agua glicolada

1.2. CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DE LOS COMPUESTOS

1.2.1 PRODUCTO DE INTERÉS: ÁCIDO GLIOXÍLICO

El ácido glicoxílico es el ácido α -oxocarboxílico más simple, es un intermediario químico altamente reactivo que posee dos grupos funcionales: el grupo aldehído y el grupo carboxílico. Es un ácido orgánico fuerte, miscible en agua y en alcohol e insoluble en solventes orgánicos. El grupo aldehído reacciona fácilmente con reactivos nucleofílicos; el ácido glicoxílico es importante en el ámbito industrial utilizado para la producción de agroquímicos, aromas, ingredientes cosméticos, intermediarios farmacéuticos y polímeros.

Tabla 1.7. Propiedades del ácido glicoxílico al 50%

Fórmula molecular	$\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_3$
Peso molecular (kg/kmol)	74,04
Punto d fusión a presión atmosférica ($^{\circ}\text{C}$)	-93
Punto de ebullición a presión atmosférica ($^{\circ}\text{C}$)	111
Densidad relativa a 20°C (kg/m^3)	1,34
Presión de vapor (mmHg)	1,06
Índice de refracción, n_D , a 20°C	1,416
Temperatura crítica ($^{\circ}\text{C}$)	222
Presión crítica (kPa)	58,03
Volumen crítico (m^3/mol)	164
Solubilidad a 25°C (kg/100 kg H_2O)	0,01

Tabla 1.8. Principales aplicaciones del ácido glioxílico

Agroquímicos		Ethylenediamine-N,N'-bis [(2-hydroxyphenyl) acetic acid] (EDDHA)
		Glyphosate
		2-Hydroxyquinoxaline
		Vanillin
Aromas		Ethylvanillin
		Heliotropin
		Allantoin
		Mandelic acid
Ingredientes cosméticos		Hydroxyphenylacetic acid
		p-Hydroxyphenylglycine
		p-Hydroxyphenylhydantoin
		Diphenylacetic acid
Polímeros		Orotic acid
		Acrylamidoglycolic acid (AGA)

1.2.2 MATERIAS PRIMAS

- Anhídrido maleico:

En su forma pura, el anhídrido maleico es un sólido cristalino incoloro o blanco de olor acre, irritante y muy corrosivo. En solución con agua es un ácido fuerte que reacciona de forma violenta con bases y oxidantes fuertes. Es un compuesto estable, sin embargo, debe mantenerse alejado de la humedad, el calor o la llama. A bajas temperaturas, con la adición de alcoholes, permite la formación de semiésteres, mientras que a elevada temperatura con presencia de catalizadores de esterificación se elimina agua produciendo di ésteres. La alta reactividad se debe a la presencia del doble enlace en la estructura.

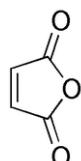


Figura 1.7.Estructura molecular del anhídrido maleico.

- Metanol:

El metanol es un compuesto orgánico perteneciente a la familia de los alcoholes, es un líquido incoloro, transparente, volátil, bastante inflamable y con propiedades desinfectantes y antisépticas. Debido a que es un alcohol primario con un solo átomo de carbono, el grupo hidroxilo da un carácter bastante polar a la molécula, lo que permite la formación de puentes de hidrógeno con otras sustancias polares. A medida que incrementa la cantidad de átomos de carbono en la molécula del alcohol, la solubilidad en agua disminuye, ya que predomina el carácter hidrofóbico de la cadena hidrocarbonada, siendo prácticamente insolubles.

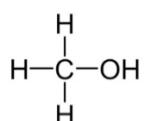


Figura 1.8.Estructura molecular del metanol.

- Ozono:

El ozono es un gas que se forma cuando el oxígeno es expuesto a una alta intensidad de luz ultravioleta (como sucede en las capas superiores de la atmósfera) o a un campo de alta energía (llamado descarga corona) capaz de disociar los dos átomos que lo componen y dar lugar a una nueva molécula triatómica de oxígeno.

El ozono es un potente oxidante, desinfectante y desodorizante. Posee un olor muy característico a quien debe su nombre (del griego ozon = olor). Este olor es particularmente evidente en tormentas eléctricas o descargas eléctricas puntuales. La alta inestabilidad de la molécula de ozono hace que sea necesario generarla *in situ*.

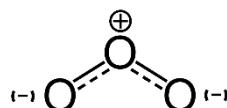


Figura 1.9. Estructura molecular del ozono.

- Catalizador:

La mayoría de los procesos en la industria química se llevan a cabo con la intervención de catalizadores, los cuales permiten el desarrollo de las reacciones químicas de una manera más eficiente en cuanto a rapidez, calidad, productividad y obtención de rendimiento. En nuestro proceso se utilizará el catalizador de paladio de alúmina, el paladio como especie activa en catalizadores tiene aplicación en reacciones de oxidación parcial de alcoholes para producir productos de valor agregado como aldehídos y cetonas y también se usan en reacciones de hidrogenación.

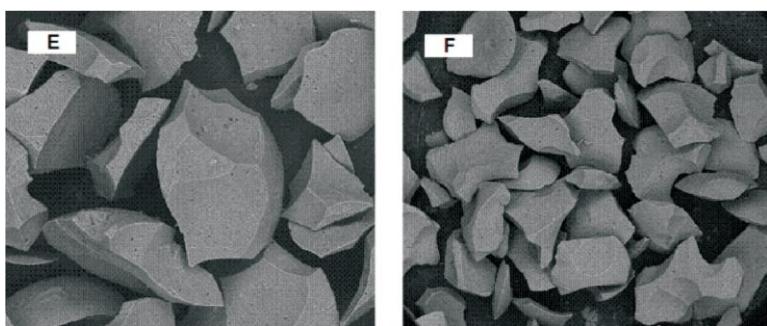


Figura 1.10. E) Pd/Al₂O₃ fresco F) Pd/Al₂O₃ usado.

- Hidrógeno:

El hidrógeno es el elemento más simple de todos porque está compuesto por un único protón en su núcleo, acompañado de un electrón. Es el elemento más abundante y ligero constituyendo casi tres cuartas partes de la masa del universo. El hidrógeno es incoloro, inodoro e inocuo.

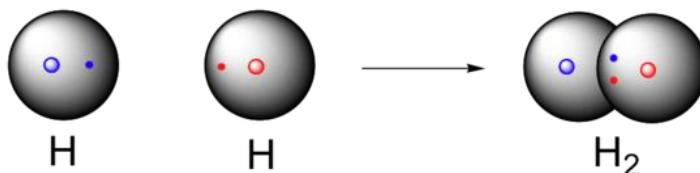


Figura 1.11.Estructura molecular del hidrógeno

1.2.3 SUBPRODUCTOS Y OTROS COMPUESTOS

- Ácido maleico

Es un compuesto orgánico perteneciente al grupo de los ácidos dicarboxílicos. Se conoce con otros nombres como ácido malénico, ácido maleínico y ácido toxílico. El ácido maleico es el isómero del ácido cis-butenodioico, su estado de agregación es sólido en forma de cristales blancos y su disolución en agua es moderadamente ácida. Dicho ácido se convierte en anhídrido maleico por deshidratación, al ácido málico por la hidratación y al ácido succínico por hidrogenación.

- Metilo Hemiacetal Ácido Gioxílico

Un Hemiacetal es una molécula que contiene un grupo hidroxilo y un residuo alcóxido unidos a un mismo átomo de carbono formando por la adición nucleófila de un aldehído con un alcohol. Las principales características que podemos observar de un hemiacetal son: se forma cuando un átomo de oxígeno de alcohol se agrega al carbono carbonílico de un aldehído o una acetona y son relativamente inestables.

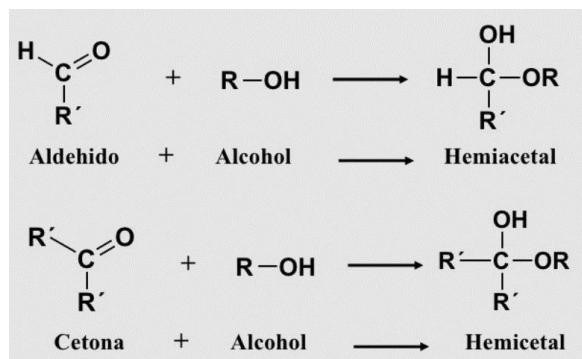


Figura 1.12. Estructura general de un hemiacetal.

- Metilo Hidroperóxido Ácido Gioxílico

Los peróxidos orgánicos son compuestos orgánicos que contienen el peróxido grupo funcional (ROOR'). Si el R' es el hidrógeno, el compuesto se llama hidroperóxido orgánico. Los hidroperóxidos orgánicos son compuestos muy reactivos. El enlace oxígeno-oxígeno es lábil y se rompe homolíticamente con facilidad.

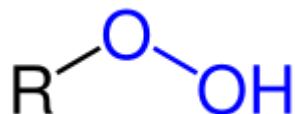


Figura 1.13. Estructura general de un hidroperóxido orgánico

1.2.4 CORROSIÓN Y MATERIALES

Uno de los principales gastos en una industria química se debe al mantenimiento y sustitución de los equipos debido a la degradación de los materiales con el uso. Es muy difícil evitar el deterioro de un equipo a lo largo de tiempo, pero sin embargo se puede minimizar los efectos con una correcta elección del material y de las condiciones en las que se opera.

Existen varios factores que contribuyen a la degradación de un material, como son la corrosión, la erosión, los esfuerzos mecánicos o los cambios de temperatura.

De todos los factores, la corrosión es la principal causa del deterioro de un material. La corrosión no es más que una reacción química producto de la unión del metal con el oxígeno, es decir, es un deterioro observado en un objeto metálico a causa de un alto impacto electroquímico.

Para prevenir dicho factor es muy importante conocer las sustancias con las que estará en contacto el material y sus condiciones de operación.

En nuestro caso, en la producción del ácido glioxílico al 50% existen varias sustancias corrosivas a lo largo del proceso por lo que se debe estudiar en profundidad sus efectos sobre los materiales y diseñar teniendo en cuenta los criterios principales para la prevención de la corrosión.

1.2.1.1. Sustancias y mezclas corrosivas

En la producción de ácido glioxílico al 50% están presentes varias sustancias corrosivas que atacan a un gran número de materiales. En la tabla 1.9. Se muestran las sustancias corrosivas presentes en la planta.

Tabla 1.9. Sustancias corrosivas

Nombre	Formula molecular
Anhídrido maleico	C ₄ H ₂ O ₃
Ácido maleico	C ₄ H ₄ O ₄
Metilo Hidroperóxido Ácido Glioxílico	C ₃ H ₆ O ₅
Ácido Glioxílico	C ₂ H ₂ O ₃

Hay que tener en cuenta que las sustancias mencionadas en la tabla anterior no se encuentran puras, sino que pueden encontrarse mezcladas con otras. En estos casos se pueden dar varias posibilidades:

1. La mezcla de un agente corrosivo con otro que no lo es: el agente corrosivo queda diluido y la mezcla final resulta menos corrosiva.
2. La mezcla de un agente corrosivo con otros que no lo son: las sustancias no corrosivas ayudan en los mecanismos de corrosión, provocando que la mezcla final sea más corrosiva.

3. La mezcla de varios agentes corrosivos: la mezcla ataca a una gama más amplia de materiales. Incluso se puede dar el caso de que la mezcla ataque materiales que no son atacados por ninguno de los componentes de la mezcla por si solos.

1.2.1.2. Otras fuentes de degradación

La corrosión producida por sustancias del proceso no es la única fuente de degradación de los equipos, tenemos que tener en cuenta agentes externos como el clima, sustancias externas al proceso, esfuerzos mecánicos y vibraciones ya que estos aumentan la velocidad de degradación de un equipo, por este motivo se toman medidas para minimizar sus efectos.

Para evitar el efecto del clima todos los equipos fríos están aislados para evitar condensación de agua y la corrosión que esto implica. El propio aislante también va protegido por lona o aluminio para su conservación. Los equipos que no sean fríos ni calientes y no requieran aislante estarán protegidos por pinturas anticorrosión que los protegerán de la corrosión externa.

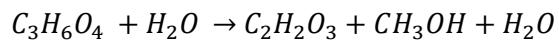
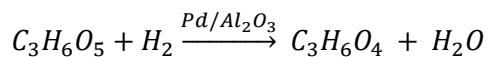
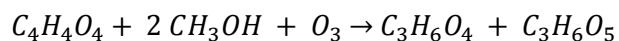
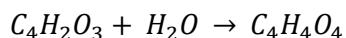
Los esfuerzos mecánicos también degradan los equipos, e incluso las vibraciones pueden aumentar la corrosión producida por sustancias químicas. Para evitarlo todos los equipos estarán correctamente diseñados para que la circulación de fluidos no les haga vibrar. En el caso de los esfuerzos mecánicos por deformación, se diseñarán y dimensionarán correctamente los soportes para evitar esfuerzos tanto por el propio peso del equipo como esfuerzos producto de dilataciones térmicas.

La planta está diseñada para tener un tiempo de vida útil, sin embargo, muchos de los equipos tienen un tiempo de vida menor al de la propia planta incluso con mantenimiento y muchos otros que puede degradarse a causa de un déficit de mantenimiento. Si bien cada equipo tendrá un mantenimiento específico, en reglas generales de corrosión consisten en mantener la protección exterior en buenas condiciones con pinturas anticorrosión o productos adecuados, revisar y reponer anualmente los equipos que estén afectados por la corrosión.

1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

El proceso de producción del ácido glioxílico está basado en la hidrólisis del anhídrido maleico con agua, la ozonólisis del ácido maleico, la hidrogenación catalítica del metilo hidroperóxido ácido glioxílico y por último la hidrólisis del metilo hemiacetal ácido glioxílico y posterior concentración del ácido glioxílico al 50%.

Las reacciones que tienen lugar durante el proceso son:



Éstas se dan en cuatro etapas. La primera corresponde a la primera hidrólisis, la segunda a la ozonólisis, la tercera reacción a la hidrogenación catalítica y la cuarta corresponde a la segunda hidrólisis.

1.3.1. DIAGRAMA DE BLOQUES

En la figura 1.14, que se adjunta a continuación, se describe el proceso de fabricación del ácido glioxílico propuesto mediante un diagrama de bloques.

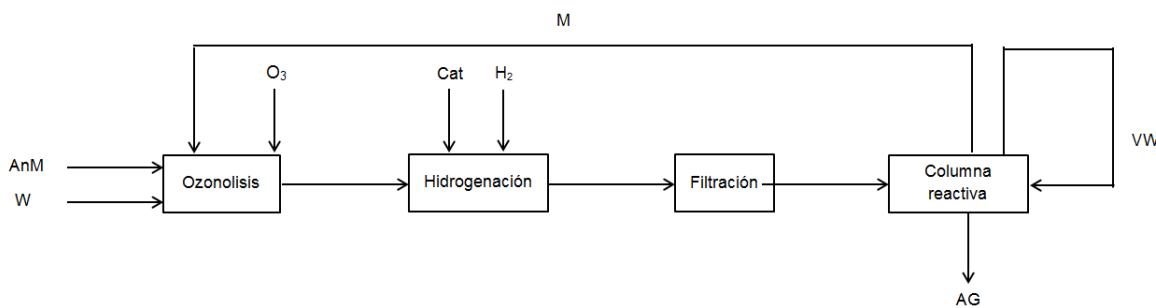


Figura 1.14. Diagrama de bloques del proceso de fabricación de ácido glioxílico al 50%.

Las materias primas son el anhídrido maleico y el agua, mezcladas directamente en el reactor a una temperatura de unos 20°C aproximadamente para conseguir disolver e hidrolizar el anhídrido maleico obteniéndose ácido maleico, indispensable para continuar con el proceso. La primera reacción tendrá lugar en el primer reactor (Reactor Discontinuo de Tanque Agitado – RDTA), se introduce metanol y se enfriá el RDTA a 5°C para llevar a cabo la ozonólisis. Dicha reacción consiste en introducir ozono en el reactor mediante un tubo de buzo dispersándolo así en la mezcla que contiene el reactor. Los productos obtenidos son el metilo hidroperóxido ácido glioxílico y metilo hemiacetal ácido glioxílico. Se alcanza una conversión del 95,5% en la primera línea de 5 RDTA donde se realizan las dos primeras reacciones.

Estos compuestos se introducen en un segundo reactor junto con el catalizador paladio en alúmina e hidrógeno, para realizar la hidrogenación catalítica. Con dicho proceso conseguimos que el metilo hidroperóxido ácido glioxílico se descomponga y se forme metilo hemiacetal ácido glioxílico. La hidrogenación es exotérmica y debe realizarse agregando el gas hidrógeno de tal manera que la temperatura no suba de 15°C. Por lo tanto, se mantendrá el reactor en unas condiciones de operación de temperatura equivalentes a 5°C igual que en los primeros reactores.

Cuando se ha agregado suficiente hidrógeno para reducir completamente el MHP, la reacción deja de ser exotérmica. Durante la reducción, el hidrógeno se oxida a agua, la cual es el subproducto de la reducción. A continuación, se realiza una filtración para separar el catalizador del disolvente y poder realizar la última hidrólisis con vapor de agua sin que el catalizador sólido pueda deteriorar la columna reactiva.

Por último, el MHA junto con el metanol y agua sobrante se introduce en una columna de platos a una temperatura de 20°C previo paso por un intercambiador de placas. En la columna se tratará dicho producto acondicionado a la temperatura deseada con vapor de agua proveniente de una caldera a una temperatura de 165°C y una presión de vapor de 7 atm. Ese vapor reaccionará prácticamente de forma instantánea al entrar en contacto con el líquido que caerá a través de los platos en contracorriente descomponiéndose el MHA y formándose ácido glioxílico a una concentración del 45% en peso aproximadamente. La columna operará a presión atmosférica y se ha diseñado para trabajar en unas condiciones de temperatura de 90°C por cabeza y 110°C en el fondo de la columna. La temperatura en la parte superior de la

columna será regulada mediante el caudal de entrada de vapor al serpentín o *dephlegmator* colocado en la virola superior de dicha columna.

En la parte superior de la columna saldrá una mezcla de vapor de agua y metanol con una cantidad en gran exceso. Se ha decidido incorporar una segunda columna con un condensador total y un *reboiler* con reflujo para recuperar el agua y el metanol sobrante, recirculando dichos compuestos hasta los tanques de almacenaje pertinentes.

Dado que el ácido glicoxílico debe concentrarse hasta el 50% para ser vendido y su temperatura de almacenaje no debe sobrepasar los 30°C, se ha diseñado un tanque de evacuación que operará junto con un condensador, un tanque y una bomba de vacío para el agua evaporada. Los vapores de agua del propio tanque de evacuación serán aspirados por la bomba de vacío hasta un tanque de almacenaje de agua previo paso por un condensador para rebajar su temperatura y transformar el vapor de agua en agua en estado líquido. El ácido glicoxílico del tanque anterior habrá perdido la cantidad de agua diseñada según el proceso y se encontrará concentrado al 50%.

Por último, para cumplir con la temperatura de almacenaje máxima permitida, el ácido glicoxílico del tanque de evacuación circulará por dos intercambiadores de placas dispuestos en serie. Operando con diferentes saltos térmicos en los intercambiadores se consigue rebajar la temperatura del ácido glicoxílico al 50% hasta los 20°C deseados.

Una vez terminado el proceso se almacena en tanques capacitados para contener un volumen máximo de 3 días de stock. Esto permite tener producto preparado para su venta en caso de paro de la planta por cualquier inconveniente que pueda suceder.

1.3.2. Diagrama de proceso y descripción detallada

En la Figura 1.15. se detalla el diagrama del proceso escogido para la producción del ácido glioxílico. Este diagrama se adjunta en versión ampliada en el *Capítulo 10. DIAGRAMAS Y PLANOS*.

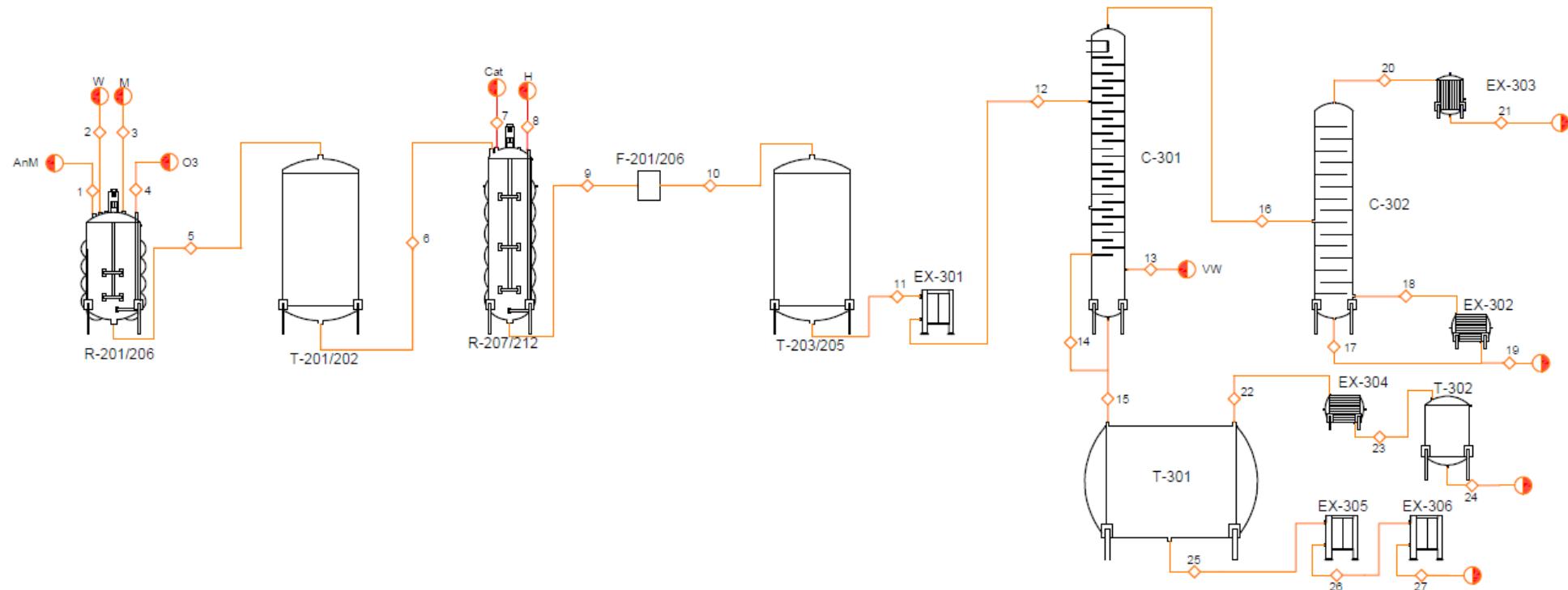


Figura 1.15. Diagrama del proceso de fabricación del ácido glioxílico al 50%.

1.4. CONSTITUCIÓN DE LA PLANTA

1.4.1. DESCRIPCIÓN CUALITATIVA DE LA PLANTA

Tal como se ha comentado en el apartado 1.1.3 *Localización de la planta*, la planta de producción del ácido glicoxílico está proyectada sobre una parcela de 53.235 m². La distribución de la planta comprenderá todos los elementos de la instalación, ya sean industriales o los auxiliares necesarios, como el lugar de trabajo para los empleados. Se debe tener en cuenta los espacios necesarios para los movimientos de material, almacenamiento, equipos o líneas de producción, equipos industriales, administración, servicios para el personal, etc.

La ubicación de las diferentes áreas y zonas de la planta se han diseñado para reducir costes tanto en las áreas como en los equipos (movimiento de material según distancias mínimas, circulación de trabajo a través de la planta y flexibilidad para facilitar reajustes o ampliaciones), al mismo tiempo se garantiza seguridad para los empleados de la planta.

Las ventajas que aporta una buena distribución se ven reflejadas en una reducción de costes de fabricación, así como la reducción de riesgos de enfermedades, accidentes profesionales, mejor la satisfacción del trabajador y eso implica un incremento de la productividad, disminución de retrasos y optimización del espacio.

1.4.2. DISTRIBUCIÓN POR ÁREAS

La planta de producción está dividida en nueve áreas. Dos áreas dedicadas al almacenamiento de materias primas y producto acabado, dos para la síntesis del producto, dos auxiliares para los servicios, seguridad y medio ambiente, una para la carga y descarga de materias primas y productos y, para finalizar, las dos últimas donde se encuentran las oficinas, laboratorio y aparcamiento. En la tabla 1.10. Se adjunta la descripción de las distintas áreas que constituyen la planta.

Tabla 1.10. Descripción de las áreas de la planta de producción.

ÁREA	DESCRIPCIÓN
100	Almacenaje Materias primas
200	Producción
300	Purificación producto final
400	Almacenaje Productos
500	Servicios
600	Seguridad y Medio Ambiente
700	Carga y descarga
800	Oficinas, Laboratorios y Sala de control
900	Aparcamiento

En la Figura 1.16 se esquematiza la proyección de las diferentes áreas en nuestra parcela. Tal como se puede observar, están dispuestas manteniendo la zona de producción y la síntesis lo más alejada de las vías de acceso para preservar la instalación y las medidas de seguridad adecuadas.

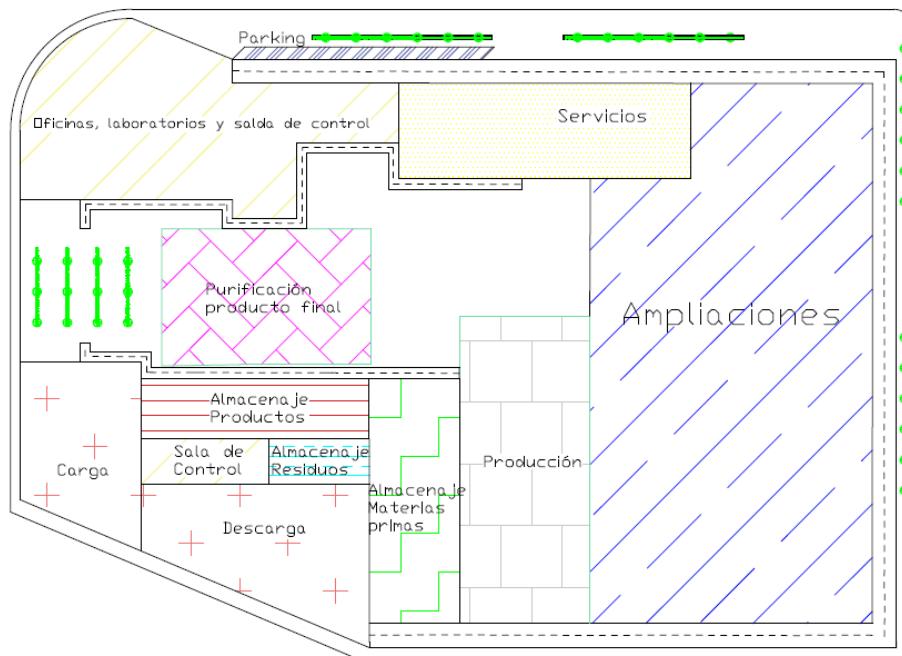


Figura 1.16. Proyección de las áreas en la parcela.

- ÁREA 100: ALMACENTAMIENTO MATERIAS PRIMAS

En esta área se almacenan la materia prima empleadas en proceso: anhídrido maleico, metanol, catalizador, oxígeno e hidrógeno. El anhídrido maleico se almacena en dos tanques en forma de silos igual que el catalizador, el oxígeno e hidrógeno se almacenan en tanques criogénicos y el metanol en seis tanques atmosféricos toriesféricos.

El almacén se ha diseñado para tener una provisión de reactivos suficiente para tres días de producción. Así pues, la frecuencia de camiones está establecida para abastecer reactivo nuevo cada tres días. Se organizará para que la carga y descarga de materias primas no se realice el mismo día y así evitar gran flujo de camiones en las instalaciones.

El área 100 se sitúa al lado del área 700 en la cual se realizará la descarga de las materias primas.

- ÁREA 200: PRODUCCIÓN

El área 200 alberga la producción de los intermedios de reacción para obtener nuestro producto final. En esta área se sitúan las dos zonas de reacción necesarias, doce reactores cada docena destinado a realizar ozonólisis e hidrogenación y todos los equipos auxiliares que son requeridos para la síntesis del producto de interés como tanques y filtros.

Se sitúa al lado del área 100 para proveer el área de producción de forma rápida, de este modo se reduce las distancias de transporte de materias primas.

- ÁREA 300: PURIFICACIÓN ÁCIDO GLIOXÍLICO

Esta área está formada por una columna reactiva que permite obtener el producto de interés, también podemos encontrar en esta área una columna de separación metanol-agua y varios tanques e intercambiadores.

Dicha área está ubicada al final del proceso de producción, junto a la de almacenamiento de producto final.

- ÁREA 400: ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO

En dicha área se almacena el producto final: ácido glicoxílico al 50%. Se almacenará en tanques atmosféricos capaces de contener la cantidad equivalente a tres días de producción normal. Estos tanques se conectarán a las cisternas de 23 Tn en las cuales se enviará el producto terminado.

Se sitúa junto al área 300 y área de descarga (A700).

- ÁREA 500: SERVICIOS

En esta área se encuentran los servicios auxiliares necesarios para la producción. A partir de esta área, se distribuyen los servicios de fluidos y energía hacia los puntos de uso de la planta. Estos están compuestos por una torre de refrigeración, un tanque criogénico de N₂, dos *chillers*, una caldera, un equipo de desionización de agua y los tanques correspondientes y un sistema de compresión de aire. Todos los servicios están detallados en el apartado 1.6. *ESPECIFICACIONES Y NECESIDADES DE SERVICIOS A LÍMITE DE PLANTA*.

- ÁREA 600: MEDIO AMBIENTE Y SEGURIDAD

Todas las emisiones voluntarias o involuntarias son dirigidas hacia el área 600. En esta área se incluyen cuatro compresores que impulsan los gases que salen de los doce reactores y los envían al oxidador térmico, el cual también se encuentra en esta área.

Dicha área se sitúa cerca de la zona de entrada y salida de camiones para facilitar la recogida de los residuos necesarios.

- ÁREA 700: CARGA Y DESCARGA

En esta zona se encuentra la zona de carga y descarga de los tanques de almacenaje. En esta área llegan los camiones para descargar las materias primas y llevarse los productos o residuos que se generan en la planta de producción.

- ÁREA 800: OFICINAS, LABORATORIOS Y SALA DE CONTROL

El área 800 incluye todas las zonas dónde se realizan la gestión administrativa, operacional, control y vestuarios.

1.4.3. PLANIFICACIÓN TEMPORAL Y PLANTILLA DE TRABAJADORES

La planta de producción de ácido glicoxílico estará operativa durante 300 días al año las 24 horas del día, es decir un total de 7200 horas al año. La única para prevista de la planta se realizará durante julio y agosto.

Para la planificación temporal de la planta, se han considerado tanto los días de operación como los dedicados a puesta en marcha y tareas de mantenimiento. Según el XVII Convenio General de la Industria Química los trabajadores de este sector tendrán una jornada laboral máxima anual de 1.752 horas de trabajo efectivo. Así pues, para cubrir el total de horas de producción se distribuirá el trabajo de la planta en cuatro turnos: turno de mañana, tarde, noche y fines de semana.

Los trabajadores están divididos en diversos grupos cubriendo las áreas de producción, mantenimiento, servicios, investigación y laboratorios, administración e informática y comercial. Estos grupos son:

- **Directivos y Técnicos:** los trabajadores que pertenecen a este grupo planifican, organizan, dirigen, coordinan y controlan las actividades propias al

desarrollo de la empresa. Asumen la responsabilidad de alcanzar los objetivos planificados y son responsables de la toma de decisiones.

- **Jefes de sección o especialistas:** las funciones de este grupo consisten en integrar, coordinar y supervisar las tareas en las diversas secciones de la planta.
- **Operarios y obreros:** serán los encargados de estar a pie de planta tanto en las secciones de producción como de mantenimiento.
- **Seguridad, Medio Ambiente e Ingeniería:** son los encargados de diseñar e implantar políticas, procedimientos, programas y normas internas relativas a la seguridad y salud de los trabajadores y al proceso de producción.
- **Administrativos:** los trabajadores de este grupo serán los encargados de los departamentos de contabilidad, marketing, informática, comercial y recursos humanos.
- **Personal externo:** se contratará de manera externa los servicios de limpieza, seguridad y mantenimiento de equipos especiales. Este grupo implicará un coste fijo al ser una subcontrata.

Tabla 1.11. Personal disponible en la planta.

Personal	N.º trabajadores
Directivos	2
Técnicos	5
Jefe de sección	12
Operarios	30
Mantenimiento	10
Seguridad/Medio Ambiente/Ingeniería	6
Administrativos	20

1.5. BALANCE DE MATERIA

A continuación, se presentan flujos volumétricos, molares y másicos de los diferentes corrientes que componen el proceso de producción, además de sus características principales. Estos se detallan para el estado de operación normal de la planta, es decir en estado estacionario. Todo ello permite configurar el balance de materia del proceso en general y de cada área o sistema, corroborando la producción deseada del ácido glicoxílico.

Las tablas 1.12 y 1.13 Detallan la información de cada corriente en particular. La numeración de las corrientes corresponde al diagrama de proceso adjuntado a continuación:

Figura 1.17. Diagrama de proceso del balance de materia.

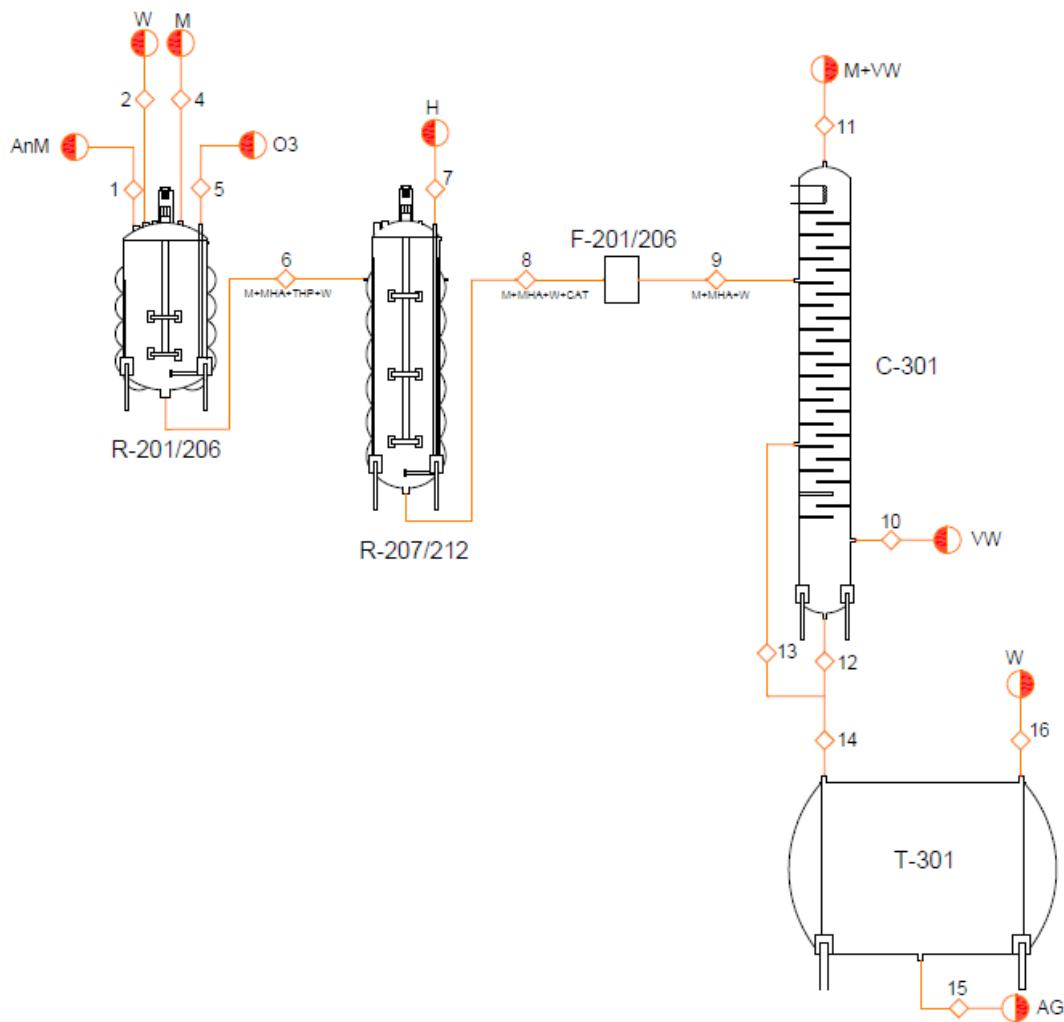


Tabla 1.12. Balance de materia de la planta de producción de ácido glioxílico al 50%.

Número de corriente	1	2	3	4	5	6	7	8
Temperatura (°C)	25	25	5	5	25	5	25	5
Presión (atm)	1	1	1	1	1	1	1	1
Fase	S	L	L	L	G	L y G	G	L y S
Densidad (kg/m3)	1,48	0,997	-	0,792	1,571	-	0,083	-
Caudal volumétrico (m3/h)	0,664	0,996	1,547	5,271	251,523	6,583	228,657	6,789
Caudal másico (kg/h)	982,91	992,88	1975,79	4175,01	529,24	6630,44	20,15	6708,75
Caudal molar (kmol/h)	10,02	55,13	55,13	130,31	11,03	175,41	10,02	185,98

FRACCIÓN MÁSICA COMPONENTES

Anhídrido maleico	1							
Agua		1	0,411			0,123		0,148
Acido maleico			0,589					
Ozono				1				
Metanol					1	0,533		0,527
Hemiacetal						0,160		0,317
Hidroperóxido						0,184		
Hidrógeno							1	
Catalizador								0,0087
Ácido glioxílico								
Ácido oxálico								

Tabla 1.13. Balance de materia de la planta de producción de ácido glioxílico al 50%.

Número de corriente	9	10	11	12	13	14	15	16
Temperatura (°C)	25	170	90	110	110	110	110	25
Presión (atm)	1	6,909	1	1	1	1	1	1
Fase	L	G	G	L	L	L	L	L
Densidad (kg/m3)	-	0,004	-	-	-	-	-	0,997
Caudal volumétrico (m3/h)	6,784	9,005	13,104	2,974	0,637	2,337	2,173	0,142
Caudal másico (kg/h)	6650,58	8978,29	12987,44	3361,82	720,39	2641,43	2500,00	141,43
Caudal molar (kmol/h)	185,44	498,52	588,73	122,35	26,22	96,13	84,68	7,85
FRACCIÓN MÁSICA COMPONENTES								
Anhídrido maleico								
Agua	0,149	1	0,709	0,545	0,545	0,545	0,485	1
Ácido maleico								
Ozono								
Metanol	0,531		0,291					
Hemiacetal	0,320							
Hidroperóxido								
Hidrógeno								
Catalizador								
Ácido glioxílico				0,45	0,45	0,45	0,51	
Ácido oxálico				0,005	0,005	0,005	0,005	

1.6. ESPECIFICACIONES Y NECESIDADES DE SERVICIOS A LÍMITE DE PLANTA

Se entiende por servicios de planta todas aquellas operaciones auxiliares al proceso de producción principal encargados de hacer funcionar y regular dicho proceso. Los servicios requeridos por la planta pueden ser tanto constantes como intermitentes. El objetivo básico de los servicios es realizar un trabajo o aportar/retirar materia y energía al proceso.

Los servicios representan la mayor parte de los costes de operación de la planta y son imprescindibles para ésta, por tanto, deber ser fiables, de calidad constante y estar siempre disponibles en exceso.

1.6.1. SERVICIOS REQUERIDOS POR LA PLANTA

Los servicios de la planta se pueden clasificar en dos grupos: fluidos y energías. Generalizando, las energías son servicios primordiales que se obtienen fuera de la planta, mientras que los fluidos suelen elaborar en la propia planta a partir de las energías y son los que le dan vida al proceso.

En la siguiente Tabla 1.14 se describen los fluidos y energías, requeridos en la planta de producción de ácido glioxílico al 50%.

Tabla 1.14. Servicios de la planta.

SERVICIO	TIPO	FUENTE
Electricidad	Energía	Externa e interna
Gas natural	Energía	Externa
Agua Glicolada	Fluido	Interna
Agua de incendios	Fluido	Externa
Agua de red	Fluido	Externa
Agua desionizada	Fluido	Interna
Nitrógeno	Fluido	Externa
Aire comprimido	Fluido	Interna

1.6.2. ENERGÍAS

1.6.2.1. Electricidad

Utilidad en planta: Alimentar los equipos eléctricos.

Requisitos: Disponibilidad de servicio externo, gasóleo.

Equipo necesario: Transformador, red eléctrica, grupo electrógeno.

El servicio de electricidad se clasifica como una energía y se encarga de abastecer todos los equipos que la requieran, así como las instalaciones en las oficinas, sala de control o iluminación de toda la planta.

Este servicio llega a través de una red eléctrica situada la conexión a pie de parcela desde la línea de 20.000V. La planta opera a 380 V y 50 Hz, por lo que necesita un transformador para disponer del voltaje de trabajo. El consumo anual de la planta es de 1139716 kW. Se ha seleccionado un transformador de distribución mediano con una potencia de 10000 kVA para satisfacer las necesidades eléctricas de la planta.

En el caso de fallo en el suministro eléctrico la planta debe tener un grupo electrógeno que mantenga los servicios funcionando. Este grupo funcionará con gas natural y se encenderá automáticamente en caso de corte eléctrico, abasteciendo a la totalidad de la demanda eléctrica de la planta.

1.6.2.2. Gas natural

Utilidad en planta: Alimentar la caldera de aceite térmico

Requisitos: Disponibilidad de servicio externo, conexión.

Equipo necesario: Red de gas natural.

La función de este servicio es aportar la suficiente energía para alimentar la caldera, el generador eléctrico en caso de un fallo eléctrico y para cualquier necesidad que necesite de dicho servicio.

Para alimentar la caldera, que será su función principal, es necesario un caudal de 41 m³/h, este parámetro se calcula en el *Capítulo 11. MANUAL DE CALCULOS*. En la planta se dispone de un gas natural a media presión de 1,5 kg/cm³.

1.6.3. FLUIDOS

1.6.3.1. Etilenglicol

Utilidad en planta: suministrar las medias cañas de los equipos.

Requisitos: etilenglicol al 40%.

Equipo necesario: *Chiller*.

Debido a las necesidades de la planta, para poder enfriar a temperaturas bajas necesitamos un tipo de fluido el cual pueda trabajar a dichas temperaturas sin problemas, por dicho motivo utilizamos el etilenglicol.

En la planta serán necesarios $2,22 \cdot 10^5$ kg/h de etilenglicol para abastecer todos los equipos que requieran de este fluido, entra a los equipos a -10°C y se retorna a 0°C.



Figura 1.18. Grasso FX P *chiller*.

1.6.3.2. Agua de incendios

Utilidad en planta: suministrar a los equipos antiincendios y llenar la balsa.

Requisitos: agua de incendios (conexión), electricidad.

Equipo necesario: estación de bombeo, balsa de reserva.

Cualquier planta industrial necesita una instalación contra incendios y explosiones, en especial si intervienen agentes inflamables. El agua de incendios se encarga de suministrar agua a todas las áreas de la planta haya equipos especiales que puedan propagar un fuego.

Dicha agua llega a la planta con una presión de 4 bar, por lo que es necesario una balsa para almacenar agua y un sistema de bombeo para que el agua llegue con la suficiente presión al lugar donde se produce el incendio o la explosión.



Figura 1.19.

Equipo contra incendios EBARA Serie AF ENR.

La opción comercial elegida para el bombeo se detalla en la Tabla 1.15:

Tabla 1.15. Estación de bombeo

Equipo	Estación de bombeo
Proveedor	EBARA
Modelo	Serie AF ENR
Presión de operación máxima (MPa)	15
Caudal de operación máxima (m ³ /h)	800
Tiempo de respuesta (s)	>15
Combustible	Electricidad
Precio (euros)	12000

1.6.3.3. Agua desionizada

Utilidad en planta: suministrar de agua pura para la obtención de ácido maleico.

Requisitos: agua de red, electricidad.

Equipo necesario: sistema de osmosis inversa, sistema de resinas iónicas.

El servicio de agua desionizada se encarga de producir agua prácticamente pura a partir de agua de red para abastecer la operación de hidrólisis del anhídrido maleico, además de abastecer equipos y circuitos que requieran de forma puntual este tipo de agua.

El servicio consta principalmente de tres equipos con las que se lleva a cabo la desionización. Estos equipos son:

1. Prefiltros: se encarga de eliminar una parte de las impurezas del agua para extender el tiempo de vida de las membranas de osmosis inversa.
2. Membranas de osmosis inversa: su función es eliminar la mayor parte de las sales y otras sustancias presentes en el agua.

Para cubrir la cantidad de agua desionizada necesaria unos 1,35 m³/h se han elegido los equipos descritos en la Tabla 1.16.

Tabla 1.16. Especificaciones del equipo de osmosis inversa

Equipo	Sistema osmosi inversa industrial
Proveedor	Carbotecnia
Modelo	416007
Capacidad (m ³ /h)	2
Presión operación (psi)	160-200
Motor	7,5kW

1.6.3.4. Nitrógeno

Utilidad en planta: neutralizar las reacciones que sean necesarias.

Requisitos: suministro de nitrógeno.

Equipo necesario: Tanque criogénico, evaporador.

El servicio de nitrógeno se encarta de abastecer con gas inerte presurizado todos los sistemas de control de presión del proceso, además de servir para la inertización de las reacciones de los equipos.

En operación la planta necesita 101 m³/día, por lo tanto, para asegurar el suministro, para al menos una semana.



Figura 1.20.Tanques criogénicos del fabricante Linde.

Debido a las necesidades de requerimiento de este servicio en la planta de ACFERCO, el equipo escogido se resume en la Tabla 1.17:

Tabla 1.17. Especificaciones del tanque criogénico de nitrógeno.

Equipo	Tanque criogénico de nitrógeno
Proveedor	Linde
Modelo	LIN110
Presión de operación [bar]	18
Capacidad [m ³]	11 m ³
Capacidad de descarga [m ³ /h]	300
Diámetro/altura [mm]	2000/7350
Precio estimado [euros]	12000

1.6.3.5. Aire comprimido

Utilidad en planta: accionar válvulas.

Requisitos: electricidad.

Equipo necesario: compresor, tanque a presión.

El servicio de aire comprimido se encarga de abastecer con aire a presión a todas las válvulas neumáticas que lo requieran.

En esencia este servicio requerirá de un filtro de aire, un compresor, un tanque de almacenamiento de aire comprimido y una red de distribución.



Figura 1.21. Compresor de aire PUSKA DRE120 A 8,5 CE

En la tabla 1.18. Se detalla el modelo de compresor escogido que se adapta mejor a las necesidades de la planta.

Tabla 1.18. Detalles del compresor.

Equipo	Compresor de aire comprimido
Proveedor	PUSKA
Modelo	DRE120 A 8,5 CE
Presión de operación (bar)	8,5
Potencia (kW)	90
Caudal de aire (L/min)	15780
Ruido (dB)	74
Largo/ancho/alto (mm)	1860/1060/1630
Peso (kg)	1570
Conexión de salida	1-1/2"
Precio (euros)	44.000

Otro de los elementos necesarios en el sistema de aire comprimido es el depósito de aire comprimido, el cual permite cubrir los picos de demanda de aire. En la tabla 1.19 Se describen las características del depósito elegido.

Tabla 1.19. Especificaciones del depósito de aire comprimido.

Equipo	Depósito de aire comprimido
Proveedor	PUSKA
Modelo	D-200
Presión de operación (bar)	8
Capacidad (m ³)	0,9
Largo/ancho/alto (mm)	1500/600/700
Precio (euros)	530

1.7. PROGRAMACIÓN TEMPORAL Y MONTAJE DE LA PLANTA

A continuación, se presenta un modelo esquemático de la planificación temporal y montaje de la planta del ácido glicoxílico una vez sea aceptado del presente proyecto. Para ello es necesario definir previamente las tareas necesarias para llevar a cabo la obra, su duración y orden de ejecución. En la Tabla 1.20., se resume la información necesaria para el montaje de la planta.

El diagrama de Gantt, presentado la siguiente figura (Figura 1.22.), es la representación gráfica del tiempo dedicado al montaje de la planta detallado anteriormente. Este método permite visualizar la duración total que tendrá la ejecución del proyecto. Según el esquema temporal propuesto, esta duración es de aproximadamente 2 años.

Tabla 1.20. Duración de las tareas a realizar durante la construcción y montaje de la planta.

Tarea	Descripción de tarea	Duración	Precedencia
1	Ingeniería del detalle	4 meses	0:01
2	Licencia de obras y actividades	6 meses	0:02
3	Pedido de equipos	6 meses	1:03
	Urbanización	5 meses	
4	Limpieza de terrenos	1 mes	1:04
5	Excavaciones y cimientos	2 meses	4:05
6	Instalación de suministros	1 mes	5:06
7	Viales y aceras	1 mes	5:07
	Edificación de oficinas y aparcamientos	4 meses	
8	Edificio de oficinas	3 meses	6:08
9	Aparcamiento	1 mes	5,7:9
	Instalación de equipos	9 meses	
10	Área de almacenaje materias primas	1 mes	3,6:10
11	Área de producción	3 meses	3,6:11
12	Área de purificación	1 mes	11:12
13	Área de almacenaje de productos	1 mes	3,6:13
14	Área de servicios	1 mes	6:14
15	Área de seguridad y medio ambiente	1 mes	12:15
16	Soportes, escaleras, plataformas y barandillas	1 mes	10-15:16
	Instalación de tuberías	3 meses	
17	Instalación de tuberías del proceso	1,5 meses	10.15:17
18	Instalación de tuberías de servicio	1,5 meses	14:18
	Instrumentación	1,5 meses	
19	Instalación instrumentación	1 mes	17,18:19
20	Conexión instrumentos-equipos	0,5 meses	19:29
	Aislamientos	2 meses	
21	Aislamiento equipos	1 mes	20:21
22	Aislamiento tuberías	1 mes	20:22
	Acabados	1 mes	
23	Pintura	0,5 meses	21,22:23
24	Limpieza	0,5 meses	23:24

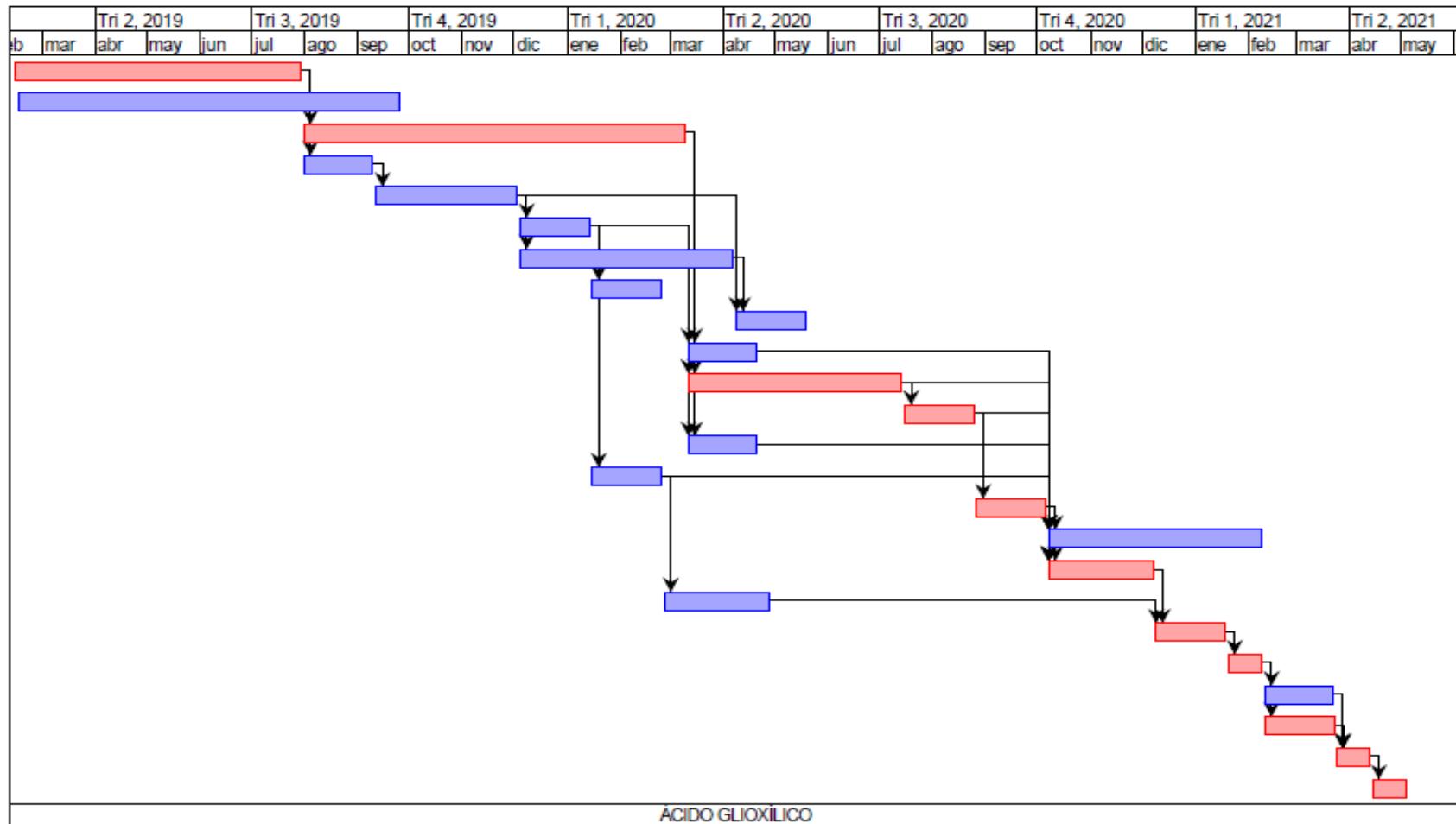


Figura 1.22. Diagrama de Gantt de la planta de producción.

1.8. CICLOGRAMA DEL PROYECTO

A continuación se muestra una figura con el ciclograma del proyecto. El ciclograma es un gráfico que representa el tiempo de *batch* del proceso en la planta de producción, en este caso de ACFERCO. Así pues, se realiza cuando se debe producir en discontinuo.

Como se ha explicado en el apartado anterior, el tiempo de construcción de la planta es de, aproximadamente, dos años. La puesta en marcha se realizará, al menos, un mes después de terminar el período de obras.

Dado que la columna trabajará en continuo se debe tener una cantidad en los tanques de salida de los hidrogenadores que permita un flujo de entrada en la columna en continuo sin vaciarse. Para ello se comenzará a trabajar con los reactores en discontinuo los días anteriores suficientes para poder tener la columna reactiva C-301 a punto para operar el día 15/06/2021, el cual será el inicio de la producción de la planta diseñada.

Con los valores de tiempo establecidos de carga de reactivos y otros compuestos se ha realizado el ciclograma que se presenta a continuación.

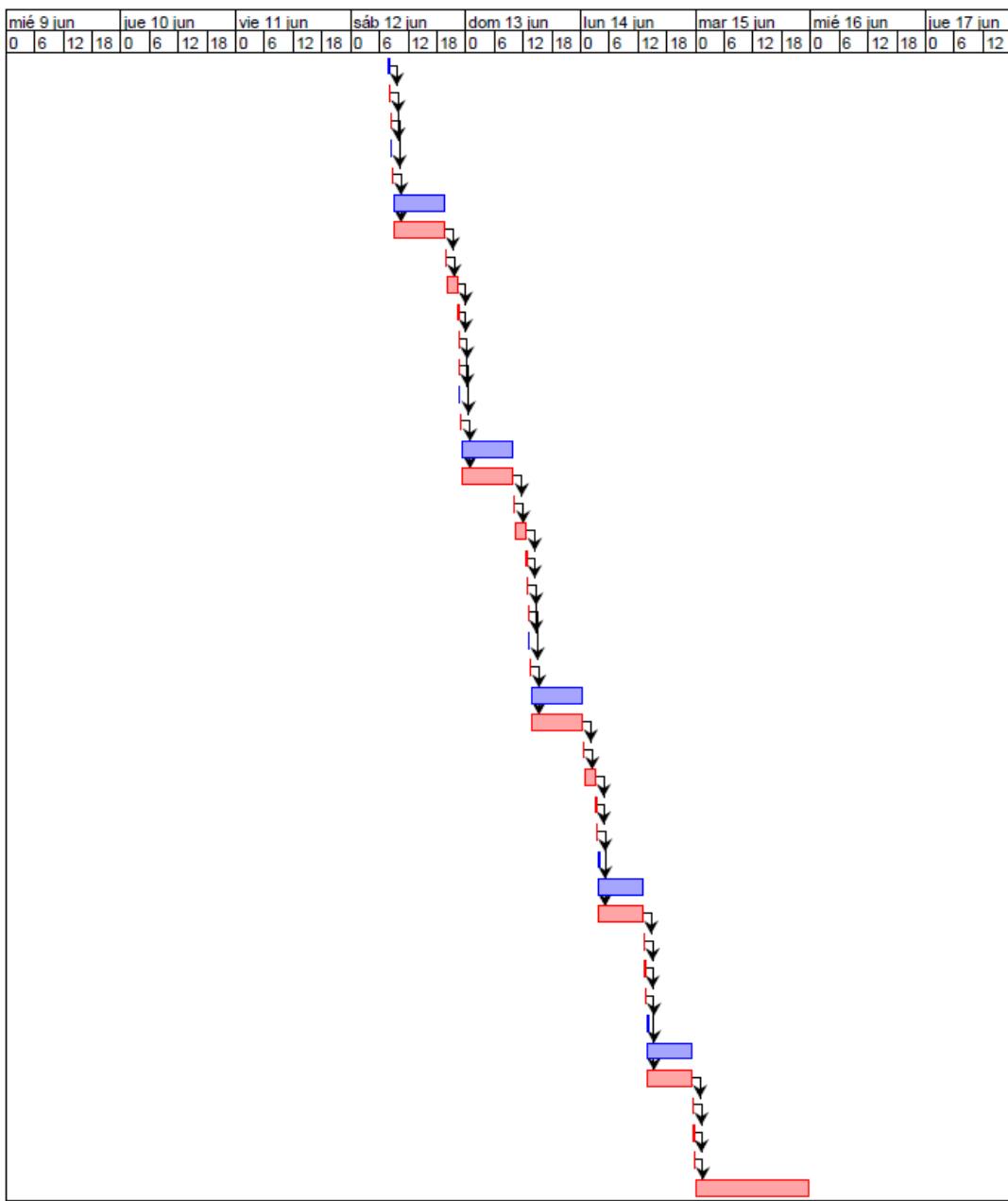


Figura 1.23.Ciclograma del proyecto diseñado.

1.9. BIBLIOGRAFÍA

A continuación, se presenta los diversos artículos consultados para realizar el capítulo que se ha presentado.

Clima en Tarragona – Climate (Consultado en noviembre de 2018)

<https://es.climate-data.org/europe/espana/cataluna/tarragona-1565/>

Medio ambiente de Tarragona – Archivos Tarragona (Consultado en noviembre de 2018)

<https://www.tarragona.cat/mediambient/fitxers/altres/fitxers-2009/medi-fisic>

Ozono – FGIngenieria (Consultado en noviembre de 2018)

<http://www.fgingenieria.com.ar/downloads/publicaciones/es/el-abc-ozono.pdf>

Compuestos de proceso – LINDE y Helpes (Consultado en noviembre de 2018)

https://www.linde-engineering.com/en/images/P_3_3_e_12_150dpi_tcm19-5774.pdf

<http://www24.helpes.eu/01260123/PeroxidoOrganico>

Compresor de aire comprimido – PUSKA (Consultado en enero de 2019)

<https://www.puska.com/content/dam/brands/Puska/catalogos/RTC%20RTD%20DRC%20DRD%20y%20DRE%20-%20Modelos%20y%20tarifas.pdf>

<https://docplayer.es/78510423-2018-tarifa-catalogo.html>

Equipos contra incendios – EBARA (Consultado en enero de 2019)

<http://www.ebara.es/productos/equipos-contra-incendios-industriales/serie-af-enr/>

