



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

PROYECTO DE ALMACÉN DE PRODUCTOS QUÍMICOS DE UNA INDUSTRIA DE TRATAMIENTO DE JEANS EN LA LOCALIDAD DE ALDAIA (VALENCIA)

AUTOR: FRANCISCO JAVIER CAMPOS CASTELLÓ

TUTOR: JOSE LUIS FUENTES BARGUES

Curso Académico: 2017-18

RESUMEN

Una empresa del sector textil especializada en el acabado de prendas vaqueras realiza un encargo de traslado de sus instalaciones. La localización escogida para la nueva planta es el polígono industrial de Aldaia, Valencia.

El ingeniero, autor del presente trabajo, debe estudiar y comprender el proceso industrial a llevar a cabo para identificar las principales características y amenazas que supone un incorrecto almacenamiento de los productos químicos implicados para poder diseñar una instalación segura.

Para conseguirlo, se clasifican estos productos. En función de esta clasificación se toman una serie de decisiones, como distancias mínimas de los tanques a otros elementos de la planta, material de los depósitos, posibilidad de almacenamiento conjunto y la mejor alternativa de distribución en planta.

La correcta ejecución de las decisiones anteriores será posible mediante una correcta selección de las características de los cubetos de retención, la existencia de pavimento en la planta industrial, cerramientos y carpintería metálica, venteos y alivio de presión así como sistemas que garanticen la seguridad frente a incendio o rayos. Estos elementos quedan también a cargo del ingeniero proyectista.

Adicionalmente se proporcionan unas instrucciones para el uso, conservación y seguridad de la instalación.

Finalmente, se presenta al cliente (la empresa promotora) unos cuadros de presupuesto que indican de forma clara y concisa la inversión a realizar.

ABSTRACT

A company in the textile sector specialized in the finishing of denim garments carries out an order to transfer its facilities. The chosen location for the new plant is the industrial park of Aldaia, Valencia.

The engineer, author of the present work, must study and understand the industrial process to be carried out to identify the main characteristics and threats posed by the incorrect storage of the chemical products involved in order to design a safe installation.

To achieve this, these products are classified. Depending on this classification, a series of decisions will be taken, such as minimum distances from these to other elements of the plant, material from their container tanks, the possibility of joint storage and the best alternative distribution in the plant.

The correct execution of the previous decisions will be possible through a correct selection of the characteristics of the retention basins, the existence of pavement in the industrial plant, enclosures and metal carpentry, vents and pressure relief as well as systems that guarantee safety against fire or lightning. These elements are also the responsibility of the design engineer.

Additionally, instructions for the use, conservation and safety of the installation are provided.

Finally, the client (the promoter company) is presented with budget tables that clearly and concisely indicate the investment to be made.

RESUM

Una empresa del sector tèxtil especialitzada en l'acabat de peces vaqueres realitza un encàrrec de trasllat de les seues instal·lacions. La localització escollida per a la nova planta és el polígon industrial d'Aldaia, València.

L'enginyer, autor del present treball, ha d'estudiar i comprendre el procés industrial a dur a terme per identificar les principals característiques i amenaces que suposa un incorrecte emmagatzematge dels productes químics implicats per poder dissenyar una instal·lació segura. Per aconseguir-ho, es classifiquen aquests productes. En funció d'aquesta classificació es prendran una sèrie de decisions, com a distàncies mínimes d'aquests a altres elements de la planta, material de les seves tancs contenidors, possibilitat d'emmagatzematge conjunt i la millor alternativa de distribució en planta.

La correcta execució de les decisions anteriors serà possible mitjançant una correcta selecció d'unes característiques de les cubetes de retenció, l'existència de paviment a la planta industrial, tancaments i fusteria metàl·lica, ventilació i alleujament de pressió així com sistemes que garanteixen la seguretat davant incendi o llamps. Aquests elements queden també a càrrec de l'enginyer projectista.

Adicionalment es proporciona unes instruccions per a l'ús, conservació i seguretat de la instal·lació.

Finalment, es presenta al client (l'empresa promotora) uns quadres de pressupost que indiquin de forma clara i concisa la inversió a realitzar.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|-------------------------------|-----|
| Documento 1: memoria | 5 |
| Documento 2: presupuesto..... | 72 |
| Documento 3: planos | 89 |
| Documento 4: anexos | 100 |

MEMORIA

ÍNDICE MEMORIA

| | |
|--|-----------|
| MEMORIA..... | 5 |
| 1. Introducción..... | 11 |
| 2. Objeto y alcance | 12 |
| 3. Justificación..... | 14 |
| 4. Normativa de aplicación | 14 |
| 5. Emplazamiento..... | 14 |
| 6. Descripción del proceso y de los productos químicos a almacenar..... | 16 |
| 6.1 Descripción del proceso..... | 16 |
| 6.2 Productos químicos a almacenar | 18 |
| 7. Clasificación de los productos químicos a almacenar..... | 23 |
| 8. Compatibilidad de almacenamiento conjunto..... | 25 |
| 9. Diseño de los tanques de almacenamiento..... | 26 |
| 9.1 Diseño de los tanques de almacenamiento..... | 26 |
| 9.2 Diseño de los cubetos de almacenamiento..... | 29 |
| 9.3 Medidas adicionales a instalar en los tanques de almacenamiento | 38 |
| 10. Instalación de almacenamiento | 46 |
| 10.1 Cimentaciones de los tanques..... | 46 |
| 10.2 Cubetos de retención..... | 47 |
| 10.3 Pavimentos | 49 |
| 10.4 Cerramientos..... | 49 |
| 10.6 Instalaciones de carga y descarga..... | 50 |
| 10.7 Sistemas de venteo y alivio de presión | 52 |
| 10.8 Instalación de protección contra incendios | 53 |
| 10.9 Instalación protección contra el rayo | 63 |
| 11. Instrucciones para el uso, conservación, y seguridad de la instalación..... | 68 |
| 12. Presupuesto | 69 |
| 13. Conclusiones..... | 69 |
| 14. Bibliografía..... | 70 |
| 14.1 Normativa consultada..... | 70 |
| 14.2 Páginas web | 70 |

ÍNDICE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Requerimientos del cliente..... | 12 |
| Tabla 2: tipo de compuesto..... | 23 |
| Tabla 3: categoría de los productos | 24 |
| Tabla 4: Tanques de almacenamiento | 26 |
| Tabla 5: Tanques de almacenamiento corregidos..... | 26 |
| Tabla 6: modelos de los tanques..... | 29 |
| Tabla 7: Interior de los cubetos..... | 30 |
| Tabla 8: tanques cubeto 1 | 30 |
| Tabla 9: distancias tanques cubeto 1 | 32 |
| Tabla 10: tanques cubeto 2 | 33 |
| Tabla 11: distancias entre elementos de la planta..... | 39 |
| Tabla 12: coeficiente reductor en función de la capacidad..... | 40 |
| Tabla 13: coeficientes multiplicadores..... | 40 |
| Tabla 14: coeficiente reductor en función de las medidas adicionales..... | 40 |
| Tabla 15: parámetros para el cálculo de la carga de fuego | 56 |
| Tabla 16: valores del coeficiente de combustibilidad | 56 |
| Tabla 17: nivel de riesgo intrínseco en función de la densidad de carga de fuego | 57 |
| Tabla 18: coeficientes K para distintos accesorios | 62 |
| Tabla 19: coeficiente C2 | 65 |
| Tabla 20: coeficiente C3 | 66 |
| Tabla 21: coeficiente C4 | 66 |
| Tabla 22: coeficiente C5 | 66 |
| Tabla 23: nivel de protección en función de la eficiencia requerida..... | 66 |

ÍNDICE ECUACIONES

| | |
|--|----|
| Ecuación 1: volumen de un cilindro | 27 |
| Ecuación 2: relación diámetro-altura | 27 |
| Ecuación 3: Semisuma generatriz y diámetro | 31 |
| Ecuación 4: distancia entre productos clase C | 32 |
| Ecuación 5: volumen cubeto | 33 |
| Ecuación 6: volúmen de un cubo | 35 |
| Ecuación 7: ecuación de continuidad | 51 |
| Ecuación 8: carga de fuego ponderada y corregida | 55 |
| Ecuación 9: bernoulli | 60 |
| Ecuación 10: simplificación de Bernoulli | 60 |
| Ecuación 11: ecuación de Hazen-William..... | 61 |
| Ecuación 12: pérdidas hidráulicas en accesorios | 62 |
| Ecuación 13: eficacia requerida | 64 |
| Ecuación 14: frecuencia esperada de impactos | 64 |

INDICE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Emplazamiento..... | 15 |
| Figura 2: Parcela..... | 15 |
| Figura 3: símbolos permanganato potásico | 18 |
| Figura 4: símbolos hipoclorito de sodio | 19 |
| Figura 5: símbolos hidróxido de sodio..... | 20 |
| Figura 6: símbolos acetato de etilo | 21 |
| Figura 7: símbolos acetato de etilo | 21 |
| Figura 8: símbolos ácido fórmico | 22 |
| Figura 9: tanques cubeto 1..... | 31 |
| Figura 10: distribución cubeto 1..... | 32 |
| Figura 11: tanques cubeto 2..... | 34 |
| Figura 12: distribución cubeto 2..... | 35 |
| Figura 13: interior del pozo | 36 |
| Figura 14: distancias pozo 1 | 37 |
| Figura 15: distancias pozo 2 | 38 |
| Figura 16: Plano zonas de los elementos | 43 |
| Figura 17: plano zonas con cubetos ubicados..... | 44 |
| Figura 18: alternativa 1 | 44 |
| Figura 19: alternativa 2 | 45 |
| Figura 20: canalizaciones de carga y descarga | 48 |
| Figura 21: esquema de la cimentación de los muros del cubeto | 49 |
| Figura 22: canalizaciones carga y descarga en parcela completa | 51 |
| Figura 23: presiones en el interior del recipiente | 52 |
| Figura 24: efecto del venteo | 52 |
| Figura 25: distribución de los extintores | 54 |
| Figura 26: distribución de las BIEs..... | 58 |
| Figura 27: ubicación del grupo de bombeo..... | 58 |

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

| | |
|--|----|
| Figura 28: Canalizaciones BIEs..... | 59 |
| Figura 29: etiquetas instalación hidráulica..... | 60 |
| Figura 30: área a proteger del rayo..... | 63 |
| Figura 31: mapa de densidad de impactos..... | 64 |
| Figura 32: Ae | 65 |
| Figura 33: ángulo de protección en función de la altura..... | 67 |
| Figura 34: cálculo del radio de protección | 67 |
| Figura 35: radio de protección en la instalación | 68 |

1. Introducción

En la industria actual resulta inconcebible la ejecución de un proceso sin la utilización de productos químicos. Estos productos necesitarán de una instalación de almacenamiento que permita a la empresa hacer uso de ellos cuando lo requiera.

Existen infinidad de compuestos distintos, cada uno con sus características propias, y por tanto, sus riesgos. Es por ello que cada instalación deberá ser estudiada minuciosamente y de forma particular para que las condiciones de sus productos sean tenidas en cuenta en el diseño.

Un fallo en el diseño de la instalación puede poner en riesgo la integridad de la planta entera y sus alrededores, con todas las personas y seres vivos que haya por la zona. Además puede tener graves consecuencias para el medio ambiente cuya desaparición puede no ser inmediata.

Por ello, la seguridad de la planta debe asegurarse a lo largo de todo el ciclo de vida de la instalación, tanto en la puesta en marcha, en la operación, en el mantenimiento y en el cierre de la misma.

Si bien es cierto que esta clase de accidentes no son demasiado frecuentes, si que acostumbran a ser graves.

Algunos de los ejemplos más importantes podrían ser la explosión de Oppau o el desastre de Flixborough, cuya información podemos encontrar en la página de ingenieriaquimica.org. La primera de ellas tuvo lugar en Alemania, Septiembre de 1921 y se saldó con más de 500 muertos y 2000 heridos, así como la destrucción prácticamente total de la localidad de Oppau (más del 80%), al no considerar la posible reacción química que podía tener el recién incorporado a la planta nitrato de amonio con el sulfato de amonio. El accidente de Flixborough en Inglaterra, 1974 se debió a una explosión provocada por el escape del producto ciclohexano, debido a un fallo en el control de presión en sus tanques y conductos. Se saldó con más de 30 muertos (un 94% de los trabajadores que se encontraban en la planta en ese momento) y más de 90 heridos que ni siquiera trabajaban allí, así como más de 2000 viviendas destrozadas. Los fuegos no se pudieron extinguir hasta pasados 16 días y la nube de humo tóxico liberada cubrió los cielos durante casi un mes.

En la comunidad valenciana, como se explica en un artículo publicado por El Mundo titulado "Una gran explosión desata un incendio en una nave de productos químicos en paterna", se produjo una explosión en el polígono de la Fuente del Jarro debido a un incorrecto trasvase de los productos químicos. El trabajador responsable tuvo que ser hospitalizado por quemaduras de 2º grado y numerosas personas de las localidades colindantes necesitaron atención médica por inhalación de los humos que provocaron las llamar.

Son sólo tres accidentes de los muchos que se han producido y que continúan produciéndose, pero vienen a demostrar que estos pueden ocurrir por fallos en cualquiera de las etapas del ciclo de vida de la instalación, y que ponen en riesgo vidas humanas y animales, y sus pertenencias.

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

La labor del ingeniero será cerciorarse, apoyado en las normas de seguridad de almacenamiento de productos químicos, de que estos accidentes no puedan ocurrir.

En el presente trabajo se argumentará el conjunto de decisiones que se han tomado con el fin de posibilitar la realización de un proyecto de esta índole de manera satisfactoria.

2. Objeto y alcance

Una empresa de acabado textil especializada en el tejido vaquero ha tomado la decisión de trasladar su actividad a otro emplazamiento en vistas a una ampliación de su producción. La nueva parcela seleccionada se encuentra en el polígono industrial de Aldaia. Se trata en concreto del conjunto de las parcelas I, J, N y K.

Cabe destacar que el conjunto de estas parcelas se encuentra previamente pavimentado en hormigón armado y correctamente vallada, con las puertas de acceso ya instaladas.

El procedimiento, que será explicado con más detenimiento en apartados posteriores del trabajo, consiste en la preparación del tejido vaquero para un blanqueado y posterior tinte, así como aquellos procesos que otorgan al tejido un aspecto desgastado vintage acorde a las tendencias estéticas actuales. Consta de diferentes etapas que van modificando las características de la prenda hasta que se encuentra preparada para el proceso de la tintura o suficientemente desgastada para su venta por parte de una marca de moda. Cada una de estas etapas requerirá de un lavado con diferentes productos químicos que son los que se almacenarán en la instalación. Las características del almacenamiento quedan resumidas en la siguiente tabla:

| Producto | Nº de depósitos | Capacidad total de almacenamiento (m3) | Características del depósito | |
|-----------------------|-----------------|--|------------------------------|------------|
| Permanganato potásico | 1 | 25 | Superficial | Vertical |
| Hipoclorito | 2 | 30 | Superficial | Horizontal |
| Hidróxido de sodio | 2 | 30 | Superficial | Horizontal |
| Acetato de etilo | 1 | 40 | Superficial | Vertical |
| Ácido acético | 2 | 40 | Enterrado | Horizontal |
| Ácido fórmico | 1 | 40 | Superficial | Vertical |
| Ácido cítrico | 2 | 30 | Enterrado | Horizontal |

Tabla 1: Requerimientos del cliente

Además, se imponen ciertas limitaciones en cuanto a las dimensiones de los depósitos para los productos:

- Los depósitos serán cilíndricos
- El diámetro máximo de los depósitos verticales es de 5m
- La altura máxima de los depósitos verticales será de 8m
- Los depósitos serán dimensionados de manera que la capacidad de almacenamiento especificada en la tabla anterior se alcance cuando el tanque esté lleno a un 80% de su capacidad, por motivos de seguridad.

El objeto del proyecto será por tanto una correcta realización de la instalación de almacenamiento de los productos químicos anteriormente mencionados, ciñéndose a los requerimientos del cliente y que garantice la total integridad de la planta por el cumplimiento de las normas de seguridad.

El alcance del mismo consistirá en el estudio de los diferentes productos químicos empleados en el proceso de blanqueamiento, o bleaching, del tejido vaquero. Una vez conocidas en detalle las características de los productos a almacenar en la planta, se dimensionarán los depósitos de almacenamiento de forma que se garantice que este sea seguro, valorando distintos materiales, disposiciones, medidas de seguridad, accesos...etc. Además, se seleccionará de catálogos reales los depósitos que cumplan con estos requisitos con el fin de poder desarrollar al final un presupuesto lo más realista posible.

A continuación, es necesario dimensionar el parque de almacenamiento en su conjunto, con los cubetos que albergarán a los distintos depósitos, zonas de carga en lugares óptimos para el transporte de los químicos y un cálculo de las distancias de seguridad entre todos los elementos de la planta en base a los distintos elementos que conforman la misma. Cabe destacar la especial complejidad del diseño de los cubetos, para los cuales cabe determinar el volumen mínimo que deben tener por motivos de seguridad en caso de fugas de los depósitos, su clase, la altura de sus muros, material del que deben estar conformado y la compatibilidad de los distintos productos químicos en su interior.

Por otra parte, se diseñarán las instalaciones de protección contra tormenta eléctrica y de la instalación contra incendios. Esta última, pese a no ser preceptiva por la norma, es requisito del cliente.

Seguidamente, se estudiarán distintas alternativas a la distribución en planta del parque de almacenamiento, escogiendo al final una de estas alternativas en base a presupuesto, seguridad y plazos.

Todas estas decisiones tomadas para el diseño de la planta de almacenamiento estarán justificadas y avaladas por la normativa de almacenamiento de productos químicos y diversos reales decretos.

De forma resumida el alcance del proyecto será:

- Dimensionado de los Depósitos de Almacenamiento y en caso posible, seleccionado de catálogos de fabricantes.
- Dimensionado del parque de almacenamiento: cubeto, cargaderos, distancias a elementos de la planta industrial, etc.

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

- Justificación del cumplimiento de los diferentes aspectos de la normativa de almacenamiento de productos químicos.
- Distribución en planta del parque de almacenamiento, estudiando varias alternativas.
- Diseño de las instalaciones de protección contra el rayo, y de la instalación contra incendios (ésta última aunque no sea preceptiva por norma, es requisito de la propiedad)

3. Justificación

Mediante el presente trabajo se busca ofrecer una solución técnica a la necesidad planteada por el cliente. Este, poseedor de una empresa del sector textil, busca ampliar su capacidad productiva mediante un traslado de sus instalaciones a un recinto mayor. Con el fin de conseguir sus objetivos, el diseño de la instalación de almacenamiento debe garantizar la seguridad total de la planta y la durabilidad de la instalación, mediante la toma de decisiones basadas en factores técnicos y económicos, que se argumentarán en este documento.

Académicamente, el estudio de este proyecto supone la culminación del grado en ingeniería de tecnologías industriales. El autor adquiere con él experiencia en la gestión de proyectos, pudiendo poner en práctica los conocimientos técnicos adquiridos en los 4 años de grado en conjunción con la metodología proyectual que ha estudiado. De esta manera se fomenta la mentalidad crítica del estudiante y se pone fin a una de las etapas más importantes de su educación.

4. Normativa de aplicación

ITC MIE APQ-0 *“Definiciones generales”*, RD 656/2017

ITC MIE APQ-1 *“Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles en recipientes fijos”*, RD 656/2017

ITC MIE APQ-6 *“Almacenamiento de líquidos corrosivos en recipientes fijos”*, RD 656/2017

UNE-EN ISO 28300:2012 *“Industrias del petróleo, petroquímicas y del gas natural. Ventilación de los depósitos de almacenamiento a presión atmosférica y a baja presión”*

“Documento básico seguridad de utilización y accesibilidad”, RD 173/2010, BOE

“Reglamento de instalaciones de protección contra incendios”, RD 513/2017, BOE

“Disposiciones mínimas en materia de señalización y salud en el trabajo” RD 485/1997, BOE

5. Emplazamiento

El emplazamiento donde se ubicará el parque de almacenamiento de productos químicos asociados a la actividad de tratamiento de tejido vaquero son las parcelas I, J, K y N, situadas

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

en la calle Riu Xuquer del polígono industrial de Aldaia (Valencia), frente a la salida hacia Xirivella, con un total de 4873.29 m², tal y como se muestra en el siguiente plano:

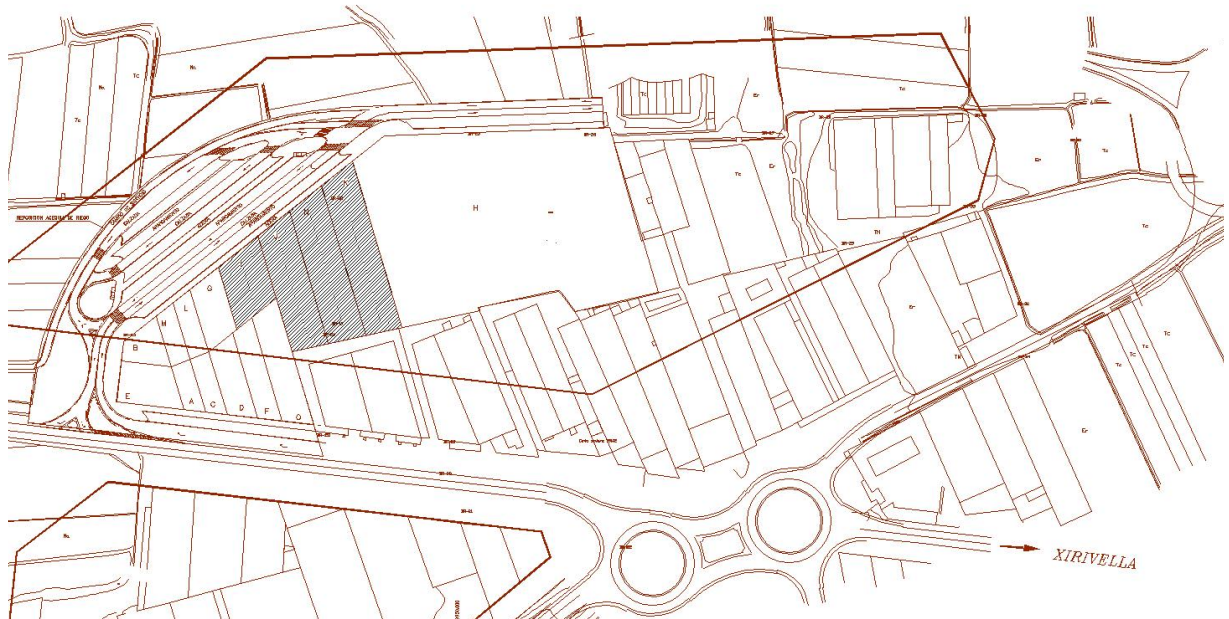


Figura 1: Emplazamiento

La parcela de la que se dispone para la realización del proyecto se puede apreciar de manera detallada en el siguiente plano:

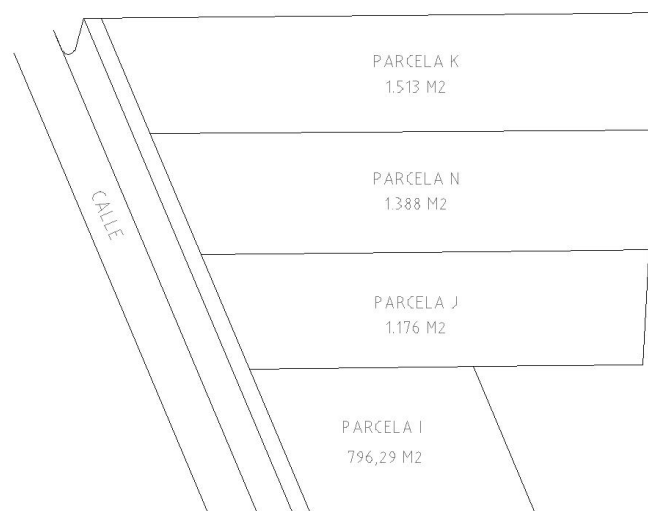


Figura 2: Parcela

En el emplazamiento marcado se encuentra construida una nave industrial de 1388 m², ocupando la totalidad de la parcela N, donde estará ubicado el proceso productivo, por lo que

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

en la parcela existen un total de 3485.29 m² donde se ubicarán las instalaciones auxiliares del proceso, entre ellas los tanques de almacenamiento de productos químicos utilizados en el proceso, las zonas de carga y descarga de productos químicos y las instalaciones de seguridad contra incendio o contra rayos en caso de ser necesarias.

Algunas de las consignas establecidas en la normativa urbanística de este polígono industrial son:

- Altura de coronación máxima: 14 m
- Número de plantas: 1
- Coeficiente de edificabilidad: 1 m² /m²

6. Descripción del proceso y de los productos químicos a almacenar.

6.1 Descripción del proceso

Un pantalón vaquero, por poner un ejemplo, ha sido sometido a un gran número de procesos que lo convierten en la prenda que es. Cabe recordar que tiene su origen en el algodón, que tejido de la manera conveniente forma el llamado denim. Este se cose posteriormente para dar lugar al jean. Pero es a partir de aquí cuando, mediante una serie de tratamientos englobados bajo el nombre de “fase de lavado”, se puede dotar a la prenda de la personalidad que buscan las grandes marcas.

Antiguamente, la fase de lavado no existía prácticamente: El jean “crudo”, sin tratar, a base de rozaduras, dobleces, y uso del día a día iba perdiendo su color, suavizando su tacto y rompiendo las fibras de sus costuras. En la actualidad, con un mercado competitivo, la industria textil busca ofrecer las prendas vaqueras con unos acabados desgastados, descoloridos o simplemente distintos al del jean original, en el menor tiempo posible. Es aquí cuando surge la infinidad de tratamientos y productos químicos que podemos aplicar al tejido para que esté preparado para su venta al consumidor en cuestión de minutos.

El proceso productivo que nos disponemos a analizar se basa, en resumen, en reblandecer el tejido, para aumentar su comodidad, decolorarlo y abrasar las costuras, para darle aspecto usado o vintage, y por último tintarlo en caso de requerirlo.

El grado de preparación del tejido con el que se confeccionan las prendas influye no solamente en la tintura como tal, sino también en la apariencia final de la prenda (teñida o no), que puede ser nítida o con los efectos de desgaste previamente mencionados. En este trabajo se expondrá únicamente la forma escogida por una determinada empresa del sector textil y se abreviarán las explicaciones de los procesos cuyos productos químicos no se almacenan en la planta.

Los procesos principales a los que se somete el tejido vaquero son:

1. Chamuscado: Se consigue la eliminación de fibras superficiales que sobresalen, mediante un quemador de gas.

2. Desgome: También denominado desengomado, se aplica para eliminar los encolantes o gomas aplicadas sobre la urdimbre en la etapa en la que se teje el denim. Se aplican inicialmente para dotar a los hilos de mayor resistencia y minimizar las roturas, pero una vez hecha la tela deben ser retiradas. Es uno de los procesos más importantes, puesto que los demás procesos dependen de él. Al remover las gomas se obtienen tejidos más suaves y con menores riesgos de formación de quiebres, rayas y arrugas en los procesos posteriores. Uno de los productos más empleados es el **Hidróxido de Sodio**.
3. Descrude: Tratamiento para la remoción de impurezas del algodón, con el fin de aumentar la absorbancia durante la tintura. Se consigue eliminar así pectinas, grasas, aceites, suciedad o ceras que puedan haberse acumulado en el algodón. El descrude se realiza con un tratamiento que emplea soda cáustica (**Hidróxido de sodio**), detergente y un agente secuestrante, como puede ser el **Ácido Cítrico**.
4. Blanqueo: El denim crudo parte con un color denominado índigo, azul oscuro. De este color surge la amplia gama de tonos azules en que puede estar acabado una prenda vaquera. Además, para realizar una tintura con éxito y conseguir el color buscado, la prenda a tintar debe tener el mínimo color “residual” del índigo posible. Para eliminar la coloración azul inicial se recurre a productos químicos como el **Hipoclorito** y el **Permanganato Potásico**. Se trata de un tratamiento oxidativo, que mejora todavía más la absorbancia del tejido gracias a la eliminación total de material carente de celulosas, y además aumenta su blancura. El grado de blanco de la prenda es muy exigente cuando se busca la obtención de tonos blancos o pasteles, mientras que es de menor relevancia cuando el resultado deseado es un tono oscuro.
5. Mercerizado: Tiene como finalidad aportar estabilidad dimensional, brillo, afinidad por los colorantes y aumento de la resistencia a rotura del algodón. Para alterar estas propiedades físicas se somete al algodón bajo grandes tensiones a altas concentraciones de **Hidróxido de Sodio**.
6. Estonado: Empleado para eliminar la grasa y la pilosa del material textil, refinándolo y facilitando la posterior tinción. El producto más empleado es el **Ácido Fórmico**.
7. Acidulado: Se emplea el **Ácido Acético** con el fin de reducir el pH del tejido mediante la neutralización del álcali residual de los procesos anteriores. Es generalmente el último proceso previo al secado y tinte de la prenda.
8. Tintura: Proceso mediante el cual se cambia de color el tejido sometiéndolo a unas ciertas condiciones de presión y temperatura mientras se encuentra sumergido en un líquido con la pigmentación deseada. Uno de los productos principales en la fabricación de los tintes es el **Acetato de Etilo**.

Tras esta serie de tratamientos el productor es capaz de obtener a partir de un denim crudo un tejido con un tacto especial y de tela relajada, suave y confortable para el consumidor.

Estos, y otros procesos se han consolidado como una parte imprescindible en la cadena textil, empleada tanto por confeccionistas como grandes fabricantes, que son capaces de producir y más importantemente, reproducir con relativa fiabilidad un determinado modelo con características específicas. Todo ello en un periodo de tiempo relativamente corto y unos

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

costes cada vez más bajos con la aparición de nuevas tecnologías que permiten el ahorro de agua o consumo eléctrico.

6.2 Productos químicos a almacenar

6.2.1 Permanganato potásico

Este material se encuentra en estado físico en forma de cristales de color púrpura oscuro. Es un compuesto químico comburente.

Al calentarlo intensamente se produce su descomposición, produciendo gases tóxicos y humos irritantes. Es un fuerte oxidante que reacciona con materiales reductores y combustibles, de manera que existe un elevado riesgo de explosión o de incendio. También reacciona de forma violenta con polvos de metales, pudiendo provocar incendios.

Generalmente las vías de exposición son por inhalación de polvo debido a que es fácil que se alcance de forma rápida una concentración nociva en el aire, o por ingestión del mismo.

A corta duración, la sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio, así como corrosiva por ingestión. Su inhalación puede originar edema pulmonar. Además, sus efectos no tienen porque ser inmediatos, por lo que se recomienda que la posibilidad de exposición esté vigilada correctamente. Adicionalmente, es una sustancia peligrosa para el medio ambiente.

A largo plazo, puede provocar bronquitis o neumonía.

Algunos datos físicos relevantes son:

- Se descompone por debajo del punto de fusión a 240°C
- Densidad: 2.7 g/cm³
- Soluble en agua
- Presión de vapor a 20°C despreciable

Al tratarse de una sustancia **COMBURENTE**, es de vital importancia que se mantenga alejada de sustancias combustibles, reductoras o metales en forma de polvo.

Sus símbolos son los siguientes:



Figura 3: símbolos permanganato potásico

6.2.2 Hipoclorito de sodio

Se trata de una solución amarillenta comburente, clara, con un distinguido olor.

En la industria textil lo más común es el empleo de esta sustancia en disoluciones muy bajas, menores del 5%.

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

En concentraciones tan bajas, se trata de una sustancia irritante, con un pH de alrededor de 11. Si la concentración fuera mayor del 10%, su pH sería entorno a 13 y la sustancia pasaría a ser corrosiva.

Su descomposición puede ser debida a un intenso calor, al contacto con ácidos o en influencia de la luz, dando lugar a gases tóxicos y corrosivos entre los cuales se incluye el cloro. Se trata de un fuerte oxidante que reacciona con materiales combustibles y reductores.

Las vías de exposición pueden ser por inhalación del aerosol o por ingestión.

A corto plazo, la sustancia provoca irritación en el tracto respiratorio, piel y ojos, mientras si la exposición es prolongada, se puede producir la sensibilización de la piel por su carácter irritante.

Es una sustancia tóxica para los organismos acuáticos, por lo que su vertido ha de estar fuertemente controlado.

Sus símbolos son:



Figura 4: símbolos hipoclorito de sodio

6.2.3 Hidróxido de Sodio

Se trata de un sólido blanco higroscópico no combustible, pero que puede generar calor suficiente para provocar la ignición de materiales combustibles.

Su disolución en agua forma una base que es corrosiva con algunos metales y reacciona virulentamente con ácidos, generando un gas combustible. También reacciona con sales de amonio, lo que provoca peligro de incendio al producir amoníaco. Poner en contacto hidróxido de sodio con humedad o agua supone una fuente de calor.

Cuando se dispersa en el aire puede alcanzar rápidamente una concentración nociva, que resulta corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio, así como corrosivo por ingestión, a corto plazo.

A largo plazo, puede producir dermatitis en la piel.

Se trata de una sustancia peligrosa para el medio ambiente, especialmente para organismos acuáticos.

Algunas propiedades físicas son:

- Punto de ebullición: 1388°C
- Punto de fusión: 318 °C
- Densidad: 2.1 g/cm³
- Solubilidad en agua, a 20°C muy elevada, de 109 g/100ml

Símbolos:



Figura 5: símbolos hidróxido de sodio

6.2.4 Acetato de etilo

Líquido incoloro altamente inflamable, de olor reconocible.

El vapor de esta sustancia presenta mayor densidad que el aire, por lo que se puede acumular y extender sobre la superficie del suelo, pudiendo generar una ignición en un punto distante.

Su calentamiento intenso puede originar una explosión o combustión violenta. Su solución en agua es un ácido débil. Reacciona con oxidantes fuertes, bases o ácidos, y ataque metales (en presencia de agua) y plásticos. Se descompone bajo la influencia de luz ultravioleta, bases y ácidos.

Su mayor riesgo de exposición es la inhalación, ya que a 20°C la evaporación de esta sustancia puede alcanzar de forma rápida una concentración nociva en el aire.

A corto plazo, la sustancia resulta irritante para ojos, piel y tracto respiratorio, así como puede tener efectos sobre el sistema nervioso. A concentraciones demasiado elevadas, por encima del OEL¹, puede llegar a producir la muerte.

El contacto repetido o prolongado por la piel puede producir dermatitis.

Propiedades físicas relevantes:

- Punto de ebullición: 77°C
- Punto de fusión: -84°C
- Densidad relativa: 0,9
- Solubilidad en agua: Muy alta
- Presión de vapor a 20°C: 10kPa
- Densidad relativa de vapor: 3
- Punto de inflamación: 7°C
- Temperatura de autoignición: 427°C
- Límites de explosividad: 2.2 – 11.5 % en el volumen de aire

Sustancia peligrosa para el medio ambiente, especialmente para el medio acuático

¹ Las siglas OEL hacen referencia a Occupational Exposure Limit, que marca el límite superior aceptable para la concentración de una sustancia.

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

Es conveniente su almacenamiento separado de oxidantes fuertes, ácidos y bases, así como en un lugar herméticamente cerrado, frío y seco.

Símbolos:



Figura 6: símbolos acetato de etilo

6.2.5 Ácido acético

Líquido incoloro inflamable de color acre, que reacciona de forma violenta con fuertes oxidantes, provocando riesgo de incendio y explosión. Es un ácido débil que reacciona con bases y ácidos fuertes y ataca caucho, plásticos y revestimientos.

Su mayor riesgo de exposición es por inhalación, ya que la evaporación a 20°C de esta sustancia alcanza concentraciones nocivas rápidamente.

A corto plazo la sustancia resulta corrosiva para ojos, piel y tracto respiratorio, así como por ingestión. Su inhalación puede causar edema pulmonar.

Sus exposición prolongada o repetida en la piel puede provocar dermatitis. También existe riesgo de erosión de los dientes tras exposiciones prolongadas.

Propiedades físicas relevantes:

- Punto de ebullición: 118°C
- Punto de fusión: 16,7°C
- Densidad relativa: 1.05
- Solubilidad en agua: miscible
- Presión de vapor a 20°C: 1,5 kPa
- Densidad relativa de vapor respecto al aire: 2,1
- Punto de inflamación: 39°C
- Temperatura de autoignición: 485°C
- Límites de explosividad: 6 - 17 % en volumen de aire

Es una sustancia nociva para los organismos acuáticos.

Símbolos:



Figura 7: símbolos acetato de etilo

6.2.6 Ácido fórmico

Se trata de un líquido incoloro combustible humeante de color acre. Su descomposición al ser expuesto a un intenso calor o a ácidos fuertes da lugar a monóxido de carbono. Es una sustancia moderadamente ácida, que reacciona violentamente con oxidantes, bases fuertes, y ataca plásticos y metales.

La sustancia se puede absorber por ingestión, a través de la piel o por inhalación del vapor.

La evaporación de esta sustancia a 20°C hace que se pueda alcanzar rápidamente una concentración demasiado elevada que puede resultar nociva.

A corto plazo, la sustancia es muy corrosiva para los ojos, piel y tracto respiratorio, así como por ingestión. La inhalación del vapor puede dar lugar a edema pulmonar.

Propiedades físicas relevantes:

- Punto de ebullición: 101°C
- Punto de fusión: 8°C
- Densidad relativa: 1.2
- Solubilidad en agua: miscible
- Presión de vapor a 20°C: 4,6
- Densidad relativa de vapor respecto al aire: 1,6
- Punto de inflamación: 69°C
- Temperatura de autoignición: 520°C
- Límites de explosividad: 18 - 51 % en volumen de aire

Sustancia nociva para organismos acuáticos

Símbolos:



Figura 8: símbolos ácido fórmico

6.2.7 Ácido cítrico

Tiene aspecto de cristal incoloro, inoloro, de sabor ágrico y agradable.

Reacciona principalmente con reductores, oxidantes y bases.

Puede absorberse tanto por ingestión como por inhalación.

Pese a que la evaporación a 20°C es prácticamente nula, puede alcanzar en un corto periodo de tiempo una concentración molesta, no nociva, en el aire.

La sustancia irrita la piel, ojos y tracto respiratorio a corto y largo plazo.

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

Propiedades físicas relevantes:

- Punto de fusión: 153°C . Sin embargo su descomposición se produce por debajo de esta temperatura.
- Densidad relativa con el agua: 1.665
- Solubilidad en agua: Soluble

Como resumen de los tipos de productos, se adjunta la siguiente tabla:

| Producto | Tipo |
|-----------------------|--------------|
| Permanganato potásico | Comburente |
| Hipoclorito | Comburente |
| Hidróxido de sodio | Corrosivo |
| Acetato de etilo | Inflamable |
| Ácido acético | Inflamable |
| Ácido fórmico | Inflamable |
| Ácido cítrico | No peligroso |

Tabla 2: tipo de compuesto

7. Clasificación de los productos químicos a almacenar

La clasificación de los productos químicos sirve para identificar la peligrosidad de los mismos y adaptar el diseño de la instalación de almacenamiento consecuentemente para cada uno de los compuestos a almacenar.

El primer paso es determinar la normativa a aplicar para cada producto. En las fichas de seguridad se dan las características de cada uno, que permiten englobarlo en alguna de las normativas. Una forma directa de hacerlo es prestar atención a los pictogramas.

Todos los productos estudiados se encuentran dentro de las categorías de comburente, corrosivo, inflamable(o combustible) o no peligroso, por lo que las normas de aplicación para este trabajo serán de ITC MIE APQ-1 (inflamable y comburente) y ITC MIE APQ-6 (corrosivo).

La correcta clasificación de los productos será vital para que la determinación de las distancias entre cada uno de los depósitos contenedores garantice la seguridad de la instalación de almacenamiento.

La determinación de la clase de corrosivo se encuentra detallada en el artículo 6 de la ITC MIE APQ-6. Esta los clasifica en 1A, 1B o uno C dependiendo del tiempo de exposición que requiere el químico para provocar irritación visible sobre el tejido cutáneo:

- a) Clase 1A: Muy corrosivo. Provocan una necrosis perceptible en un tiempo menor de 3 minutos de exposición.
- b) Clase 1B: Corrosivo. Provoca una necrosis perceptible en un tiempo entre 3 minutos y 60 minutos de exposición.

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

- c) Clase 1C: Menor grado de corrosividad. Provoca una necrosis perceptible entre 1 y 4 horas. También aquellos productos que no son corrosivos a tejido cutáneo pero si a ciertos metales al carbono o corrosivo al aluminio.

Por otra parte, la clasificación de los productos inflamables viene dada en el artículo 4 de la ITC MIE APQ-1. Estos se clasifican según su punto de inflamación o su presión de vapor, en productos de clase A, B (ya sea B1 o B2), o C. En primer lugar debe comprobarse la presión de vapor del compuesto químico a 15°C. Si esta presión es superior a 1 bar, se trata de un producto de la clase A. Si no lo es, la clasificación es la siguiente:

- a) Clase B1: Punto de inflamación inferior a 38°C.
b) Clase B2: Punto de inflamación entre 38°C y 55°C.
c) Clase C: Punto de inflamación superior a 55°C.

En la clasificación de los productos de estudio, se aplicará la presión de vapor a 20°C, puesto que si a esta temperatura es inferior a 1 bar, es seguro asumir que a 15°C tampoco lo será.

En concreto, los productos que pretende estudiar el presente trabajo se clasifican de la siguiente manera.

1. Permanganato potásico: Se trata de un líquido comburente, que siguiendo el anexo I de la ITC MIE APQ-1, es de categoría **C**.
2. Hipoclorito: Se trata de un compuesto comburente, que por la misma razón que el permanganato potásico, podemos situar en la categoría **C**.
3. Hidróxido de sodio: Se trata de un compuesto corrosivo. Además, en el artículo 4 de la ITC MIE APQ-6, se detalla la clasificación de este tipo de productos. En este caso, al tratarse de un producto menormente corrosivo, que puede provocar síntomas visibles de irritación cutánea en un periodo de tiempo relativamente largo, presumiblemente mayor de 1 hora, podemos clasificarlo en la categoría **C**.
4. Acetato de etilo: Producto químico inflamable, regido por las normas de la ITC MIE APQ-1. Tiene una presión de vapor a 20°C de 0,1 bar, por lo que no puede ser clase A. Dentro de la clase B, es relevante el punto de inflamación. En este caso, es de 7°C, inferior a 38°C, por lo que se trata de un producto de la clase **B1**.
5. Ácido acético: Producto químico inflamable, con una presión de vapor a 20°C de 0,015 bar y un punto de inflamación de 39°C, superior a 38°C, por lo que se sitúa en la clase **B2**.
6. Ácido fórmico: Producto químico inflamable, con una presión de vapor a 20°C de 0,046 bar y un punto de inflamación de 69°C, superior a 55°C, que lo convierte en un producto de la clase **C**.
7. Ácido cítrico: Se trata de un producto químico no peligroso.

A modo de resumen, se adjunta la siguiente tabla con la categoría de cada producto:

| Permanganato potásico | Hipoclorito | Hidróxido de Sodio | Acetato de etilo | Ácido acético | Ácido fórmico | Ácido cítrico |
|-----------------------|-------------|--------------------|------------------|---------------|---------------|---------------|
| C | C | C | B1 | B2 | C | No peligroso |

Tabla 3: categoría de los productos

8. Compatibilidad de almacenamiento conjunto

A la hora de diseñar una instalación de almacenamiento de productos químicos, surge la posibilidad de instalar ciertos depósitos de diferentes sustancias químicas próximos unos a otros, y en el interior del mismo cubeto, con el fin de ahorrar en espacio y gasto.

Sin embargo, el requisito indispensable para su realización es que no se comprometa la seguridad de la instalación. Un almacenamiento conjunto de productos químicos incompatibles supone un gran riesgo para la planta.

Para el caso de estudio del actual trabajo, serán de especial incumbencia estas normas, extraídas del artículo 12 “almacenamiento conjunto” de la ITC MIE APQ-1 del BOE:

- En un mismo cubeto solo podrán almacenarse líquidos de la misma clase o subclase para la que fue proyectado o de otra de riesgo inferior, procurando agrupar aquellos que contengan productos de la misma clase.
- En el mismo cubeto no podrán situarse recipientes sometidos y no sometidos al reglamento de equipos a presión, con la excepción de los medios de protección contra incendios.
- No podrán estar en el mismo cubeto recipientes con productos que puedan producir reacciones peligrosas entre sí, o que sean incompatibles con los materiales de construcción de otros recipientes, tanto por sus características químicas como por sus condiciones físicas.
- Los líquidos combustibles no se almacenarán conjuntamente con productos comburentes (materias que tienen asignadas las indicaciones de peligro H270, H271 o H272).

Es requisito del cliente que dos de los productos sean almacenados en tanques enterrados, por lo que ninguno de ellos será incluido en los cubetos.

De los 5 restantes, surgen las siguientes incompatibilidades:

- Permanganato potásico e hipoclorito (compuestos comburentes) no pueden ser almacenados con acetato de etilo, ácido acético y ácido fórmico, puesto que estos son productos inflamables.

Finalmente, la decisión tomada es la de almacenar en dos cubetos separados las 5 sustancias.

En el primer cubeto, se almacenarán el permanganato potásico, hipoclorito e hidróxido de sodio.

En el segundo cubeto, se almacenarán el ácido fórmico y el acetato de etilo.

9. Diseño de los tanques de almacenamiento

9.1 Diseño de los tanques de almacenamiento

La empresa promotora del proyecto ha encargado el diseño de una instalación para el almacenamiento de productos químicos en unas cantidades y condiciones específicas, resumidas en la siguiente tabla:

| Producto | Nº de depósitos | Capacidad total de almacenamiento (m ³) | Características del depósito | |
|-----------------------|-----------------|---|------------------------------|------------|
| Permanganato potásico | 1 | 25 | Superficial | Vertical |
| Hipoclorito | 2 | 30 | Superficial | Horizontal |
| Hidróxido de sodio | 2 | 30 | Superficial | Horizontal |
| Acetato de etilo | 1 | 40 | Superficial | Vertical |
| Ácido acético | 2 | 40 | Enterrado | Horizontal |
| Ácido fórmico | 1 | 40 | Superficial | Vertical |
| Ácido cítrico | 2 | 30 | Enterrado | Horizontal |

Tabla 4: Tanques de almacenamiento

Se indica también que se debe dimensionar los depósitos de manera que se alcance la capacidad total de almacenamiento con un 80% de nivel máximo de llenado por seguridad. Esta condición nos permite calcular el volumen total de almacenamiento que necesitaremos para cada producto, en metros cúbicos:

| Permanganato potásico | Hipoclorito | Hidróxido de sodio | Acetato de etilo | Ácido acético | Ácido fórmico | Ácido cítrico |
|-----------------------|-------------|--------------------|------------------|---------------|---------------|---------------|
| 31,25 | 37,5 | 37,5 | 50 | 50 | 50 | 31,25 |

Tabla 5: Tanques de almacenamiento corregidos

Además, la empresa presenta algunas limitaciones en cuanto al diseño de los depósitos, como que para los depósitos verticales, la altura de los depósitos será de 8 metros y la altura de 5 metros.

Una vez conocidos estos datos, se aborda el diseño de los tanques de almacenamiento por dos vías absolutamente diferenciadas:

1. Cálculo de las dimensiones de los tanques y fabricación por encargo: Se trata de calcular las dimensiones de los depósitos que serán requeridos, de manera que se ajusten exactamente a las necesidades espaciales del proyecto. Se partirá de la fórmula del volumen del cilindro

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

$$V = \pi r^2 h$$

Ecuación 1: volumen de un cilindro

Se trata de una ecuación con dos parámetros a seleccionar. Debemos imponer entonces una relación entre estos parámetros para poder llegar a un sistema determinado con solución. En este caso seleccionamos una relación que garantice que el espacio horizontal que ocupara el depósito dimensionado no será excesivo (Ecuación 2):

$$\frac{D}{h} = 2,5$$

Ecuación 2: relación diámetro-altura

De esta manera, imponiendo V igual al requerido, y comprobando que D y H cumplen con los requisitos del cliente, podemos dar por válido el resultado obtenido. En caso de que $D > 5\text{ m}$ o $h > 8\text{ m}$, impondremos un $D = 5$.

- a) Permanganato potásico: Al aplicar la Ecuación 2, $D = 7,05\text{ m} > 5\text{ m}$. Por ello, se impone un diámetro de $D = 5\text{ m}$, para el cual la altura resultante es de $h = 1,59\text{ m}$.
 - b) Hipoclorito: El volumen total debe conseguirse en dos depósitos, por lo que cada uno de ellos tendrá un volumen de $V = 18,75\text{ m}^3$.
Según la ecuación (2), se obtiene que cada depósito tendrá un diámetro $D = 3,907\text{ m}$ y una altura de $h = 1,56\text{ m}$.
 - c) Hidróxido de sodio: Se trata de la misma situación que el compuesto anterior, dos depósitos de $D = 3,907\text{ m}$ y una altura de $h = 1,56\text{ m}$.
 - d) Acetato de etilo: Tras imponer la ecuación número 2, obtenemos un depósito de diámetro $D = 5,41\text{ m} > 5\text{ m}$, por lo que no se cumple la norma impuesta por el cliente. Se impone $D = 5\text{ m}$ y se obtiene un altura de $h = 2,546\text{ m}$.
 - e) Ácido acético: Debemos conseguir los 50 m^3 mediante dos depósitos de 25 m^3 cada uno. Tras imponer la ecuación 2, obtenemos que cada depósito tendrá un diámetro de $D = 4,301\text{ m}$ y una altura de $H = 2,546\text{ m}$.
 - f) Ácido fórmico: Se trata de las mismas condiciones que para el acetato de etilo, por lo que las dimensiones del depósito serán las mismas que en este: $D = 5\text{ m}$ y $h = 2,546\text{ m}$.
 - g) Ácido cítrico: Se debe dimensionar dos depósitos de $15,625\text{ m}^3$ cada uno. Imponiendo la ecuación 2, se obtienen un diámetro de $D = 3,67\text{ m}$ y una altura de $h = 1,47\text{ m}$. Sin embargo al tratarse de depósitos enterrados y a medida, conviene, por facilidad de montaje para que no haya que excavar demasiado, que el diámetro sea menor que la longitud del depósito. Por ello se se impondrá un $D = 2,5\text{ m}$ y una altura de $h = 3,18\text{ m}$.
2. Selección en los catálogos de proveedores: Debemos distinguir tres tipos de depósitos que son necesarios para la instalación: depósitos verticales aéreos, depósitos horizontales superficiales y depósitos horizontales enterrados.
- a) Los depósitos verticales aéreos (DVA) serán comprados a la marca BioTanks. Se trata de depósitos de alta resistencia química y mecánica. Su larga durabilidad viene asegurada por su alta resistencia a la corrosión y a la intemperie. Además, al

estar fabricados en poliéster reforzado con fibra de vidrio, resultan ligeros y fáciles de transportar, y no requieren de mantenimiento. Se comprarán los siguientes modelos:

- DVA 350300: 35 m³, de diámetro D = 3 m y altura h = 5 m, para el almacenamiento de permanganato potásico.
 - DVA 500300: 50 m³, de diámetro D = 3 m y altura h = 7,1 m. Se comprarán dos unidades, una para el almacenamiento del acetato de etilo, y otra para almacenar el ácido fórmico.
- b) Los depósitos horizontales superficiales, con apoyos, serán adquiridos de la casa especializada en almacenamiento de productos químicos Miraplas. Estos depósitos son producidos mediante la técnica de Filament Winding, en material PRFV, con fondos bombeados. Los modelos a adquirir son:
- HZ 015024: 15 m³, de diámetro D = 2,4 m y altura h = 4,2 m. Se comprarán dos unidades de este depósito, uno para almacenamiento del hipoclorito y el otro para almacenar el hidróxido de sodio.
 - HZ 020024: 20 m³, de diámetro D = 2,4 m y altura h = 5,5 m. Se comprarán dos unidades de este modelo, uno para almacenamiento del hipoclorito y otro para almacenamiento de hidróxido de sodio.
- c) Los depósitos horizontales enterrados, adquiridos una vez más de la casa Miraplas. Estos depósitos se encuentran fabricados una vez más mediante la técnica de Filament Winding, en material PRFV, con fondos bombeados y equipo reforzado para su instalación bajo tierra, lo que los hace idóneos para su aplicación en el almacenamiento de productos químicos bajo tierra. Los modelos a comprar son:
- HZ 025024: 25 m³, de diámetro D = 2,4 m y altura h = 6,65 m. Se comprarán dos unidades de este modelo, ambas para almacenamiento del ácido acético.
 - HZ 015024: 15 m³, de diámetro D = 2,4 m y altura h = 4,20 m, para el almacenamiento de ácido cítrico.
 - HZ 020024: 20 m³, de diámetro D = 2,4 m y altura h = 5,5 m, para almacenar ácido cítrico.

Cabe destacar que en general, será más económico comprar al fabricante un modelo ya existente que encargar uno a medida. Sin embargo, en el caso de los depósitos horizontales enterrados, el sobredimensionamiento de los depósitos por comprar una capacidad superior de catálogo resulta en un gran incremento de coste debido a que aumenta también la cantidad de recursos que se tendrán que emplear en la preparación del habitáculo contenedor del depósito bajo tierra. Para el caso del ácido acético, encargando modelos comercializados en serie de miraplas se obtiene la capacidad deseada. Sin embargo, al hacerlo con el ácido cítrico, se tiene un sobrecoste, por lo que para este producto químico se comprarán tanques a medida de la misma marca.

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

En la siguiente tabla quedan resumidas las decisiones adoptadas para la selección de los tanques de almacenamiento:

| Producto | Marca | Modelo | Capacidad (m ³) | Características del depósito | |
|-----------------------|----------|------------|-----------------------------|------------------------------|------------|
| Permanganato potásico | BioTanks | DVA 350300 | 35 | Superficial | Vertical |
| Hipoclorito de sodio | Miraplas | HZ 015024 | 15 | Superficial | Horizontal |
| | Miraplas | HZ 020024 | 20 | Superficial | Horizontal |
| Hidróxido de sodio | Miraplas | HZ 015024 | 15 | Superficial | Horizontal |
| | Miraplas | HZ 020024 | 20 | Superficial | Horizontal |
| Acetato de etilo | BioTanks | DVA 500300 | 50 | Superficial | Vertical |
| Ácido acético | Miraplas | HZ 025024 | 25 | Enterrado | Horizontal |
| | Miraplas | HZ 025024 | 25 | Enterrado | Horizontal |
| Ácido fórmico | Biotanks | DVA 500300 | 50 | Superficial | Vertical |
| Ácido cítrico | Miraplas | A medida | 31.25 | Enterrado | Horizontal |
| | Miraplas | A medida | 31.25 | Enterrado | Horizontal |

Tabla 6: modelos de los tanques

9.2 Diseño de los cubetos de almacenamiento

Un cubeto de retención es un recipiente estanco que se diseña con la finalidad de recoger las posibles fugas o derrames que se producen en el almacenamiento de un producto químico en su depósito o al realizar un trasvase. Es un elemento vital para la seguridad, para la higiene y para la comodidad dentro de una planta de almacenamiento. Un derrame de un producto tóxico puede ser perjudicial para un operario, o un derrame de un líquido inflamable puede provocar un incendio o una explosión. Por otra parte, contribuye a mantener la instalación libre de los productos químicos, y además resulta más fácil de limpiar o de recoger por parte de los empleados si queda recogido el producto químico derramado en el cubeto. Por estas razones es de vital importancia un correcto diseño del cubeto, para lo cual es indispensable plantearse algunas cuestiones:

- ¿Qué productos podremos almacenar de forma conjunta en un mismo cubeto? Vendrá determinado por las características de los químicos.
- ¿Qué volumen es necesario para el cubeto? Dependerá principalmente del volumen de producto que albergará.

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

- ¿Qué material será el adecuado? Debe asegurar la seguridad química y física en contacto con el derrame.

En el Punto 8 “Compatibilidad de almacenamiento conjunto”, ya fue explicado que productos químicos irían en cada cubeto, quedando como resultado el siguiente:

| | Producto | Tipo | Identificador |
|----------|-----------------------|------------|---------------|
| Cubeto 1 | Permanganato potásico | Comburente | e |
| | Hipoclorito | Comburente | a, c |
| | Hidróxido de sodio | Corrosivo | b, d |
| Cubeto 2 | Ácido fórmico | Inflamable | f |
| | Acetato de etilo | Inflamable | g |

Tabla 7: Interior de los cubetos

Dimensionado de los cubetos:

- Cubeto 1: Los tanques en su interior serán de las siguientes características:

| Producto | Capacidad (m ³) | Tipo | Categoría |
|-----------------------|-----------------------------|------------|-----------|
| Permanganato potásico | 35 | Comburente | C |
| Hipoclorito | 15 | Comburente | C |
| | 20 | | |
| Hidróxido de sodio | 15 | Corrosivo | C |
| | 20 | | |

Tabla 8: tanques cubeto 1

La disposición buscada como primera iteración será la siguiente:

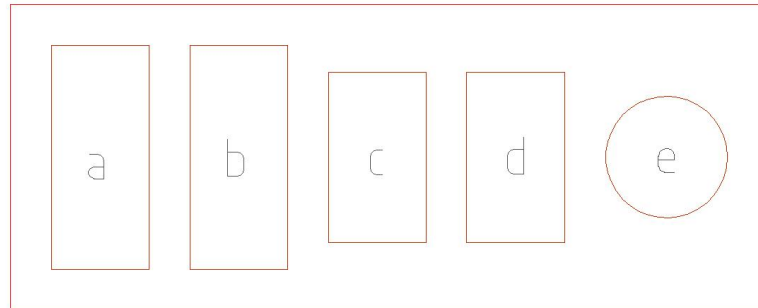


Figura 9: tanques cubeto 1

Se debe calcular las distancias entre los depósitos primero. Dado que dos de los productos son comburentes, y el tercero es un corrosivo que se almacenará junto a productos comburentes, según se indica en el artículo 12 de la ITC MIE APQ-6, emplearemos las normas especificadas en la ITC MIE APQ-1.

Según el artículo 18 de la misma, la distancia que habrá entre recipientes que contengan productos de la clase C será de $0,3D$, donde D dependerá de la relación entre la generatriz (G) y el diámetro (D_i) de cada depósito:

- Si $G > 1,75D_i$, D tomará el valor de la semisuma entre G y D_i , es decir:

$$\frac{G + D_i}{2}$$

Ecuación 3: Semisuma generatriz y diámetro

- Si $G < 1,75D_i$, D tomará el valor de D_i .

$$D = D_i$$

Sin embargo, esta norma no será aplicada entre depósitos horizontales colocados en paralelo, como es el caso de nuestros depósitos a,b,c,d entre ellos. Por lo tanto, esta norma únicamente afectará a las distancias entre los depósitos d y e.

El primer paso pues será la comprobación de esta relación para cada depósito, que serán nombrados DEPd y DEPe

- DEPd: $G_d = 4,2m$, $1,75D_d = 1,75 * 2,4 = 4,2m$

$$G_d < 1,75 D_i \rightarrow D_d = 4,2m$$

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

- DEPe: $G_e = 5m, , 1,75D_e = 1,75 * 3 = 5,25m$

$$G_e < 1,75D_e \rightarrow D_e = 5,25m$$

Por lo tanto, según indica en la ITC MIE APQ-1, la distancia entre estos depósitos será de:

$$0,3 * D = 0,3 * 3 = 0,9$$

En cuanto al resto de distancias, se calcularán de forma análoga, pero sin considerar la relación entre generatriz y diámetro, directamente como el producto de :

$$0,3 * D$$

Ecuación 4: distancia entre productos clase C

obteniéndose la siguiente tabla de espacios:

| Depósitos | Distancia |
|-----------|-----------|
| [a y b] | 0,72 m |
| [b y c] | 0,72 m |
| [c y d] | 0,72 m |
| [d y e] | 0,9 m |

Tabla 9: distancias tanques cubeto 1

Dado que ninguno de estos depósitos supera los 50 m³ la distancia mínima que marca la nota 5 del artículo 18 de la ITC MIE APQ-1, será de 1m.

Las distancias entre todos los tanques de este depósito serán entonces de 1 m.

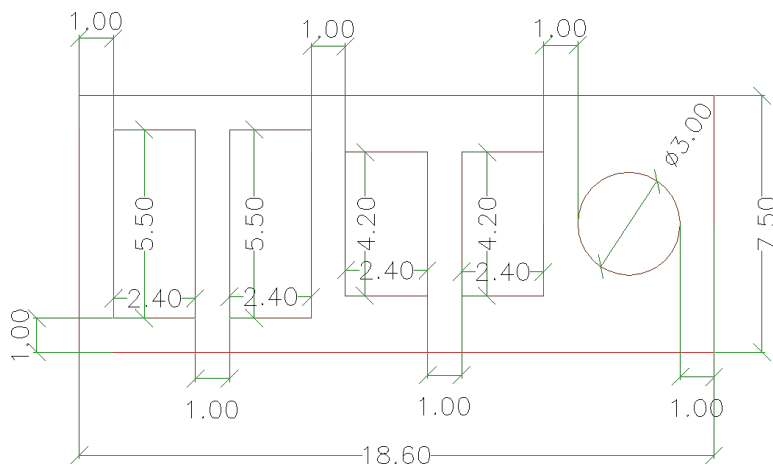


Figura 10: distribución cubeto 1

El área de este cubeto entonces es:

$$A = 18.6 * 7.5 = 139.5 \text{ m}^2$$

A continuación se procede al cálculo del volumen mínimo del cubeto. Para ello, se procederá a realizar los siguientes pasos:

1. Cálculo de V_{cubeto}

$$V_{\text{cubeto}} = 0,1 V_{\text{total}}$$

Ecuación 5: volumen cubeto

Donde V_{total} es la suma de los volúmenes de los depósitos que albergará el cubeto.

2. Cálculo de V_{max} : V_{max} tendrá el valor del tanque de mayor volumen que habrá en el interior del depósito.
3. Cálculo de V_{min} : Será el volumen mínimo que tendrá que tener el cubeto, y será igual al mayor de los números calculados en los pasos anteriores, V_{cubeto} o V_{max} .

$$V_{\text{cubeto}} = 0,1 V_{\text{total}} = 0,1 * 105 = 10,5 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{máx}} = 35 \text{ m}^3 > 10,5 \text{ m}^3$$

$$\text{Por lo tanto, } V_{\text{min}} = 35 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, la altura del muro del cubeto para que cumpla con el mínimo calculado anteriormente será de:

$$H = \frac{V}{A} = \frac{35}{139.5} = 0.26 \text{ m}$$

- Cubeto 2: En su interior se albergarán los depósitos de acetato de etilo y de ácido fórmico.

| Producto | Capacidad (m ³) | Tipo | Categoría |
|------------------|-----------------------------|------------|-----------|
| Acetato de etilo | 50 | Inflamable | B1 |
| Ácido fórmico | 50 | Inflamable | C |

Tabla 10: tanques cubeto 2

La distribución en su interior será la siguiente:

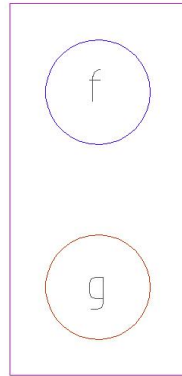


Figura 11: tanques cubeto 2

Ahora se calcula el volumen que ocupará en realidad el cubeto número 2, para a continuación verificar, o ajustar en su defecto, que es superior al volumen mínimo. En primer lugar se realiza el cálculo de las distancias mínimas requeridas entre los dos depósitos.

La distancia que debe separarlos debe ser por lo menos $0,5D$, con un mínimo de $1,5 m$, donde D dependerá, igual que en el cubeto anterior, de la relación entre la generatriz (G_i) de cada depósito y su diámetro (D_i):

1. Si $G > 1,75D_i$, D tomará el valor de la semisuma entre G y D_i , es decir:

$$\frac{G + D_i}{2}$$

2. Si $G < 1,75D_i$, D tomará el valor de D_i .

$$D = D_i$$

Se llamará al depósito de acetato de etilo depósito DEPf y al de ácido fórmico DEPg. Así pues:

- DEPf: $G_f = 7,1m$, $1,75D_i = 1,75 * 3 = 5,25m$

$$G_f > 1,75m \rightarrow D_f = \frac{7,1 + 3}{2} = 5,05m$$

- DEPg: $G_g = 7,1m$, $1,75D_i = 1,75 * 3 = 5,25m$

$$G_g > 1,75D \rightarrow D_g = \frac{7,1 + 3}{2} = 5,05m$$

La distancia, al ser únicamente dos depósitos se calculará seleccionando el número mayor al aplicar $0,5D_f$ y $0,5D_g$:

$$[0,5D_f = 2,525m] == [0,5D_g = 2,525]$$

Por lo tanto, la distancia que separará ambos depósitos será de 2,525 m.

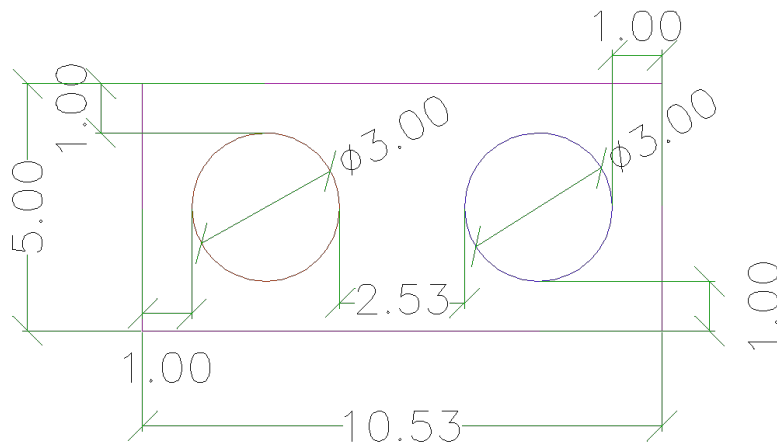


Figura 12: distribución cubeto 2

El área resultante con estas dimensiones es de:

$$A = 10,53 * 5 = 52,65 \text{ m}^2$$

Se empleará el mismo procedimiento que para el cubeto 1 para obtener el volumen mínimo:

$$V_{\text{cubeto}} = 0,1V_{\text{total}} = 0,1 * 100 = 10 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{máx}} = 50 \text{ m}^3 > 10 \text{ m}^3$$

$$\text{Por lo tanto, } V_{\text{mín}} = 30 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, de la ecuación

$$V = A * H$$

Ecuación 6: volumen de un cubo

puede extraerse que la altura H debe ser como mínimo $H=0,569$ m.

Pese a no ser cubetos, se realizará el cálculo en este apartado de las condiciones para los depósitos enterrados de ácido cítrico y ácido acético. Se enterrarán en pozos diferentes para optimizar el volumen a excavar y rellenar. Ambos pozos tendrán la misma configuración interior, tal y como se muestra en la siguiente figura:

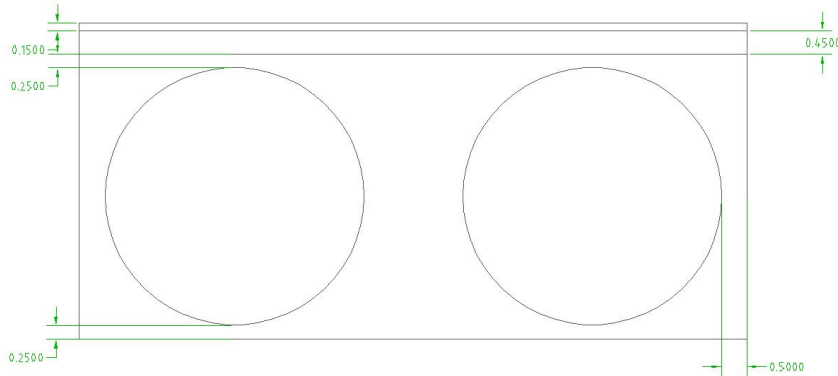


Figura 13: interior del pozo

1. 0.25m de arena inerte en el fondo
2. Más arena rodeando los depósitos, con 0.25 m de altura por encima de los mismos y 0.5 m por los lados.
3. 0.45 m de tierra por encima
4. Losa de hormigón de 0.15m de espesor encima de todo

El cálculo los pozos será:

- Pozo 1 para tanques de ácido acético: Se trata de dos depósitos horizontales de las dimensiones diámetro $D = 2,4$ m y altura $h = 6,65$ m. En primer lugar se calcula la separación entre depósitos. Puesto que son horizontales y paralelos, no hace falta considerar la generatriz, y como son de clase B2, la distancia que los separará será por lo menos de $0,5 D$, siendo D el mayor de los diámetros.

$$0.5 * 2.4 = 1.2 < 1.5$$

Puesto que es menor que 1.5, debería considerarse la distancia de un metro y medio. Sin embargo, como se trata de tanques de menos de 50 m^3 , la distancia mínima se puede reducir a un metro, pudiendo emplear entonces la de 1.2 m.

Empleando el relleno explicado anteriormente, el plano del pozo es el siguiente:

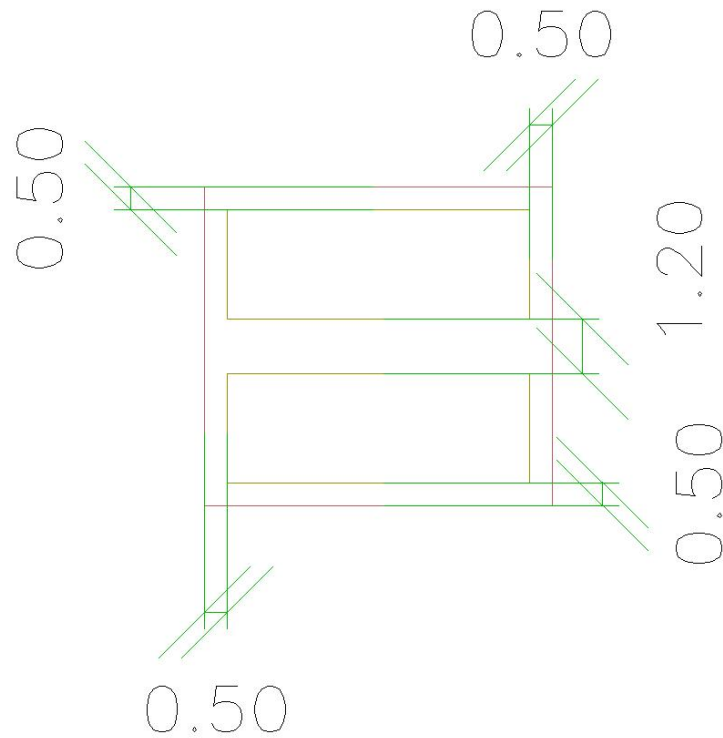


Figura 14: distancias pozo 1

- Pozo 2 de ácido cítrico: dos depósitos de $D=2.5\text{m}$ y $h=3.18\text{m}$. Al igual que en la zanja 1, al ser horizontales y paralelos, únicamente se tendrá en cuenta el diámetro de los tanques en cuanto a su separación. Puesto que el ácido cítrico es de clase C, la distancia que los separará será de $0.3D$, con un mínimo de 1.5 m .

$$0.3 * 2.5 = 0.75\text{m}$$

Como la capacidad de los tanques es menor de 50 m^3 , la distancia mínima que les puede separar será de 1m . Tras aplicar el relleno de la zanja explicado anteriormente, el plano de la misma es:

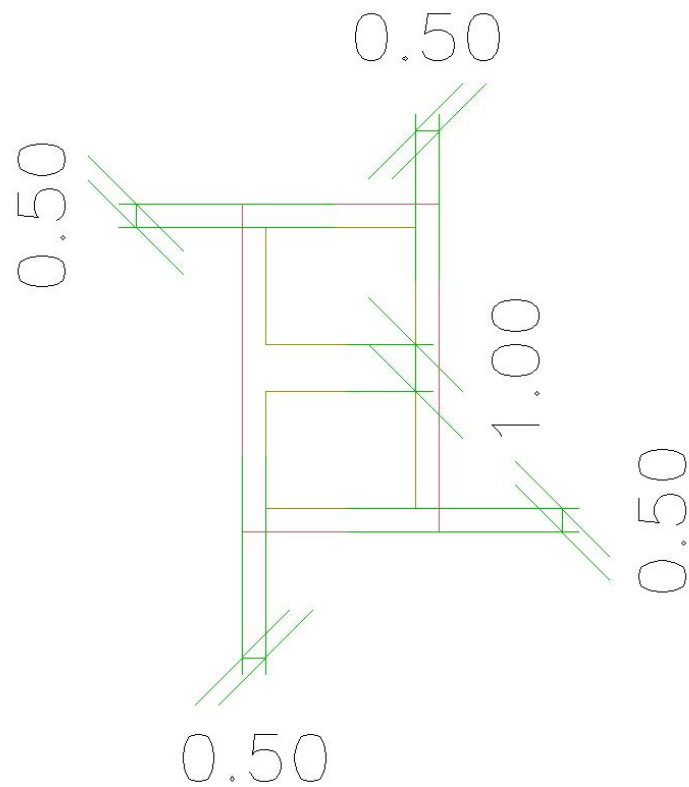


Figura 15: distancias pozo 2

Además, estas excavaciones se situarán de manera que los elementos de la instalación más próximos a ellas estén más alejados de 1m de distancia.

9.3 Medidas adicionales a instalar en los tanques de almacenamiento

Dentro de una instalación industrial, se pueden diferenciar distintos elementos constructivos, que desempeñan funciones concretas en la misma. Algunos de estos pueden ser unidades de proceso, estaciones de bombeo, recipientes de las distintas clases, cargaderos, balsas separadoras, zonas de fuego abierto, edificios administrativos o sociales, laboratorios, estaciones de bombeo, vallado o límites de propiedades exteriores.

Estos elementos deben estar separados por unas distancias mínimas por motivos de seguridad, indicadas en el cuadro III-1 del artículo 17 de la ITC MIE APQ-1.

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-----------|-----|
| 1 | (1) | | | | | | | | | |
| 2 | (3) 20 | (2) | | | | | | | | |
| 3.1 | 60 | (4) 30 | (6) | | | | | | | |
| 3.2 | 30 | (4) 15 | (6) | (6) | | | | | | |
| 3.3 | 30 | (4) 15 | (6) | (6) | (6) | | | | | |
| 4.1 | 60 | (5) 30 | (7) 30 | (7) 30 | (7) 30 | (2) | | | | |
| 4.2 | 30 | (5) 20 | (7) 30 | (7) 20 | (7) 15 | (11) 30 | (2) | | | |
| 4.3 | 20 | (5) 15 | (7) 25 | (7) 20 | (7) 15 | (2) | (2) | (2) | | |
| 5 | 30 | (5) 15 | 30 | 20 | 15 | 30 | 20 | 15 | (1) | |
| 6 | (1) | 30 | 60 | 30 | 20 | 60 | 20 | 15 | 30 | (1) |
| 7 | (1) | 20 | 60 | 30 | 20 | 40 | 20 | 15 | 20 | (8) |
| 8 | (1) | 20 | 60 | 30 | 25 | 30 | 30 | 25 | 20 | 20 |
| 9 | (1) | 15 | 30 | 20 | 15 | 30 | 20 | 15 | (9) 20 | (8) |
| 10 | (1) | 20 | 60 | 30 | 25 | 60 | (10) 40 | (10) 20 | 20 | (8) |
| 11 | (1) | 30 | 100 | 60 | 40 | 100 | 60 | 30 | 40 | (8) |
| | 1 | 2 | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 4.1 | 4.2 | 4.3 | 5 | 6 |

Tabla 11: distancias entre elementos de la planta

Por la naturaleza del proyecto estudiado, únicamente se considerarán las siguientes (se indicará al lado de cada elemento el número que representa en el cuadro):

1. Producto B (3.2)
2. Producto C (3.3)
3. Cargadero B (4.2)
4. Cargadero C (4.3)
5. Edificios administrativos (en los que incluiremos la unidad de procesos)
6. Propiedades exteriores y vía pública
7. Estaciones de bombeo

En el cuadro III-2 se hallan los coeficientes reductores para estas distancias, en función del volúmen de los líquidos inflamables y de los comburentes a almacenar. En el caso de estudio, esta capacidad es de: $V = 220 \text{ m}^3$.

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

| Capacidad global de almacenamiento de la instalación m ³ | Coefficiente para reducción de distancias del cuadro III-1 |
|---|--|
| Q ≥ 50.000 | 1 |
| 50.000 >Q ≥ 20.000 | 0,95 |
| 20.000 >Q ≥ 10.000 | 0,90 |
| 10.000 >Q ≥ 7.500 | 0,85 |
| 7.500 >Q ≥ 5.000 | 0,80 |
| 5.000 >Q ≥ 2.500 | 0,75 |
| 2.500 >Q ≥ 1.000 | 0,70 |
| 1.000 >Q ≥ 500 | 0,65 |
| 500 >Q ≥ 250 | 0,60 |
| 250 >Q ≥ 100 | 0,50 |
| 100 >Q ≥ 50 | 0,40 |
| 50 >Q ≥ 5 | 0,30 |
| 5 >Q | 0,20 |

Tabla 12: coeficiente reductor en función de la capacidad

El coeficiente reductor que se puede aplicar es por tanto de 0,5.

Puesto que la instalación no almacena líquidos inestables, ni contempla el almacenamiento con venteos de emergencia que permitan el desarrollo de presiones superiores a 0,15 bares, no se aplicarán los coeficientes multiplicadores del cuadro III-3.

| Características de los productos y/o de los almacenamientos | Coefficiente | Clases de líquidos a los que es aplicable |
|--|--------------|---|
| Líquidos inestables. | 2,0 | A, B y C |
| Almacenamiento con venteos de emergencia que permitan el desarrollo de presiones superiores a 0,15 bares | 1,5 | B y C |

Tabla 13: coeficientes multiplicadores

Considerando todas las condiciones anteriores se debe comprobar si es posible la distribución en planta con el espacio disponible. En caso de no serlo, se deberán aplicar las medidas de seguridad adicionales, presentadas en el cuadro III-4, con el que se puede aplicar otro coeficiente reductor con el fin de aumentar el espacio disponible.

| Medidas o sistemas de protección adoptados | | Coefficiente de reducción |
|--|-----------|---------------------------|
| Nivel | Cantidad | |
| 0 | – | No hay reducción |
| 1 | Una | 0,75 |
| 1 | Dos o más | 0,50 |
| 2 | Una | 0,50 |
| 2 | Dos o más | 0,40 |

Tabla 14: coeficiente reductor en función de las medidas adicionales

Se procede a continuación a dicha comprobación:

En primer lugar, se calculan las distancias que deben tener los elementos de la instalación con los distintos tanques de almacenamiento, puesto que estas distancias son muy estrictas:

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

1. Distancias a productos de la clase C
 - Producto de la clase B: Aplicar las normas del artículo 18 de la ITC MIE APQ-1
 - Cargadero de productos de clase C: 15 m
 - Cargadero de productos de clase B: 15 m
 - Edificios administrativos (Unidad productiva): 20 m
 - Límites de propiedades exteriores en las que pueda edificarse o vías de comunicación: 25 m

2. Distancias a productos de la clase B
 - Producto de la clase C: Aplicar las normas del artículo 18 de la ITC MIE APQ-1
 - Cargadero de productos de clase C: 20 m
 - Cargadero de productos de clase B: 20 m
 - Edificios administrativos (Unidad productiva): 30 m
 - Límites de propiedades exteriores en las que pueda edificarse o vías de comunicación: 30 m

3. Distancias a zonas de carga y descarga de productos de la clase C
 - Producto de la clase B: 20 m
 - Producto de la clase C: 15 m
 - Cargadero de productos de la clase B: Sin requerimientos
 - Edificios administrativos (Unidad productiva): 15 m
 - Límites de propiedades exteriores en las que pueda edificarse o vías de comunicación: 20 m

4. Distancias a zonas de carga y descarga de productos de la clase B:
 - Producto de la clase B: 20 m
 - Producto de la clase C: 15 m
 - Cargadero de productos de clase C: Sin requerimientos
 - Edificios administrativos (Unidad productiva): 20 m
 - Límites de propiedades exteriores en las que pueda edificarse o vías de comunicación: 40 m

De esta manera, se puede marcar en un plano las áreas reservadas para cada tipo de producto, dentro del plano general de la instalación. Sin embargo, todavía queda aplicar el coeficiente reductor por la capacidad global de la instalación, de 0,5. Tras aplicarlo, estas distancias quedan de la siguiente forma:

1. Distancias a productos de la clase C
 - Producto de la clase B: Aplicar las normas del artículo 18 de la ITC MIE APQ-1
 - Cargadero de productos de clase C: 7,5 m
 - Cargadero de productos de clase B: 7,5 m
 - Edificios administrativos (Unidad productiva): 10 m
 - Límites de propiedades exteriores en las que pueda edificarse o vías de comunicación: 12,5 m

2. Distancias a productos de la clase B
 - Producto de la clase C: Aplicar las normas del artículo 18 de la ITC MIE APQ-1
 - Cargadero de productos de clase C: 10 m
 - Cargadero de productos de clase B: 10 m
 - Edificios administrativos (Unidad productiva): 15 m
 - Límites de propiedades exteriores en las que pueda edificarse o vías de comunicación: 15 m

3. Distancias a zonas de carga y descarga de productos de la clase C
 - Producto de la clase B: 10 m
 - Producto de la clase C: 7,5 m
 - Cargadero de productos de clase B: Sin requerimientos
 - Edificios administrativos (Unidad productiva): 7,5 m
 - Límites de propiedades exteriores en las que pueda edificarse o vías de comunicación: 10 m

4. Distancias a zonas de carga y descarga de productos de la clase B:
 - Producto de la clase B: 10 m
 - Producto de la clase C: 7,5 m
 - Cargadero de productos de clase C: Sin requerimientos
 - Edificios administrativos (Unidad productiva): 10 m
 - Límites de propiedades exteriores en las que pueda edificarse o vías de comunicación: 20 m

Al intentar introducir estos elementos, separados con estas últimas distancias, se puede comprobar que no hay espacio físico para ubicarlos todos. Por ejemplo, el cubeto número 1 directamente ni siquiera cabe en el espacio que le queda reservado para si mismo.

Por esta razón, y con el fin de que haya más espacio aprovechable, se ubicará una medida de seguridad adicional de la nivel 1 en la planta. Se decide, por motivos económicos y de facilidad de montaje, implementar un sistema de bocas de incendio equipadas, con accionamiento situado en lugar protegido y accesible durante el incendio. De esta manera es posible aplicar un coeficiente reductor nuevo, de 0,75. Por lo tanto, habrá que multiplicar las distancias iniciales por un coeficiente total de:

$$0,5 * 0,75 = 0,375$$

Al aplicar este coeficiente sobre las distancias, se generan las siguientes:

1. Distancias a productos de la clase C
 - Producto de la clase B: Aplicar las normas del artículo 18 de la ITC MIE APQ-1
 - Cargadero de productos de clase C: 5,625 m
 - Cargadero de productos de clase B: 5,625 m
 - Edificios administrativos (Unidad productiva): 7,5 m
 - Límites de propiedades exteriores en las que pueda edificarse o vías de comunicación: 9,375 m

2. Distancias a productos de la clase B
 - Producto de la clase C: Aplicar las normas del artículo 18 de la ITC MIE APQ-1
 - Cargadero de productos de clase C: 7,5 m
 - Cargadero de productos de clase B: 7,5 m
 - Edificios administrativos (Unidad productiva): 11,25 m
 - Límites de propiedades exteriores en las que pueda edificarse o vías de comunicación: 11,25 m

3. Distancias a zonas de carga y descarga de productos de la clase C
 - a) Producto de la clase B: 7,5 m
 - b) Producto de la clase C: 5,625 m
 - c) Cargadero de productos de clase B: Sin requerimientos
 - d) Edificios administrativos (Unidad productiva): 5,625 m
 - e) Límites de propiedades exteriores en las que pueda edificarse o vías de comunicación: 7,5 m

4. Distancias a zonas de carga y descarga de productos de la clase B:
 - Producto de la clase B: 7,5 m
 - Producto de la clase C: 5,625 m
 - Cargadero de productos de clase C: Sin requerimientos
 - Edificios administrativos (Unidad productiva): 7,5 m
 - Límites de propiedades exteriores en las que pueda edificarse o vías de comunicación: 15 m

El espacio generado por estas restricciones sí que es suficiente para albergar los elementos mencionados. El plano con las zonas reservadas para cada uno es el siguiente:

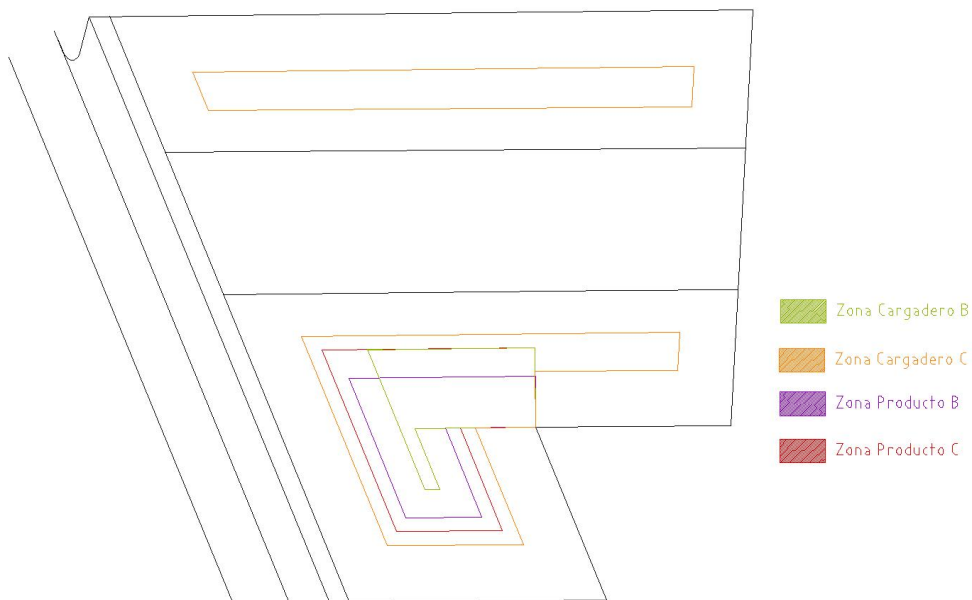


Figura 16: Plano zonas de los elementos

A continuación habrá que insertar los cubetos calculados anteriormente, de manera que cada tipo de producto esté en el interior de su área correspondiente:

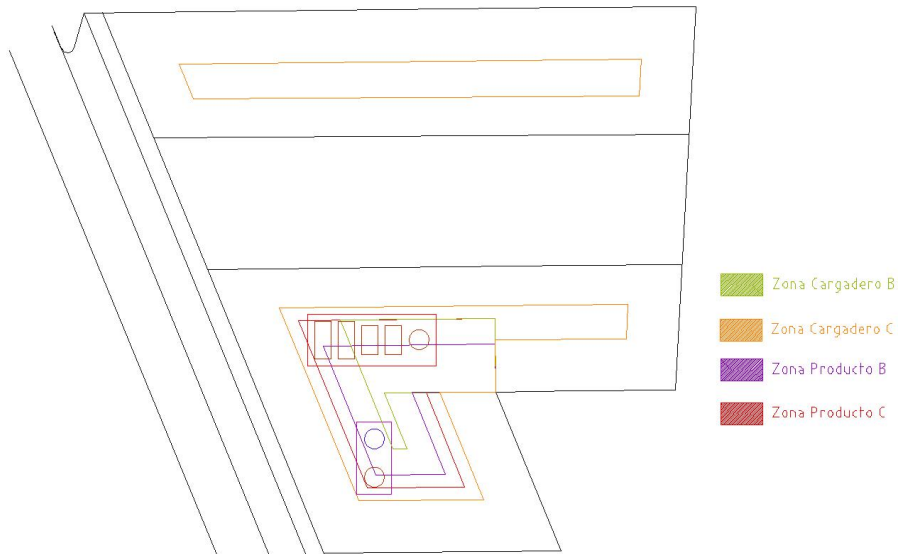


Figura 17: plano zonas con cubetos ubicados

Una vez ubicados los cubetos, se trata de completar el plano de la distribución en planta con el resto de elementos. En este punto surgen distintas alternativas.

La primera de ellas consiste en ubicar ambas zonas de carga y descarga en la misma parcela, mientras que la segunda alternativa sería colocar cada zona de carga y descarga en distintas parcelas. Ambas alternativas se representan en los siguientes planos:

- Alternativa 1:

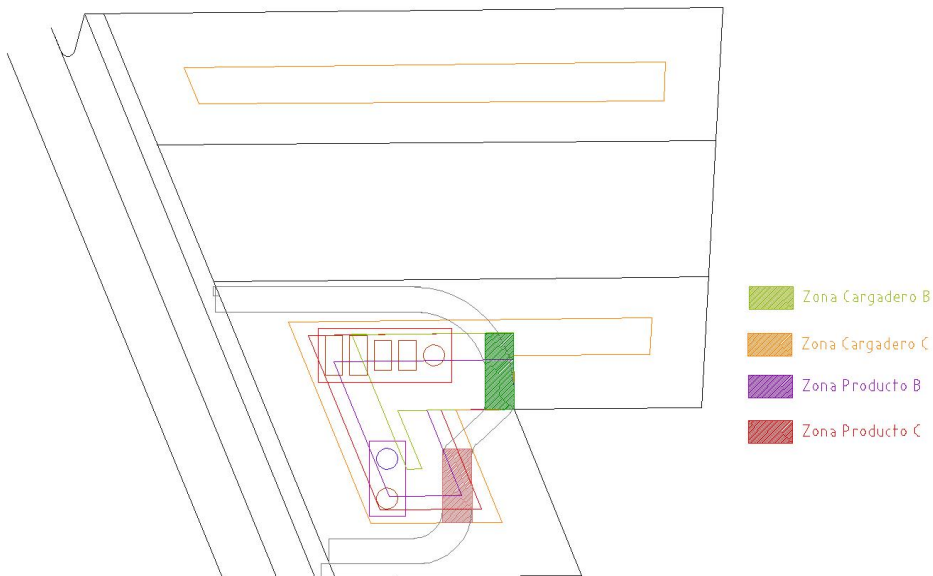


Figura 18: alternativa 1

- Alternativa 2:

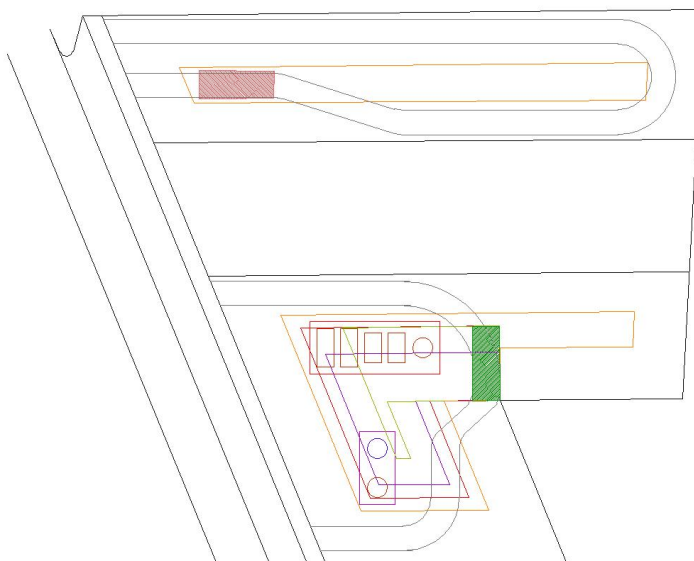


Figura 19: alternativa 2

Mientras que ambas alternativas son perfectamente válidas, la primera de ellas es la escogida para la realización del presente proyecto.

Esto se debe principalmente a motivos económicos y técnicos. La posibilidad de ubicar ambas zonas de carga y descarga en una misma parcela permite que una única carretera lleve a ambas; mientras que si se sitúan cada una en parcelas distintas se tendrían que construir dos carreteras diferentes. Por otro lado, en la primera alternativa ambas zonas de carga y descarga se encuentran muy próximas a los tanques que alimentan, mientras que en la segunda alternativa la zona de carga y descarga del producto de la clase C se encuentra muy alejada de la mayoría de los depósitos, por lo que la longitud de las tuberías de llenado y vaciado de los depósitos es mayor, mejorando su funcionamiento y reduciendo la obra asociada a las canalizaciones. Adicionalmente, al ocupar únicamente las parcelas que existen por debajo de la nave permite al cliente disponer de más espacio para otras instalaciones auxiliares o un posible crecimiento futuro de la planta.

10. Instalación de almacenamiento

10.1 Cimentaciones de los tanques

Se trata de un aspecto vital para la seguridad de la instalación, puesto que un fallo en las cimentaciones puede provocar un fallo grande en el almacenamiento.

Cada instalación está sometida a distintos factores que hacen que el cálculo de la cimentación sea exclusivo para la misma, como pueden ser diversidad en suelos, climas, ambientes, etc.. Por lo tanto, la determinación de la carga y asentamiento admisibles se debe realizar particularmente en cada instalación.

Sin embargo, si que existen unas normas generales sobre aquello que se debe evitar en la construcción de cimentaciones de tanques:

- Lugares en los que parte de la cimentación quede sobre roca o terreno natural, y otra parte sobre relleno. Se puede aplicar también a lugares con profundidades variables de relleno, o donde haya habido una preconsolidación del terreno. Esto se debe a que la resistencia que aportaría el suelo en estos casos sería desigual.
- Lugares con material compresible en el subsuelo.
- Lugares cuya estabilidad de suelo se vea comprometida por la proximidad de cursos de agua, fuertes pendientes o profundas instalaciones.
- Lugares en el que puedan producirse inundaciones que provocarían el desplazamiento, socavado o flotación de los tanques de almacenamiento.

También es conveniente realizar la prueba hidrostática. El procedimiento consiste en usar como referencia de niveles, cuando el terreno es adecuado, cuatro puntos simétricos en la periferia de los tanques (si el tanque tuviera más de 25 m de diámetro, entonces se usarían 8 puntos). A continuación, se llena rápidamente el tanque de agua hasta la mitad de su nivel y se comprueba si se han producido asentamientos diferenciales. Si estos son inexistentes, se procede al llenado hasta tres cuartas partes de su capacidad, y se repite el procedimiento anterior. Si el tanque no ha sufrido ningún desnivel, se procede a su llenado completo, y se repiten las lecturas. Si sigue nivelado, se deja 48 horas y si los niveles se mantienen, se puede proceder al vaciado del tanque, con la precaución de abrir una entrada de aire suficiente para que el vacío provocado por la salida del producto no produzca una deformación.

El procedimiento anterior es el más exigente, se aplica normalmente al primer tanque a instalar en cada suelo. Si el tanque supera esta prueba satisfactoriamente, para la comprobación de los siguientes tanques en el mismo suelo se podrá omitir las paradas en la mitad y tres cuartos del llenado.

En terrenos blandos, donde es previsible que el asentamiento supere los 300 milímetros, se recomienda realizar un llenado más lento. Se añadirá agua de manera que el nivel suba 0,6 m cada día, hasta que se alcance una altura de 3 metros. A continuación se detiene el llenado, y se registran en los días sucesivos los niveles de referencia. Con estos datos, representados en función del tiempo se puede graficar la curva de asentamiento. Cuando el asentamiento diario comience a disminuir, se añade agua al tanque con incrementos de alturas cada vez menores. Cuando la carga de agua esté cercana al llenado del tanque, se añadirá agua a primeras horas

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

del día, en pequeñas cantidades, para hacer lecturas durante el día. Se comprobará también si descargando el tanque se observan asentamientos indebidos.

10.2 Cubetos de retención

Un cubeto de retención es un recipiente completamente estanco. Se utiliza para recoger posibles derrames o vertidos durante el almacenamiento o trasvase de productos peligrosos. Su correcta instalación es imprescindible para garantizar la seguridad en una planta de almacenamiento.

Dada la naturaleza de los productos a almacenar en el presente trabajo, se establecerán las pautas de diseño de los cubetos siguiendo el artículo 20 de la ITC MIE APQ-1.

Según este, todos los productos que ampara deberán disponer de un cubeto de retención.

Además, en un cubeto de retención no deben estar los tanques en una disposición de más de dos filas, y que cada fila que tenga una calle o vía de acceso adyacente permita la intervención de la brigada de lucha contra incendios.

La distancia, proyectada horizontalmente, entre el borde inferior interior del cubeto y la pared del recipiente debe ser de 1 metro como mínimo.

El fondo del cubeto debe tener una pendiente que garantice que el producto fugado sea rápidamente evacuado a una zona alejada de los recipientes, elementos contra incendios y cubeto.

En lo referente a la capacidad útil del cubeto, se seleccionará el valor máximo obtenido de las siguientes formas:

- Siguiendo la hipótesis de que el depósito de mayor capacidad no existe y el resto de depósitos sí. En ese caso, la capacidad debe ser la del recipiente mayor.
- Siguiendo la hipótesis de que no existe ningún recipiente en el interior del cubeto, calculándose entonces la capacidad como el 10% del volumen total de los recipientes que contiene el cubeto a dimensionar.

Los cubetos que forman parte de la instalación albergarán únicamente depósitos de almacenamiento de productos de las clases B y C. Para este tipo de depósitos se establecen las siguientes prescripciones particulares (únicamente se explicarán las que sean de aplicación directa al presente estudio):

- Los cubetos que alberguen en su interior varios tanques de almacenamiento de líquidos estables deben estar divididos de manera que cada subdivisión no contenga:
- Más de un solo recipiente de capacidad igual o mayor a 2000 m^3
- Un número de tanques con un volumen total superior a 3000 m^3

Estas divisiones se realizarán o bien mediante canales de drenaje o diques interiores de 0,15 metros de altura. Puesto que en ninguno de nuestros cubetos existe un depósito de volumen mayor a 2000 m^3 , ni un volumen total superior a 3000 m^3 , no hará falta la subdivisión del mismo.

Puesto que en los cubetos diseñados en el presente trabajo no se cumple ninguna de las anteriores condiciones, no será necesaria la subdivisión de los mismos.

En cuanto a la disposición de los cubetos y su construcción, existen también una serie de prescripciones que afectarán al proyecto:

- Las paredes de los cubetos deben garantizar la estanqueidad del recipiente, estar fabricadas en materiales no combustibles y poseer suficiente resistencia como para aguantar las fuerzas provocadas por el llenado total del líquido a cubeto lleno. Esta condición de estanqueidad debe mantenerse incluso en caso de incendio.
- Debe haber un mínimo de 2 accesos, uno de emergencia y uno normal, y un número que permita que la distancia a recorrer desde cualquier punto del cubeto al acceso no supere los 50 metros.
- La altura de las paredes del cubeto debe ser como máximo de 1,8 metros con respecto al nivel interior, por razones de ventilación. De forma excepcional se puede sobrepasar, pero en el caso de estudio no es necesario. Las alturas de los muros ya han sido calculadas, y son 0,26 m y 0.569 m para los cubetos 1 y 2 respectivamente, por lo que se cumple la prescripción.
- Las paredes de tierra que superen 1 metro de altura tendrán un ancho en su coronación de 0,6 metros mínimo. Esta condición no se aplicará a los cubetos diseñados en el presente trabajo, que presentan unas alturas de 0.26 m y 0.569 m.
- La altura de las paredes del cubeto no debe sobrepasar los 3 metros en referencia con las vías de acceso al cubeto en el exterior) en más de la mitad de su periferia.
- La pendiente del fondo del cubeto que desemboque las posibles fugas dadas en un tanque al sumidero, debe ser de un mínimo de 1%, para garantizar el flujo del líquido derramado hacia la red de drenaje.
- Las tuberías que estén conectadas a un recipiente en concreto únicamente podrán atravesar el cubeto en el que este está contenido. Esta condición se cumple, como puede apreciarse en el diseño del recorrido de las canalizaciones que se muestra en el siguiente plano:

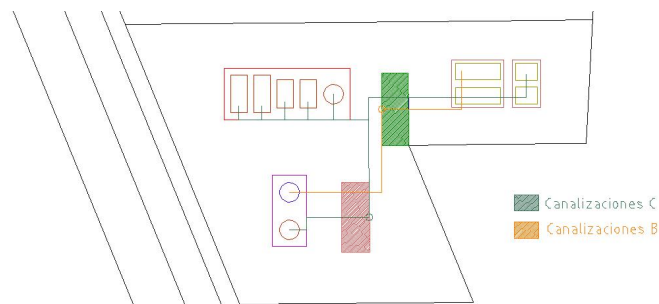


Figura 20: canalizaciones de carga y descarga

- Los canales de evacuación presentarán también una pendiente mínima del 1% en dirección a las paredes del cubeto, y una sección útil mínima de 4000 milímetros cuadrados.

La cimentación de los muros del cubeto será como se muestra en la siguiente figura:

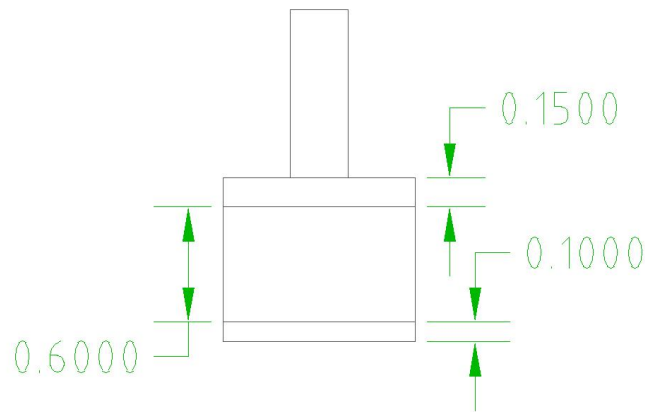


Figura 21: esquema de la cimentación de los muros del cubeto

donde habrá, ordenado de mayor a menor profundidad:

- 0.1 m de hormigón de limpieza
- 0.6 m de hormigón armado
- 0.15 m de espesor de una losa hormigón

Adicionalmente en el interior del cubeto se colocará una solera de 0,2 m de espesor para garantizar su estanqueidad.

10.3 Pavimentos

El conjunto de parcelas, incluidas las tres que no están edificadas, se encuentran pavimentadas con una capa de hormigón de 15 cm de espesor. Este dato es de especial relevancia puesto que se tendrá en cuenta para las mediciones del presupuesto, en los capítulos de demoliciones, excavación y pavimento. En el capítulo correspondiente serán explicadas de forma detallada.

10.4 Cerramientos

Un cerramiento es el elemento de la instalación cuya función principal es la de impedir el paso a ella. Generalmente su construcción se realiza mediante enrejado metálico, muros o vallas. Toda la planta de almacenamiento debe estar protegida del exterior mediante un cerramiento que rodea la instalación. La altura mínima de este cerramiento debe ser:

1. 2,5 metros cuando el almacenamiento global es superior a 2000 m³
2. 2 metros cuando el almacenamiento total no superen los 2000 m³

Puesto que la instalación estudiada tiene una capacidad total inferior a las 2000 m³, el cerramiento tendrá una altura mínima de 2 metros.

La construcción del cerramiento también debe garantizar evacuación e intervención satisfactoria, por lo que se ubicará de manera que no obstaculice.

Las parcelas adquiridas por el promotor ya poseen el cerramiento adecuado mediante un vallado perimetral de 2,5 m de altura y con las debidas puertas de acceso tanto para personas como para vehículos.

10.6 Instalaciones de carga y descarga

Una de las operaciones de mayor riesgo en una planta de almacenamiento de productos químicos es la carga y descarga. Podrían definirse como la operación de traslado de contenedores cisterna, recipientes móviles, cisternas de trasiego o contenedor de gas de elementos múltiples desde una instalación a un vehículo o viceversa. También como el trasiego de productos químicos desde las cisternas a los tanques de almacenamiento o al revés.

En el presente trabajo se estudiará este segundo enfoque.

La información que se expone a continuación ha sido extraída de la ITC MIE APQ-1, tanto del artículo 22 “Zonas de carga y descarga”, del capítulo IV “Obra Civil”, como de la totalidad del capítulo VI “Instalaciones para carga y descarga”

La zona de carga y descarga deberá garantizar que el posible derrame sea rápidamente trasladado a la red de agua contaminada mediante un sumidero. Esto se conseguirá imponiendo una pendiente del 1% en la plataforma sobre la que estacionan los vehículos durante la operación. El sumidero desembocará o bien en una balsa con capacidad suficiente para almacenar la fuga, o bien con la red de aguas contaminadas. Se debe evitar que los productos derramados alcancen las redes públicas de alcantarillado.

Además, su colocación no debe obstaculizar la circulación de vehículos, evacuación de la planta o actuación de la brigada contra incendios. Por otra parte, su ubicación debe facilitar la maniobra de entrada y salida de los vehículos.

Los elementos de la zona de carga y descarga deben estar interconectados eléctricamente entre sí y una puesta a tierra. Adicionalmente, junto a cada puesto de carga y descarga, habrá un conductor conectado por un extremo a la puesta a tierra y por el otro a la masa de la cisterna del camión, y la seguridad de esta conexión estará monitorizada constantemente, y en caso de fallo, alertado por una alarma.

Por otra parte, la instalación de carga y descarga suele estar dotada de sistemas de ventilación. Sin embargo, los bajos muros de los cubetos diseñados permiten que la ventilación natural por estar al aire libre sea suficiente.

Cada cargadero puede tener más de un puesto de carga o descarga. Si el cargadero es de camiones se situarán de manera que los vehículos que se dirijan hacia él puedan hacerlo por caminos de libre circulación.

Por motivos de seguridad, el proceso de carga y descarga se realizará con el motor del camión parado. Además, los camiones se situarán en la zona de carga y descarga de manera que no tengan que hacer ninguna maniobra a su salida.

En caso de ser un vagón cisterna el que realiza la acción, las vías por las que este accede al cargadero no pueden ser compartidas con el tráfico ferroviario general, y además las vías en el cargadero tendrán pendiente nula, con el fin de minimizar la posibilidad de que se

desplacen de manera involuntaria. Adicionalmente para asegurar lo anterior, los vagones que se encuentren cargando o descargando estarán inmovilizados por cuñas o calzos. Su movimiento se realizará con locomotoras de combustible diesel, adecuadamente preparadas para el escape de los gases calientes mediante cabrestantes o rejillas cortafuegos.

El diseño para la canalización desde la zona de carga y descarga hasta los correspondientes tanques es el siguiente:

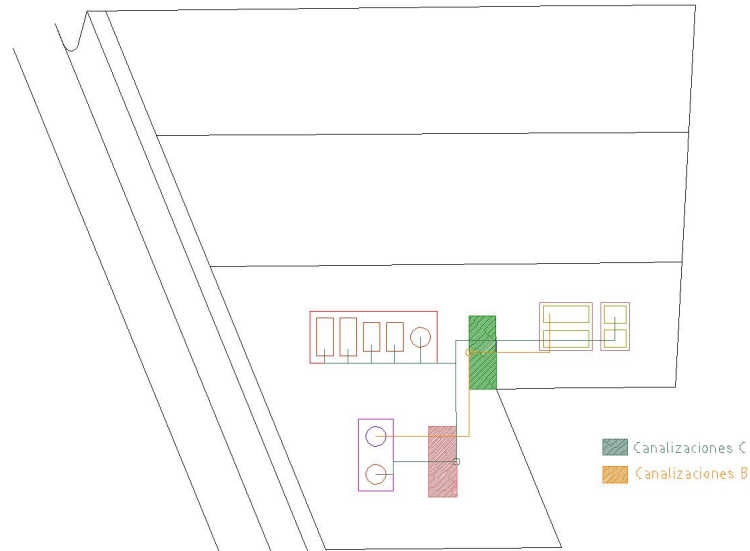


Figura 22: canalizaciones carga y descarga en parcela completa

Para calcular el tamaño de los conductos, se supondrá que los camiones cisterna son de 24 m^3 , que el tiempo máximo que se requiere para su descarga es de 2 horas y que el fluido circula por el interior de los conductos a una velocidad de 6 m/s . En primer lugar se puede hallar el caudal de descarga $Q = 0,00333 \text{ m}^3/\text{s}$. Aplicando entonces la ecuación de continuidad:

$$Q = v * S = v * \frac{\pi D^2}{4}$$

Ecuación 7: ecuación de continuidad

Se halla un diámetro de $26,5 \text{ mm}$, que habrá que mayorar al inmediatamente superior en el catálogo de almesa. Este diámetro superior es de $D = 30,5 \text{ mm}$

Se pueden distinguir distintas secciones para cada canalización, que serán importantes más adelante para realizar la medición en el presupuesto de esta unidad de obra:

1. Canalizaciones C:

- a. Sección a: Une el cargadero hasta el depósito de acetato de etilo, en el cubeto 1 (el que alberga dos depósitos). Este conducto va a una altura sobre la superficie de $7,5 \text{ m}$.

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

- b. Sección b: Une el cargadero hasta los depósitos que se encuentran en el interior del cubeto 2 y hasta los depósitos enterrados. La altura de esta canalización es de 5,5m.
2. Canalizaciones B:
- a. Sección a: Une el cargadero hasta los depósitos enterrados, con la conducción a una altura de 5,5 m sobre la superficie
 - b. Sección b: Une el cargadero hasta el depósito del cubeto 1, a una altura de 7m.

Su ejecución en el presupuesto se encuentra en los capítulos de “Ejecución del cargadero”, que contempla las canalizaciones.

10.7 Sistemas de venteo y alivio de presión

En ocasiones, el llenado o vaciado de los tanques de almacenamiento puede provocar un importante incremento o decremento de la presión, amenazando a la integridad del mismo. Las tensiones que pueden llegar a producirse ya sea por vacío al extraerse el producto, como por incremento de presión en el interior del recipiente debe solventarse mediante el sistema de venteo y alivio de presión.

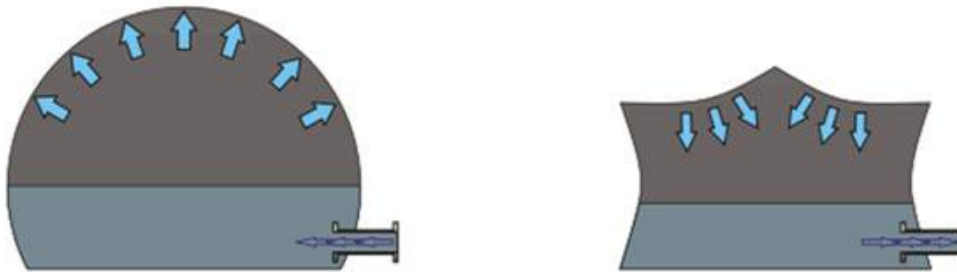


Figura 23: presiones en el interior del recipiente

El alivio de estas tensiones puede conseguirse con determinados elementos, como válvulas de presión, block arrestallamas, sistemas de inertización (cuando el producto almacenado no puede entrar en contacto con el aire), o por venteo libre. De forma esquemática, estos consiguen lo siguiente:



Figura 24: efecto del venteo

Además, se debe diferenciar entre los sistemas de venteo normal, y venteo de emergencia.

En el presente trabajo, en base al artículo 10 del capítulo II de la ITC MIE APQ-1, se emplearán válvulas de alivio de presión o vacío para el venteo normal, que garantizan que no hay pérdida

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

de producto o contaminación ambiental. Adicionalmente, los tanques que almacenan productos combustibles o comburentes incorporarán al sistema de venteo un sistema antillamas. Este sistema debe tener en cuenta las propiedades de los líquidos que almacena el tanque (corrosión, cristalización, polimerización, condensación...etc). Puesto que ninguno de los compuestos que requerirán este sistema son especialmente conflictivos, se podrá utilizar un antillamas estándar, excéntrico. Estos tanques serán los de los productos:

1. Permanganato potásico
2. Hipoclorito de sodio
3. Acetato de etilo
4. Ácido acético
5. Ácido fórmico

Los sistemas de venteo tendrán, por las características de los productos, los siguientes requerimientos:

- Diámetro igual que la tubería de llenado o vaciado del tanque. En el caso de que esta tenga un diámetro menor a 35mm, el diámetro del venteo será de 35mm.

Por otra parte, se debe implementar también un sistema de venteo de emergencia. Estos permitirán aliviar el exceso de presión interna causado por un fuego interior. Entre el venteo normal y el de emergencia se debe conseguir que la capacidad total de venteo sea suficiente para prevenir cualquier sobrepresión que pueda originar la ruptura del fondo del recipiente vertical o de la cabeza del recipiente horizontal.

El cálculo del sistema de venteo de emergencia se externalizará a una empresa especializada, que lo hará de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 28300, puesto que se trata de almacenamiento a baja presión.

El último elemento que forma el sistema de venteo y alivio de presión son las tuberías de venteo. Estas tuberías no estarán interconectadas con las de otros depósitos. La tubería para el depósito que almacena un producto de la clase B1, como el Acetato de etilo, se situará de manera de forma que los vapores sean descargados a una altura superior a 3,6m sobre el nivel adyacente y a más de 1,5 m de cualquier abertura a un edificio.

10.8 Instalación de protección contra incendios

10.8.1 Extintores

Tanto en los accesos a los cubetos como en las instalaciones de almacenamiento se instalarán extintores de clase adecuada al riesgo. Estos extintores estarán distribuidos de manera que no haya que recorrer más de 15 metros desde el área protegida para alcanzar el extintor, siempre que se manejen líquidos inflamables donde puedan existir válvulas de uso frecuente o conexiones de mangueras. En el RD 513/2917 y en el RD 2267/04 se puede encontrar la información para la selección de la clase de extintor. Puesto que la clase de fuego de la instalación es B (debido a que son líquidos combustibles) y el volumen total de líquidos combustibles es de $V=218.75 \text{ m}^3$, se utilizarán extintores de polvo BC (marcados como muy adecuados para este tipo de instalación) de eficacia 233B y un extintor en carrito adicional. Sin embargo, puesto que todo el líquido combustible de la instalación se encuentra almacenado

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

en el interior de recipientes metálicos debidamente cerrados, se puede retroceder un nivel de eficacia, por lo que se puede eliminar el extintor de carrito.

Finalmente, se tendrán que emplear 3 extintores de clase BC y eficacia 233B.

En el siguiente plano se puede observar la localización de estos extintores en la planta:

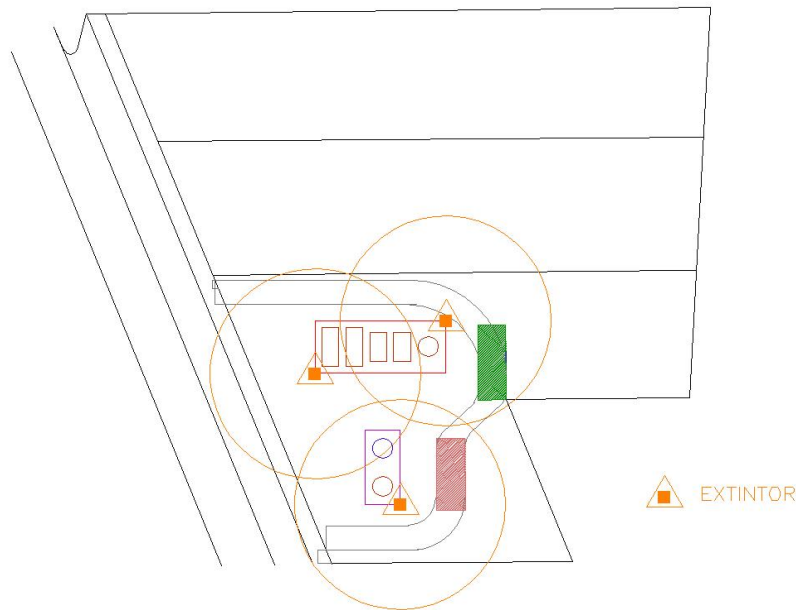


Figura 25: distribución de los extintores

10.8.2 Red de bocas de incendios equipadas

Las bocas de incendio equipadas (BIEs) son equipos de lucha contra incendio de instalación fija, conectados al suministro de agua y anclados en los muros. Son especialmente efectivos en la lucha contra incendios de pequeño tamaño, o cuando el fuego está en sus inicios, para evitar su propagación. Está generalmente formado por un armario, un soporte de manguera, una válvula, un manómetro, la manguera y su boquilla.

Existen dos clases de BIEs:

- BIE de 25 mm: formados por una manguera semirrígida de 20 metros de longitud y 25 mm de diámetro, capaz de suministrar un caudal de 200 l/min a una presión de 3,5 bar.
- BIE de 45 mm: formados por una manguera flexible con una longitud de 20 metros y un diámetro de 45mm. Pueden suministrar 200 l/min a la misma presión que las de 25mm, 3,5 bar.

El diseño de las BIEs para la planta estará completo una vez e determinen todos los elementos que la componen, que son:

- BIEs como tal
- Red de tuberías de agua
- Fuente de abastecimiento de agua
- Grupo de bombeo

Para determinar que clase de BIEs es requisito de la presente instalación deberá calcularse su nivel de riesgo, que queda condicionado por la densidad de carga de fuego tras ser corregida y ponderada. Este parámetro se calculará a partir de la siguiente expresión que puede encontrarse en el RD 2276/2004:

$$Q_S = \frac{\sum_1^i q_{vi} \cdot C_i \cdot h_i \cdot s_i}{A} \cdot R_A$$

Ecuación 8: carga de fuego ponderada y corregida

donde cada parámetro es:

Q_S : densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m² o Mcal/m².

q_{vi} : carga de fuego, aportada por cada m³ de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, en MJ/m³ o Mcal/m³.

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.

h_i : altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, (i), en m.

s_i : superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio en m².

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.

A : superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m².

En la presente instalación se asumirá que la superficie que puede ocupar el área de incendio, en m², es el espacio dedicado al almacenamiento de los productos. Calcularemos por lo tanto el parámetro como la suma de las áreas de ambos cubetos, que da como resultado $A = 192,15 \text{ m}^2$.

Cabe destacar que pese a que en el RD se indica que el cálculo de Q_S se realiza exclusivamente teniendo en cuenta los productos inflamables, en el presente trabajo se tendrán en cuenta también los comburentes, como (permanganato potásico e hipoclorito) y los corrosivos (hidróxido de sodio).

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

A continuación se adjunta una tabla con el valor de los anteriores parámetros para cada producto:

| | C_i | q_{vi} | h_i | s_i | R_A |
|------------------------------|-------|----------|-------|-------|-------|
| Permanganato potásico | 1,3 | 200 | 5 | 7,068 | 1 |
| Hipoclorito | 1,3 | 200 | 2,4 | 4,524 | 1 |
| Hidróxido de sodio | 1 | 200 | 2,4 | 4,524 | 1 |
| Acetato de etilo | 1,6 | 200 | 7,1 | 7,068 | 1 |
| Ácido fórmico | 1,3 | 200 | 7,1 | 7,068 | 1 |

Tabla 15: parámetros para el cálculo de la carga de fuego

Donde el valor de C_i se ha obtenido de la tabla 1.1 del RD:

| 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 B_1, 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 B_2 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. |
| $C_i = 1,60$ | $C_i = 1,30$ | $C_i = 1,00$ |

Tabla 16: valores del coeficiente de combustibilidad

El hidróxido de sodio, al no estar en ninguna de estas categorías, pero no ser compuesto combustible, se considerará que tiene un valor de coeficiente de peligrosidad por combustibilidad bajo, de 1.

Para hallar los valores de R_a y q_{vi} se ha supuesto que los productos de estudio son abonos puesto que ninguna de las categorías encontradas en la tabla 1.2 aporta datos concluyentes para ellos.

El resultado de la densidad de carga de fuego corregida y ponderada en base a estos datos es de:

$$Q_s = 225,287 \text{ MJ/m}^2$$

De acuerdo a la tabla 1.3 del Anexo I del RD 2267/2004,

| 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 17: nivel de riesgo intrínseco en función de la densidad de carga de fuego

Se tiene que se trata de una instalación con un nivel de riesgo intrínseco 1, bajo.

Conociendo su nivel de riesgo intrínseco, se puede comprobar en el punto 9.2 del Anexo III del RD 2267/2004, que la clase de BIEs a instalar es DN 25 mm, con simultaneidad de 2 BIEs funcionando durante 60 minutos. Sin embargo, puesto que no se dispone de salas de almacenamiento, se emplearán DN 45 mm, con simultaneidad de 2 durante 60 minutos de autonomía.

Basado en las pautas de diseño fijadas por el RD 513/2017 se puede obtener el número de BIEs a instalar en la planta. Deberán cumplir con los requisitos a continuación expuestos:

- Deben colocarse sobre soporte rígido, y la altura máxima de su centro será de 1,5 m sobre el suelo.
- Deberán situarse en la medida de lo posible a una distancia menor a 5 m de las salidas del sector de incendio.
- La totalidad de la superficie del sector de incendio debe quedar cubierta por una BIE, que tendrá un radio de acción igual a la longitud de su manguera incrementada en 5m
- Separación máxima entre cada BIE y su más cercana será de 50 m
- La distancia de cualquier punto del local protegido hasta su BIE más próxima será como máximo 25 m
- Alrededor de la BIE existirá una zona libre de obstáculos que permita acceso a la misma y su maniobra.

En base a estos requisitos, será necesaria la instalación de 3 BIEs, con una longitud de manguera de 15 m, tal y como se muestra en el siguiente plano:

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

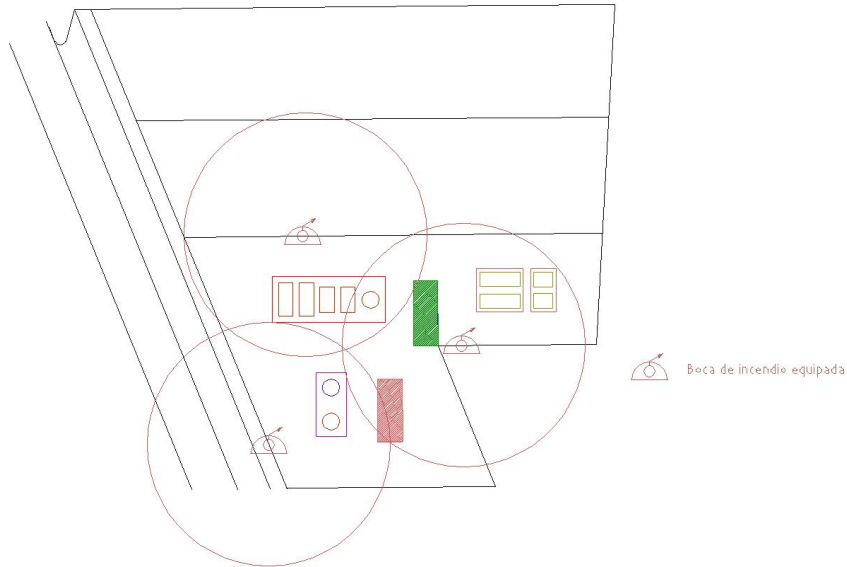


Figura 26: distribución de las BIEs

Deberá conocerse donde exactamente se situará la estación de bombeo para poder diseñar las canalizaciones. Para ello, debemos conocer el área en el que, por motivos de seguridad, puede instalarse. Para conocer estas distancias se recurre a la tabla 11 del presente documento, extraída del cuadro III-1 del artículo 17 de la ITC MIE APQ-1. Llama la atención que no existe requerimiento de distancia entre el grupo de bombeo contra incendios y el edificio administrativo, vías públicas o propiedades exteriores. Por ello, se ubica el grupo de bombeo tal y como muestra el siguiente plano:

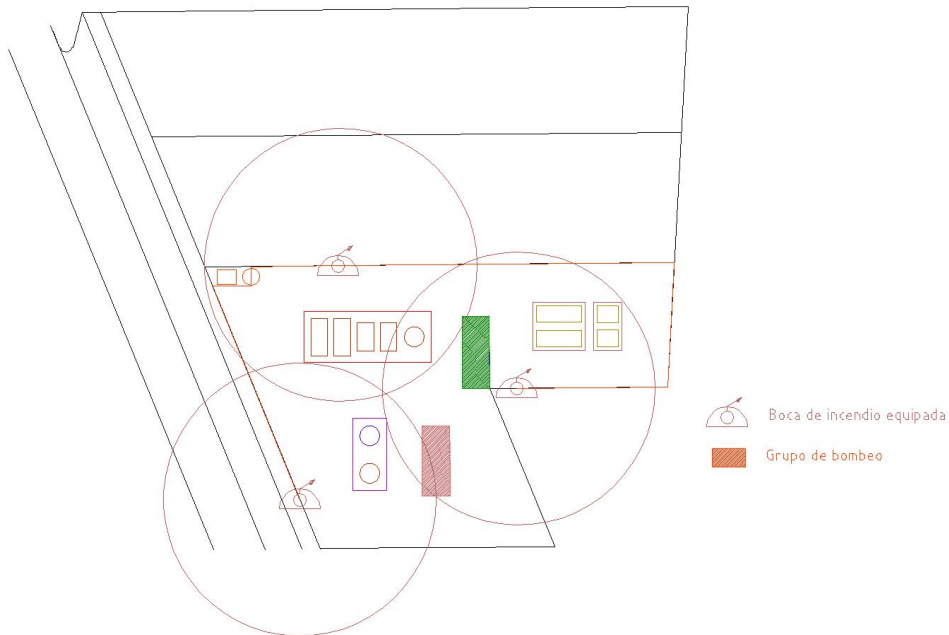


Figura 27: ubicación del grupo de bombeo

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

A continuación, se procederá al cálculo de la red de tuberías de agua. El diseño de las canalizaciones consta de un primer conducto, que conecta dos de las BIEs, y otro conducto que conecta con la BIE restante, como se aprecia en la siguiente figura:

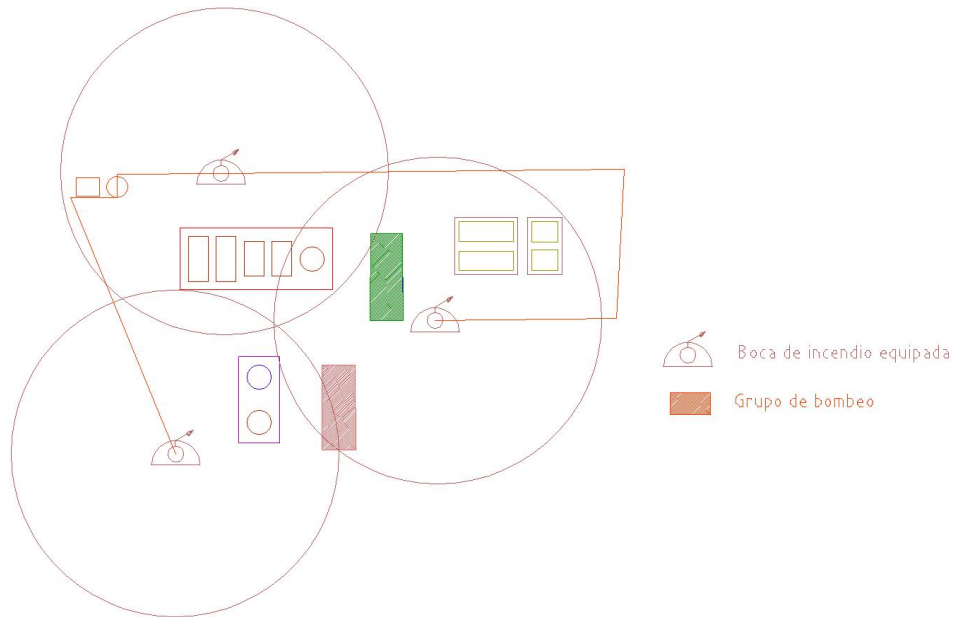


Figura 28: Canalizaciones BIEs

Se selecciona la clase de BIE de 45 mm, al no tener sala de almacenamiento, el diámetro equivalente de la boquilla es de 13 mm (Real decreto 2267/2004).

Se parte de la premisa de que debe garantizar el funcionamiento durante un periodo de 60 minutos, durante el cual las dos BIEs más desfavorables soportarán una presión dinámica mínima de 2 bar en el orificio de salida de cualquier BIE. Será de vital importancia para cumplir con estas condiciones un correcto dimensionamiento de las canalizaciones y del grupo de bombeo. El procedimiento es el siguiente:

En primer lugar debe determinarse cuáles son las dos BIEs más desfavorables. Puesto que las tres se encuentran a 1,5 m sobre el pavimento de la parcela, la diferencia de cotas entre ellas será nula, por lo que no influirá en la selección de la más desfavorable.

El criterio a seguir será por tanto el de la distancia que recorrerá el fluido (cuanto más larga la conducción, más pérdidas por fricción). Se asume por lo tanto que las dos BIEs más desfavorables son la A y la B, y los puntos relevantes de la conducción se numerarán de la siguiente forma:

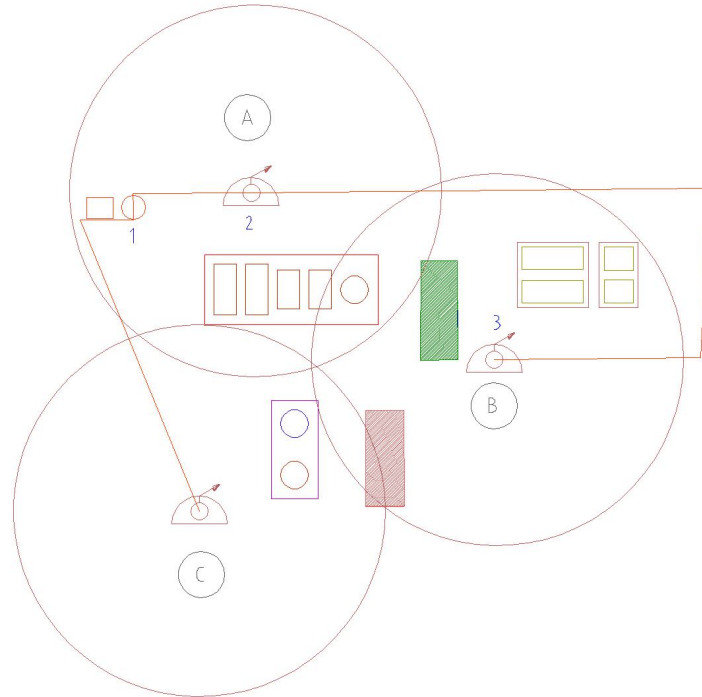


Figura 29: etiquetas instalación hidráulica

Aplicando la ecuación de Bernoulli:

$$\frac{P_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + h_b = \frac{P_3}{\gamma} + z_3 + \frac{v_3^2}{2g} + h_p$$

Ecuación 9: bernoulli

donde:

- P_i = presión en el punto i
- γ =peso específico del fluido
- z_i = cota en el punto i
- v_i =velocidad en el punto i
- h_b = altura que proporciona la bomba
- h_p = pérdidas

Se puede suponer que las cotas de ambos puntos tienen el mismo valor, que la velocidad es la misma en ambos puntos y que la presión en el punto 1 es la atmosférica, por lo que la ecuación se simplifica a la siguiente:

$$h_b = \frac{P_3}{\gamma} + h_p$$

Ecuación 10: simplificación de Bernoulli

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

Para conocer la altura que debe proporcionar la bomba, se debe hallar previamente las pérdidas que se producirán en la instalación, h_p . Para hallarlas, se empleará la ecuación de Hazen-William:

$$h_p = \frac{10,665 * Q^{1,85}}{C_{HW}^{1,852}} * \frac{L}{D^{4,8705}}$$

Ecuación 11: ecuación de Hazen-William

Donde:

- L: Longitud de la tubería.
- D: Diámetro de la tubería
- Q: Caudal que atraviesa la sección estudiada
- C: Coeficiente de Hazen-William que, para tuberías de acero, como las que se emplearán, adopta un valor de 90.

Al tratarse de BIEs de 45 mm, se sabe que cada una necesitará un caudal de 200 l/s. Puesto que la misma conducción conecta dos BIEs, resulta conveniente dividirla en dos tramos:

1. Tramo 1-2: $Q_{1-2} = 400 \frac{l}{s} = 0,006666 m^3/s$

2. Tramo 2-3: $Q_{2-3} = 200 \frac{l}{s} = 0,003333 m^3/s$

Aplicando la ecuación de continuidad:

$$Q = v * S = v * \frac{\pi D^2}{4}$$

considerando que la velocidad del fluido en instalaciones contra incendio debe estar entre 1 y 3 m/s. Se emplea una velocidad de 2,5 m/s, pudiéndose despejar así el diámetro de cada tramo de la conducción:

1. Tramo 1-2: $D_{1-2} = 0,05826 m = 58,26 mm$

2. Tramo 2-3: $D_{2-3} = 0,0412 m = 41,2 mm$

A continuación se realiza una selección de un modelo comercial, del modelo con el diámetro inmediatamente superior, en este caso del catálogo de Almena. Cabe recordar que el diámetro del que se habla es siempre el interior. Se seleccionan:

1. Tramo 1-2: $D_{1-2com} = 0,0725 m = 72,5 mm$

2. Tramo 2-3: $D_{2-3com} = 0,0451 m = 45,1 mm$

Por último, debe conocerse la longitud de cada tramo. Se puede obtener realizando la medición del plano que muestra la figura 27:

1. Tramo 1-2: $L_{1-2} = 12,887 m$

2. Tramo 2-3: $L_{2-3} = 89,666 m$

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

En este punto ya se puede aplicar la ecuación 10, para cada tramo de la tubería:

1. Tramo 1-2:

$$h_{p1-2} = \frac{10,665 * 0,006666^{1,85}}{90^{1,852}} * \frac{12,887}{0,0725^{4,8705}} = 1,1059 \text{ mca}$$

2. Tramo 2-3:

$$h_{p2-3} = \frac{10,665 * 0,003333^{1,85}}{90^{1,852}} * \frac{89,666}{0,0451^{4,8705}} = 21,54 \text{ mca}$$

Por último deben considerarse las pérdidas del fluido al atravesar los codos. Existe un codo en el tramo 1-2 y tres codos más en el tramo 2-3. Las variaciones del ángulo entre estos codos son muy pequeñas, por lo que se considerarán todos los codos de 90°. La ecuación para hallar estas pérdidas es:

$$h_c = K * \frac{v^{1,85}}{2g}$$

Ecuación 12: pérdidas hidráulicas en accesorios

donde el valor de K será aproximadamente 0,57. Se obtiene mediante el siguiente cuadro, extraído del libro "Cameron hydraulic data", por C.C. Heald:

| Accesorios | | L/D | Diámetro nominal | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|-----------|------------------|------|------|-------|-------|------|---------|------|------|------|-------|-------|
| | | | 1/2 | 3/4 | 1 | 1 1/4 | 1 1/2 | 2 | 2 1/2-3 | 4 | 6 | 8-10 | 12-16 | 18-24 |
| | | | Valores de K | | | | | | | | | | | |
| Válv.de compuerta(abierta) | 8 | 0.22 | 0.2 | 0.18 | 0.18 | 0.15 | 0.15 | 0.14 | 0.14 | 0.12 | 0.11 | 0.1 | 0.1 | |
| Válv.de globo(abierta) | 340 | 9.2 | 8.5 | 7.8 | 7.5 | 7.1 | 6.5 | 6.1 | 5.8 | 5.1 | 4.8 | 4.4 | 4.1 | |
| Válv.de retención horizontal(check) | 100 | 2.7 | 2.5 | 2.3 | 2.2 | 2.1 | 1.9 | 1.8 | 1.7 | 1.5 | 1.4 | 1.3 | 1.2 | |
| Válv.de retención horizontal oscilatoria(check) | 50 | 1.4 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1.1 | 1.0 | 0.9 | 0.9 | 0.75 | 0.7 | 0.65 | 0.6 | |
| Válv.de pie de disco(de huso)con colador | 420 | 11.3 | 10.5 | 9.7 | 9.3 | 8.8 | 8.0 | 7.6 | 7.1 | 6.3 | 5.9 | 5.5 | 5.0 | |
| Válv.de pie de disco con bisagra | 75 | 2 | 1.9 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.4 | 1.4 | 1.3 | 1.1 | 1.1 | 1.0 | 0.9 | |
| Codos estándar | 90° | 30 | 0.81 | 0.75 | 0.69 | 0.66 | 0.63 | 0.57 | 0.54 | 0.51 | 0.45 | 0.42 | 0.39 | 0.36 |
| | 45° | 16 | 0.43 | 0.4 | 0.37 | 0.35 | 0.34 | 0.3 | 0.29 | 0.27 | 0.24 | 0.22 | 0.21 | 0.19 |
| | 90° radio largo | 16 | 0.43 | 0.4 | 0.37 | 0.35 | 0.34 | 0.3 | 0.29 | 0.27 | 0.24 | 0.22 | 0.21 | 0.19 |
| | 180° | 50 | 1.35 | 1.25 | 1.15 | 1.10 | 1.05 | 0.95 | 0.9 | 0.85 | 0.75 | 0.7 | 0.65 | 0.6 |
| Curvas de 90° | 20 | 0.54 | 0.5 | 0.46 | 0.44 | 0.42 | 0.38 | 0.36 | 0.34 | 0.3 | 0.28 | 0.26 | 0.24 | |
| T en línea (con derivación en la línea principal y lateral cerrada) | 20 | 0.54 | 0.5 | 0.46 | 0.44 | 0.42 | 0.38 | 0.36 | 0.34 | 0.3 | 0.28 | 0.26 | 0.24 | |
| T en línea (con circulación por derivación) | 60 | 1.62 | 1.5 | 1.38 | 1.32 | 1.26 | 1.14 | 1.08 | 1.02 | 0.9 | 0.84 | 0.78 | 0.72 | |

Tabla 18: coeficientes K para distintos accesorios

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

Por lo tanto:

$$h_c = 0,57 * \frac{2,5^{1,85}}{2 * 9,81} = 0,158 \text{ mca cada codo. Como hay 4: } h_c = 4 * 0,158 = 0,632 \text{ mca}$$

Adicionalmente, como se estimará una presión de trabajo de 3 bar, equiparable a 30,6 mca.

Por lo tanto, la altura que debe proporcionar la bomba es:

$$h_b = 30,6 + 1,1059 + 21,54 + 0,632 = 53,88 \text{ mca}$$

La selección del equipo de bombeo se realiza del catálogo de ebara, y se escoge el modelo AF 3M 40-200/11, que puede dar 55 mca a $24 \text{ m}^3/\text{h}$ de caudal.

Por último se debe dimensionar el depósito de agua que permitirá abastecer el sistema de las dos BIEs más desfavorables durante una hora consecutiva.

$$200 \text{ l/m} * 2 \text{ BIEs} * 60 \text{ min} = 24000 \text{ l} = 24 \text{ m}^3$$

Se instalará por tanto un depósito de 25 m^3 de la marca AguaDep.

10.9 Instalación protección contra el rayo

Los sistemas de protección contra el rayo se encargan de garantizar la seguridad de la instalación en caso de tormenta eléctrica. Constan de un sistema externo, uno interno, y una red de tierra. Las características de todos estos sistemas se encuentran detalladas en el anejo B del DB seguridad de utilización y accesibilidad.

Sin embargo antes de escoger las características del sistema de protección, se debe conocer la exigencia que requiere la instalación. Esta información se encuentra en la sección 8 del mismo documento, titulada Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo. El área que se busca proteger en el presente trabajo es la siguiente:

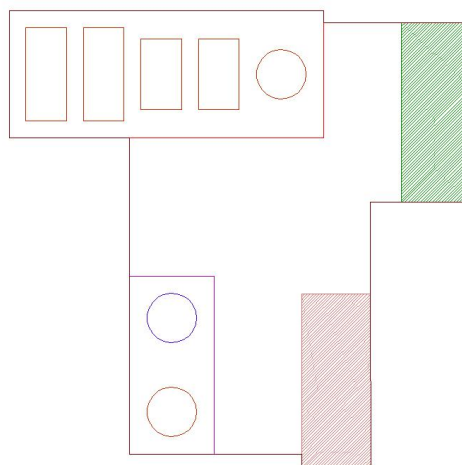


Figura 30: área a proteger del rayo

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

Según este documento, la eficacia requerida para una instalación tiene la siguiente fórmula:

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e}$$

Ecuación 13: eficacia requerida

donde N_a es el riesgo admisible y N_e la frecuencia esperada de impactos. A continuación se calculan estos parámetros para esta instalación en concreto:

- N_e : Depende de la densidad de impactos sobre el terreno, la superficie de captura equivalente del edificio aislado y un coeficiente relacionado con el entorno del edificio.

$$N_e = N_g * A_e * C_1 * 10^{-6}$$

Ecuación 14: frecuencia esperada de impactos

- N_g se puede averiguar en el mapa de densidad de impactos sobre el terreno

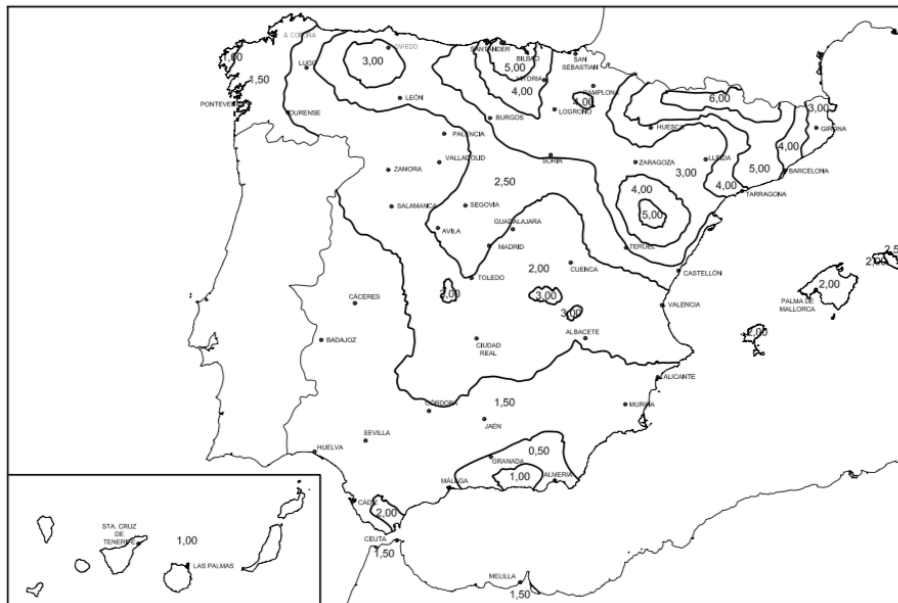


Figura 31: mapa de densidad de impactos

donde se puede apreciar que para la zona de Aldaia $N_g = 2$.

- A_e se delimita por una línea a una distancia $3H$ de cada uno de los puntos del perímetro, siendo H la altura en ese punto. Se puede apreciar A_e en la siguiente figura:

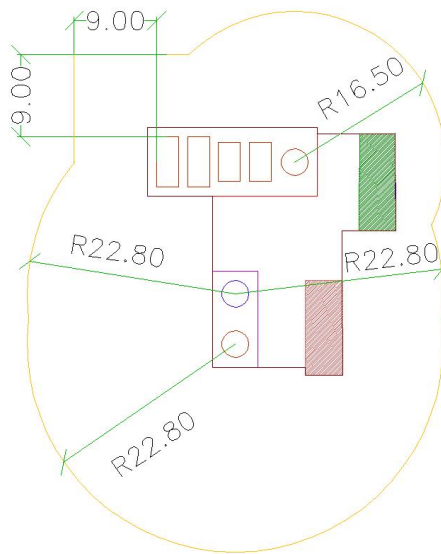


Figura 32: Ae

Su valor por tanto será de $A_e = 2203,02m^2$

- C_1 : Por último, al estar rodeado de edificios más bajos, podemos considerar que el coeficiente C_1 para la nave es $C_1 = 0,75$.

De manera que $N_e = 2 * 0,75 * 2203,02 * 10^{-6} = 0,003305$

- Cálculo de N_a : Depende del tipo de construcción, del contenido del edificio, del uso del edificio y de la necesidad de continuidad de las actividades que se desarrollan en su interior. La fórmula es

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 * C_3 * C_4 * C_5} * 10^{-3}$$

El valor de estos coeficientes se puede encontrar en las tablas 1.2, 1.3, 1.4 y 1.5 de la sección 8 del DB SUA:

| | Cubierta metálica | Cubierta de hormigón | Cubierta de madera |
|------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|
| Estructura metálica | 0,5 | 1 | 2 |
| Estructura de hormigón | 1 | 1 | 2,5 |
| Estructura de madera | 2 | 2,5 | 3 |

Tabla 19: coeficiente C_2

siendo: $C_2 = 1$ considerando que la estructura es de hormigón y la cubierta, pese a no serlo, se tomará como si fuera metálica.

Tabla 1.3 Coeficiente C₃

| | |
|-----------------------------------|---|
| Edificio con contenido inflamable | 3 |
| Otros contenidos | 1 |

Tabla 20: coeficiente C3

$C_3 = 3$ debido a que en el interior del edificio se trabaja con líquidos inflamables.

Tabla 1.4 Coeficiente C₄

| | |
|--|-----|
| Edificios no ocupados normalmente | 0,5 |
| Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente | 3 |
| Resto de edificios | 1 |

Tabla 21: coeficiente C4

$C_4 = 1$ porque no se puede incluir en ninguna de las categorías de la tabla, sólo en “resto de edificios”.

Tabla 1.5 Coeficiente C₅

| | |
|--|---|
| Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave | 5 |
| Resto de edificios | 1 |

Tabla 22: coeficiente C5

$C_5 = 1$, ya que se incluye en la categoría de “resto de edificios”.

De esta manera, $N_a = \frac{5,5}{3} * 10^{-3} = 0,0018333$

Finalmente,

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e} = 1 - \frac{0,0018333}{0,003305} = 0,4452$$

Este valor de E, situado en el rango $0 \leq E \leq 0,80$, según la tabla 2.1 del mismo documento:

Tabla 2.1 Componentes de la instalación

| Eficiencia requerida | Nivel de protección |
|----------------------------------|----------------------------|
| $E \geq 0,98$ | 1 |
| $0,95 \leq E < 0,98$ | 2 |
| $0,80 \leq E < 0,95$ | 3 |
| $0 \leq E < 0,80$ ⁽¹⁾ | 4 |

⁽¹⁾ Dentro de estos límites de eficiencia requerida, la instalación de protección contra el rayo no es obligatoria.

Tabla 23: nivel de protección en función de la eficiencia requerida

Una vez conocido el nivel de protección ya puede determinarse el ángulo de protección. Este dependerá del nivel anterior y de la altura a la que llegue el pararrayos. En el presente trabajo se ha utilizado la siguiente gráfica, extraída de la web de www.electrilocada.com, basada en las normas IEC 62305 y la NTC 4552-2.

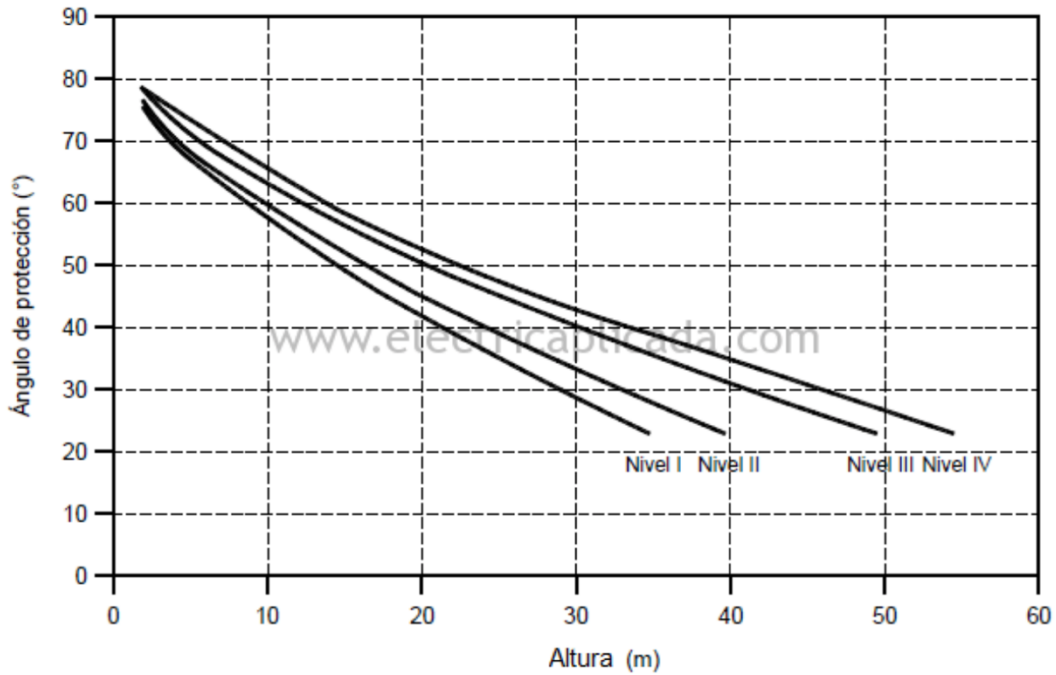


Figura 33: ángulo de protección en función de la altura

Finalmente se opta por la colocación de un único pararrayos, de puntas de Franklin y de 0,5 m de longitud, montado sobre un mástil de 5 m de altura.

La altura total del pararrayos es de 5,5 m sobre el nivel del pavimento, lo que resulta en un ángulo de protección de aproximadamente 73°. Para estas medidas, el radio de protección vale $R_h = 17,99m$

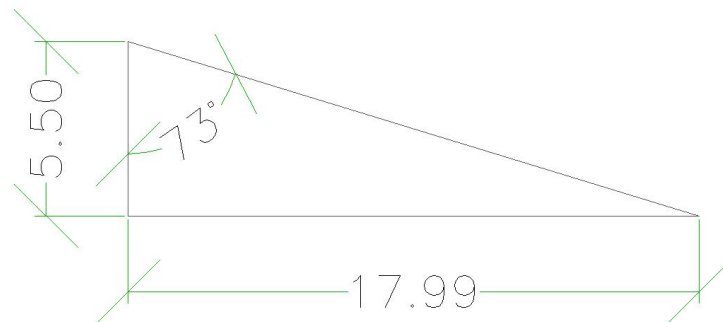


Figura 34: cálculo del radio de protección

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

De esta manera, la instalación queda totalmente protegida mediante un único pararrayos, como se muestra en el siguiente plano:

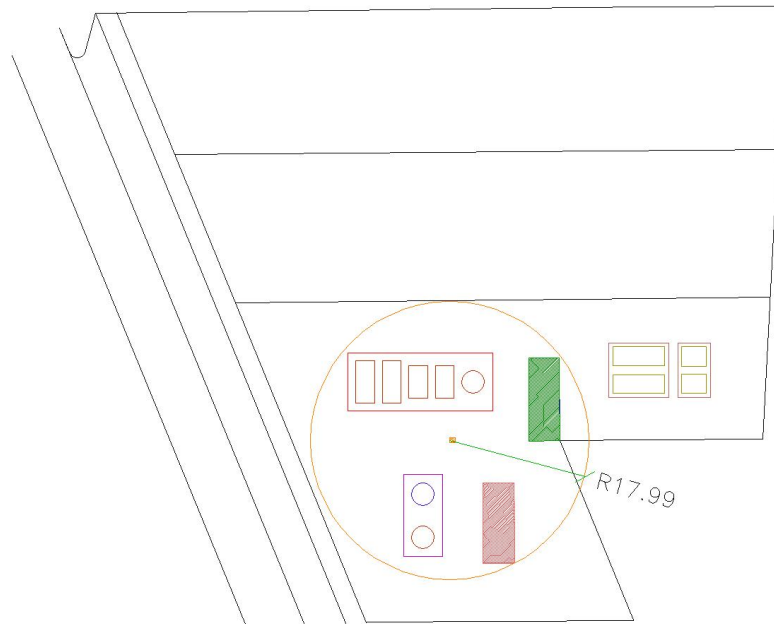


Figura 35: radio de protección en la instalación

11. Instrucciones para el uso, conservación, y seguridad de la instalación

Un uso responsable de la instalación es requisito indispensable para que esta perdure en el tiempo en buenas condiciones garantizando la seguridad de todos sus trabajadores. Algunas de las recomendaciones y normas que hay que seguir en este tipo de instalaciones pueden encontrarse en el capítulo X "Operación, mantenimiento y revisiones periódicas" de la ITC MIE APQ-1.

En el artículo 49 "Medidas de seguridad" se incide especialmente en la formación e información de los trabajadores, mediante escritos de la secuencia de las operaciones a realizar que les servirán de guía en cualquier momento. Además, estos trabajadores deben haber tenido formación sobre propiedades de los productos químicos que se almacenan en la instalación, y la manera correcta de utilizar los elementos e instalaciones de seguridad. También deben conocer los peligros y consecuencias que puede haber en caso de que se produzca una fuga en la instalación de almacenamiento y que medidas adoptar ante el suceso.

En el mismo artículo se insiste en la necesidad de revisión de equipos de protección individual, de protección contra incendios, de duchas y lavaojos y de las alarmas en caso de fugas. Se debe llevar un registro de dichas revisiones.

En el artículo 50 "Operación y mantenimiento" se recomienda que antes de realizar la reparación de algún elemento de la instalación, se aisle el resto de la misma para garantizar que no existe una atmósfera explosiva que pueda provocar una detonación.

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

En el mismo se menciona que previo a que algún trabajador entre en un depósito en cuyo interior haya habido líquidos inflamables o combustibles, este debe haber sido lavado para asegurarse de que existe en su interior una atmósfera respirable y no explosiva.

Debe realizarse la revisión periódica de algunos de los elementos de la instalación:

- Comprobación de conexión eléctrica de las tuberías y el resto de la instalación
- Correcto estado de los cubetos, estabilidad de las cimentaciones, bombas, etc...
- Comprobación de los elementos de la instalación contra incendios como extintores y BIEs (todos sus elementos, ya sea grupo de bombeo, canalizaciones, depósito)

Las revisiones pueden ser realizadas por un organismo de control o por un revisor propio.

12. Presupuesto

A continuación se adjunta el resumen del presupuesto. Los cuadros más detallados podrán encontrarse en el documento "Presupuesto".

| Capítulo | Importe (€) |
|--|------------------|
| 1 Demoliciones | 2.323,45 |
| 2 Movimiento de tierras | 3.727,89 |
| 3 Relleno de tierra y arena | 2.357,50 |
| 4 Ejecución de la boca hombre de depósito | 103,00 |
| 5 Cimentación | 9.202,24 |
| 6 Pavimento | 1.437,90 |
| 7 Albañilería | 3.090,00 |
| 8 Canalización de productos químicos | 931,74 |
| 9 Instalación contra incendios | 3.631,60 |
| 10 Instalación contra el rayo | 177,17 |
| 11 Tanques de almacenamiento | 14.677,50 |
| 12 Control de calidad | 1.287,29 |
| 13 Seguridad y salud | 2.145,49 |
| 14 Gestión de residuos | 429,10 |
| Presupuesto de ejecución material (PEM) | 45.521,87 |
| 13% de gastos generales | 5.917,84 |
| 6% de beneficio industrial | 2.731,31 |
| Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI) | 54.171,02 |
| 21% IVA | 11.375,91 |
| Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA) | 65.546,93 |

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de SESENTA Y CINCO MIL QUINIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS.

13. Conclusiones

Al término del proyecto, se ha diseñado una instalación de almacenamiento de productos químicos en base a los requerimientos del cliente. En ella se almacenarán los productos químicos que se requieren para el proceso productivo de la empresa, en las cantidades y disposiciones deseadas por el promotor.

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

Además, dicha instalación se ve protegida por sistemas de protección contra incendio, diseñados en base a la normativa vigente; así como sistemas de protección contra el rayo, cumpliendo con todas sus respectivas normas de seguridad.

Adicionalmente, se ha proporcionado al cliente de un presupuesto detallado en el cual se explica capítulo por capítulo el coste de cada una de las operaciones en el montaje de la instalación.

Por último, se le proporciona información relevante en cuanto al correcto uso de la instalación para conseguir la durabilidad y seguridad de la planta.

Por todo ello, la instalación diseñada cumple todos los requisitos impuestos por el promotor y las normas de seguridad de incumbencia para esta clase de instalación.

14. Bibliografía

14.1 Normativa consultada

ITC MIE APQ-0 “Definiciones generales”, RD 656/2017

ITC MIE APQ-1 “Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles en recipientes fijos”, RD 656/2017

ITC MIE APQ-6 “Almacenamiento de líquidos corrosivos en recipientes fijos”, RD 656/2017

UNE-EN ISO 28300:2012 “Industrias del petróleo, petroquímicas y del gas natural. Ventilación de los depósitos de almacenamiento a presión atmosférica y a baja presión”

“Documento básico seguridad de utilización y accesibilidad”, RD 173/2010, BOE

“Reglamento de instalaciones de protección contra incendios”, RD 513/2017, BOE

“Disposiciones mínimas en materia de señalización y salud en el trabajo” RD 485/1997, BOE

14.2 Páginas web

ISSUU (Digital publishing platform for magazines, catalogs and more)

https://issuu.com/freddycaro/docs/procesos_basicos_de_tintura

QUIMINET (información y negocios segundo a segundo)

<https://www.quiminet.com/articulos/la-funcion-de-los-agentes-secuestrantes-16304.htm>

MONOGRAFIAS

<http://www.monografias.com/trabajos98/procesos-industriales-lavado-textiles-jeans/procesos-industriales-lavado-textiles-jeans.shtml>

MCT (guía para el diseño y proyecto de depósitos)

<https://www.mct.es/documents/74411/75505/GUIA.pdf/c9c8414a-10df-4bb0-b2d0-0769406de5f0>

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

PRODUCTOSQUIMICOSYMEDIOAMBIENTE

<http://productosquimicosymedioambiente.com/>

ELECTRICAPLICADA (noticias y construcción eléctrica)

<https://www.electricaplicada.com/metodo-del-angulo-de-proteccion-apantallamiento/>

INGENIERIAQUIMICA

<http://www.ingenieriaquimica.org/articulos/peores-desastres-industria-quimica>

EL MUNDO

<http://www.elmundo.es/comunidad-valenciana/2017/02/08/589adc3f468aeb1b0d8b46ae.html>

PRESUPUESTO

ÍNDICE PRESUPUESTO

| | |
|---|----|
| Capítulo 1: demoliciones | 74 |
| Capítulo 2: movimiento de tierras | 75 |
| Capítulo 3: relleno de tierra y arena | 76 |
| Capítulo 4: ejecución de la boca hombre de depósito | 77 |
| Capítulo 5: cimentación | 78 |
| Capítulo 6: Pavimento | 79 |
| Capítulo 7: albañilería | 80 |
| Capítulo 8: canalización de productos químicos | 81 |
| Capítulo 9: instalación contra incendios | 82 |
| Capítulo 10: instalación contra el rayo | 83 |
| Capítulo 11: tanques de almacenamiento | 84 |
| Capítulo 12: control de calidad | 85 |
| Capítulo 13: seguridad y salud | 86 |
| Capítulo 14: gestión de residuos | 87 |
| Capítulo 15: resumen del presupuesto | 88 |

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

Capítulo nº 1 Demoliciones

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | Precio | Importe | |
|-----|-----------|---|----------|---------------|-------|----------------|---------|-------------------|
| 1.1 | M3 | Demolición masiva con medios mecánicos de hormigón armado, en elementos de cimentación, incluso p.p. de compresor. Medido el volumen inicial. | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Pavimento del pozo de enterrados 1 | 1 | 7,650 | 7,000 | 0,150 | 8,033 | |
| | | Pavimento del pozo de enterrados 2 | 1 | 4,180 | 7,000 | 0,150 | 4,389 | |
| | | Cimentación de los muros del cubeto 1 | 1 | 52,200 | 1,000 | 0,150 | 7,830 | |
| | | Cimentación de los muros del cubeto 2 | 1 | 31,060 | 1,000 | 0,150 | 4,659 | |
| | | | | | | | 24,911 | 24,911 |
| | | Total m3 : | | 24,911 | | 93,27 € | | 2.323,45 € |
| | | Parcial nº 1 Demoliciones : | | | | | | 2.323,45 € |

Capítulo 1: demoliciones

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

Capítulo nº 2 Movimiento de tierras

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | Precio | Importe | |
|---|-----------|--|----------|----------------|-------|---------------|-------------------|-------------------|
| 2.1 | M3 | Excavación, en pozos, de tierras de consistencia media realizada con medios mecánicos hasta una profundidad máxima de 4 m, incluso extracción a los bordes y perfilado de fondos y laterales. Medido el volumen en perfil natural. | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Excavación del pozo de enterrados 1 | 1 | 7,650 | 7,000 | 3,350 | 179,393 | |
| | | Excavación del pozo de enterrados 2 | 1 | 3,450 | 4,180 | 7,000 | 100,947 | |
| | | Excavación cimiento cubeto 1 | 1 | 52,200 | 1,000 | 0,700 | 36,540 | |
| | | Excavación cimiento cubeto 2 | 1 | 31,060 | 1,000 | 0,700 | 21,742 | |
| | | | | | | | 338,622 | 338,622 |
| | | | | | | | 338,622 | 338,622 |
| | | Total m3 : | | 338,622 | | 6,94 € | | 2.350,04 € |
| 2.2 | M3 | Transporte de tierras, realizado en camión basculante a una distancia máxima de 5 km, incluso carga con medios mecánicos. Medido en perfil esponjado. | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | | | Parcial | Subtotal |
| | | Transporte de tierras calculado como el resultado de multiplicar el total de la tierra excavada por un coeficiente de esponjamiento de 1,3 [A*B] | 1,3 | 338,622 | | | 440,209 | |
| | | | | | | | 440,209 | 440,209 |
| | | | | | | | 440,209 | 440,209 |
| | | Total m3 : | | 440,209 | | 3,13 € | | 1.377,85 € |
| Parcial nº 2 Movimiento de tierras : | | | | | | | 3.727,89 € | |

Capítulo 2: movimiento de tierras

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

Capítulo nº 3 Relleno de tierra y arena

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | Precio | Importe | | |
|---|-----------|--|----------|----------------|-------------|----------------|-------------------|----------|
| 3.1 | M3 | ARENA FINA | | | | | | |
| | | | Uds. | Volúmen | Ancho | Parcial | Subtotal | |
| | | Arena para relleno del pozo 1, calculada como el producto del volúmen requerido por un factor de compactación de 1.05 [A*B] | 1,05 | 125,211 | | 131,472 | | |
| | | Arena para relleno del pozo 2, calculada como el producto del volúmen requerido por un factor de compactación de 1.05 [A*B] | 1,05 | 72,170 | | 75,779 | | |
| | | | | | | <u>207,251</u> | 207,251 | |
| | | | | | | <u>207,251</u> | 207,251 | |
| | | Total m3 : | | 207,251 | | 8,64 € | 1.790,65 € | |
| 3.2 | M3 | TIERRA PARA RELLENO | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Tierra para relleno del pozo 1, medido como el producto del volúmen a rellenar por el coeficiente de compactación de 1.05 [A*B*C*D] | 1,05 | 7,650 | 7,000 | 0,450 | 25,302 | |
| | | Tierra para relleno del pozo 2, medido como el producto del volúmen a rellenar por el coeficiente de compactación de 1.05 [A*B*C*D] | 1,05 | 4,180 | 7,000 | 0,450 | 13,825 | |
| | | | | | | | <u>39,127</u> | 39,127 |
| | | | | | | | <u>39,127</u> | 39,127 |
| | | Total m3 : | | 39,127 | | 9,27 € | 362,71 € | |
| 3.3 | M3 | Relleno con tierras realizado con medios mecánicos, en tongadas de 20 cm comprendiendo: extendido, regado y compactado al 95% proctor normal. Medido el volumen en perfil compactado. | | | | | | |
| | | | Largo | Ancho | Profundidad | Volúmen de ... | Parcial | Subtotal |
| | | Relleno de arenas del pozo 1 [(A*B*C)-D] | 7,65 | 7,000 | 2,900 | 30,084 | 125,211 | |
| | | Relleno de arenas del pozo 2 [(A*B*C)-D] | 7 | 4,180 | 3,000 | 15,610 | 72,170 | |
| | | | | | | | <u>197,381</u> | 197,381 |
| | | | | | | | <u>197,381</u> | 197,381 |
| | | Total m3 : | | 197,381 | | 0,87 € | 171,72 € | |
| 3.4 | M3 | Relleno con tierras realizado con medios mecánicos, en tongadas de 20 cm comprendiendo: extendido, regado y compactado al 95% proctor normal. Medido el volumen en perfil compactado. | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Relleno con tierra del pozo 1 [A*B*C*D] | 1 | 7,650 | 7,000 | 0,450 | 24,098 | |
| | | Relleno con tierra del pozo 2 [A*B*C*D] | 1 | 4,180 | 7,000 | 0,450 | 13,167 | |
| | | | | | | | <u>37,265</u> | 37,265 |
| | | | | | | | <u>37,265</u> | 37,265 |
| | | Total m3 : | | 37,265 | | 0,87 € | 32,42 € | |
| Parcial nº 3 Relleno de tierra y arena : | | | | | | | 2.357,50 € | |

Capítulo 3: relleno de tierra y arena

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

Capítulo nº 4 Ejecución de la boca hombre de depósito

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe |
|-----|----|-----------------------------------|------------------|--------------|---|
| 4.1 | U | Boca hombre de depósito enterrado | | | |
| | | | Total u : | 4,000 | 25,75 € |
| | | | | | 103,00 € |
| | | | | | Parcial nº 4 Ejecución de la boca hombre de depósito : |
| | | | | | 103,00 € |

Capítulo 4: ejecución de la boca hombre de depósito

Capítulo nº 5 Cimentación

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | Precio | Importe | |
|-----------------------------------|-----------|--|----------|---------------|-------|----------------|-------------------|-------------------|
| 5.1 | M3 | Hormigón en masa HM-20/P/40/I, consistencia plástica y tamaño máximo del árido 40 mm, en cimientos, suministrado y puesto en obra, incluso p.p. de vibrado; según instrucción EHE y CTE. Medido el volumen teórico ejecutado. | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Hormigón de limpieza para cimentación del cubeto 1 [A*B*C*D] | 1 | 52,200 | 1,000 | 0,100 | 5,220 | |
| | | Hormigón de limpieza para cimentación del cubeto 2 [A*B*C*D] | 1 | 31,060 | 1,000 | 0,100 | 3,106 | |
| | | | | | | | 8,326 | 8,326 |
| | | | | | | | 8,326 | 8,326 |
| | | Total m3 : | | 8,326 | | 69,26 € | | 576,66 € |
| 5.2 | M3 | Hormigón para armar HA-25/B/20/IIa, consistencia blanda y tamaño máximo del árido 20 mm, en muros de contención, suministrado y puesto en obra, incluso p.p. de limpieza de fondos, vibrado y curado; según instrucción EHE y CTE. Medido el volumen ejecutado. | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Hormigón armado para muros de contención del cubeto 1, incrementando la altura del mismo 0.2 m por la presencia de la sillería en el interior del cubeto [A*B*C*D] | 1 | 52,200 | 0,300 | 0,460 | 7,204 | |
| | | Hormigón armado para muros de contención del cubeto 2, incrementando la altura del mismo 0.2 m por la presencia de la sillería en el interior del cubeto [A*B*C*D] | 1 | 31,060 | 0,300 | 0,769 | 7,166 | |
| | | | | | | | 14,370 | 14,370 |
| | | | | | | | 14,370 | 14,370 |
| | | Total m3 : | | 14,370 | | 79,58 € | | 1.143,56 € |
| 5.3 | M3 | Hormigón para armar HA-30/P/40/IIa, consistencia plástica y tamaño máximo del árido 40 mm, en zapatas y encepados, suministrado y puesto en obra, incluso p.p. de limpieza de fondos, vibrado y curado; según instrucción EHE y CTE. Medido el volumen teórico ejecutado. | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Hormigón armado para la cimentación de los muros del cubeto 1 [A*B*C*D] | 1 | 52,200 | 1,000 | 0,600 | 31,320 | |
| | | Hormigón armado para la cimentación de los muros del cubeto 2 [A*B*C*D] | 1 | 31,060 | 1,000 | 0,600 | 18,636 | |
| | | | | | | | 49,956 | 49,956 |
| | | | | | | | 49,956 | 49,956 |
| | | Total m3 : | | 49,956 | | 74,17 € | | 3.705,24 € |
| 5.4 | M3 | Hormigón para armar HA-30/P/40/IIa, consistencia plástica y tamaño máximo del árido 40 mm, en losas de cimentación, suministrado y puesto en obra, incluso p.p. de limpieza de fondos, vibrado y curado; según instrucción EHE y CTE. Medido el volumen teórico ejecutado. | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Losas de hormigón para el cubeto 1 [A*B*C*D] | 1 | 18,600 | 7,500 | 0,200 | 27,900 | |
| | | Losas de hormigón para el cubeto 2 [A*B*C*D] | 1 | 10,530 | 5,000 | 0,200 | 10,530 | |
| | | Losas de hormigón de 0,15 de espesor para pozo 1 [A*B*C*D] | 1 | 7,650 | 7,000 | 0,150 | 8,033 | |
| | | Losas de hormigón de 0,15 de espesor para pozo 1 [A*B*C*D] | 1 | 4,180 | 7,000 | 0,150 | 4,389 | |
| | | | | | | | 50,852 | 50,852 |
| | | | | | | | 50,852 | 50,852 |
| | | Total m3 : | | 50,852 | | 74,27 € | | 3.776,78 € |
| Parcial nº 5 Cimentación : | | | | | | | 9.202,24 € | |

Capítulo 5: cimentación

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

Capítulo nº 7 Albañilería

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | Precio | Importe |
|-----|----|--|----------|--------------|-------|-------------------|--|
| 7.1 | | Ejecución del cargadero incluidos de material, maquinaria y mano de obra necesarias. | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
| | | Cargadero 1 | 1 | | | | 1,000 |
| | | Cargadero 2 | 1 | | | | 1,000 |
| | | | | | | | 2,000 |
| | | | | | | | 2,000 |
| | | Total : | | 2,000 | | 1.545,00 € | 3.090,00 € |
| | | | | | | | Parcial nº 7 Albañilería : 3.090,00 € |

Capítulo 7: albañilería

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

Capítulo nº 8 Canalización de productos químicos

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | Precio | Importe |
|--|----------|--|----------|----------------|-------|------|-----------------------------|-----------------|
| 8.1 | M | CANALIZACIÓN DIÁMETRO EXTERIOR 33.7 MM ES PESOR 3.2 MM ACERO AL CARBONO ALMES A | | | | | | |
| | | | Longitud | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Canalización para productos C [A] | 115,98 | | | | 115,980 | |
| | | Canalización para productos B [A] | 51,599 | | | | 51,599 | |
| | | | | | | | <u>167,579</u> | 167,579 |
| | | | | | | | 167,579 | 167,579 |
| | | Total m : | | 167,579 | | | 5,56 € | 931,74 € |
| Parcial nº 8 Canalización de productos químicos : | | | | | | | <u> </u> | 931,74 € |

Capítulo 8: canalización de productos químicos

Capítulo nº 9 Instalación contra incendios

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe | | |
|--|----|--|------------------|---------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| 9.1 | U | Extintor móvil, de polvo ABC, con 12kg. de capacidad eficacia 43-a,233-b, formado por recipiente de chapa de acero electrosoldada, con presión incorporada, válvula de descarga, de asiento con palanca para interrupción; manómetro, herrajes de cuelgue, placa de timbre, incluso pequeño material, montaje y ayudas de albañilería; instalado según CTE. Medida la cantidad ejecutada. | | | | | |
| | | | Uds. | Area | Espesor | Parcial | Subtotal |
| | | | 3 | | | 3,000 | |
| | | | | | | 3,000 | 3,000 |
| | | | | | | 3,000 | 3,000 |
| | | | Total u : | 3,000 | 65,53 € | | 196,59 € |
| 9.2 | U | Boca de incendio equipada, empotrada, formada por armario metálico, pintado, con puerta de vidrio y marco de acero cromado, conteniendo: devanadera; manguera, de 15 m. y 45 mm. de diámetro, de tejido flexible para una presión de 15kg/cm2., con dos racores UNE 23-400 de igual diámetro y de aleación de aluminio, válvula de globo de 40 mm. (1 1/2") de latón y lanza de aluminio de tres efectos, chorro, pulverización y paro; ambas con racores iguales que manguera; manómetro de 0 a 15 kg/cm2., soporte de lanza, rotulo en puerta, incluso montaje, conexión y ayudas de albañilería; instalado según CTE y RIPCI. Medida la cantidad ejecutada. | | | | | |
| | | | Uds. | | | Parcial | Subtotal |
| | A | | 3 | | | 3,000 | |
| | | | | | | 3,000 | 3,000 |
| | | | | | | 3,000 | 3,000 |
| | | | Total u : | 3,000 | 515,36 € | | 1.546,08 € |
| 9.3 | U | Modelo AF 3M 40-200/11 de ebara | | | | | |
| | | | Total u : | 1,000 | 412,00 € | | 412,00 € |
| 9.4 | M | CANALIZACIÓN DIÁMETRO EXTERIOR 76.1 MM ES PES OR 3.6 MM ACERO AL CARBONO ALMESA | | | | | |
| | | | Total m : | 12,887 | 5,95 € | | 76,68 € |
| 9.5 | M | CANALIZACIÓN DIÁMETRO EXTERIOR 48.3 MM ES PES OR 3.2 MM ACERO AL CARBONO ALMESA | | | | | |
| | | | Total m : | 89,666 | 6,08 € | | 545,17 € |
| 9.6 | U | CODORL 90º A420 WPL6 STD1 | | | | | |
| | | | Total u : | 4,000 | 7,77 € | | 31,08 € |
| 9.7 | U | DEPÓSITO PRFV 24 M3 | | | | | |
| | | | Total u : | 1,000 | 700,40 € | | 700,40 € |
| 9.8 | U | PLACA SEÑALIZACIÓN MEDIOS EXTINTORES | | | | | |
| | | | Total u : | 6,000 | 20,60 € | | 123,60 € |
| Parcial nº 9 Instalación contra incendios : | | | | | | 3.631,60 € | |

Capítulo 9: instalación contra incendios

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

Capítulo nº 10 Instalación contra el rayo

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe |
|-----------|-----------|--|---|---------------|-----------------|
| 10.1 | U | Pararrayos de puntas formado por: cabeza de captación de puntas, pieza de adaptación, mástil en tubo de acero galvanizado de 50 mm de diámetro nominal de paso y 5 m de altura y piezas especiales de fijación superior e inferior en perfiles galvanizados L de 50.5 y T de 30.4, incluso ayudas de albañilería; construido según CT E. Medida la cantidad ejecutada. | | | |
| | | | Total u : | 1,000 | 177,17 € |
| | | | | | 177,17 € |
| | | | Parcial nº 10 Instalación contra el rayo : | | 177,17 € |

Capítulo 10: instalación contra el rayo

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

Capítulo nº 11 Tanques de almacenamiento

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe | | | |
|--|----|---|--------------|-------------------|-------------------|------|--------------------|-------------------|
| 11.1 | U | Depósito vertical aéreo de 35 m3 para almacenamiento de productos químicos | | | | | | |
| | | | Uds. | Parcial | Subtotal | | | |
| | | Depósito para almacenamiento de permanganato potásico [A] | 1 | 1,000 | | | | |
| | | | | 1,000 | 1,000 | | | |
| | | | | 1,000 | 1,000 | | | |
| | | Total u : | 1,000 | 1.596,50 € | 1.596,50 € | | | |
| 11.2 | U | Depósito horizontal superficial de 15 m3 para almacenamiento de productos químicos | | | | | | |
| | | | Uds. | Parcial | Subtotal | | | |
| | | Depósito para almacenar hipoclorito de sodio [A] | 1 | 1,000 | | | | |
| | | Depósito para almacenar hidróxido de sodio [A] | 1 | 1,000 | | | | |
| | | | | 2,000 | 2,000 | | | |
| | | | | 2,000 | 2,000 | | | |
| | | Total u : | 2,000 | 618,00 € | 1.236,00 € | | | |
| 11.3 | U | Depósito horizontal superficial de 20 m3 para almacenamiento de productos químicos | | | | | | |
| | | | Uds. | Parcial | Subtotal | | | |
| | | Depósito para almacenar hipoclorito de sodio [A] | 1 | 1,000 | | | | |
| | | Depósito para almacenar hidróxido de sodio [A] | 1 | 1,000 | | | | |
| | | | | 2,000 | 2,000 | | | |
| | | | | 2,000 | 2,000 | | | |
| | | Total u : | 2,000 | 772,50 € | 1.545,00 € | | | |
| 11.4 | U | Depósito vertical aéreo de 50 m3 para almacenamiento de productos químicos | | | | | | |
| | | | Uds. | Parcial | Subtotal | | | |
| | | Depósito para almacenar acetato de etilo [A] | 1 | 1,000 | | | | |
| | | Depósito para almacenar ácido fórmico [A] | 1 | 1,000 | | | | |
| | | | | 2,000 | 2,000 | | | |
| | | | | 2,000 | 2,000 | | | |
| | | Total u : | 2,000 | 1.854,00 € | 3.708,00 € | | | |
| 11.5 | U | Depósito horizontal enterrado de 25 m3 | | | | | | |
| | | | Uds. | Parcial | Subtotal | | | |
| | | Depósito para almacenar ácido acético [A] | 2 | 2,000 | | | | |
| | | | | 2,000 | 2,000 | | | |
| | | | | 2,000 | 2,000 | | | |
| | | Total u : | 2,000 | 1.236,00 € | 2.472,00 € | | | |
| 11.6 | U | Depósito horizontal enterrado de 31.25 m3 para almacenamiento de productos químicos | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Depósito para almacenar ácido cítrico | 2 | | | | 2,000 | |
| | | | | | | | 2,000 | 2,000 |
| | | | | | | | 2,000 | 2,000 |
| | | Total u : | 2,000 | | | | 2.060,00 € | 4.120,00 € |
| Parcial nº 11 Tanques de almacenamiento : | | | | | | | 14.677,50 € | |

Capítulo 11: tanques de almacenamiento

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

Capítulo nº 12 Control de calidad

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | Precio | | Importe | |
|------|----|---|----------|------------------|------------------|---------------|-----------|-------------------|
| 12.1 | U | Actividad que garantice el mantenimiento del estándar de calidad. | | | | | | |
| | | | % | Total | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| A*B | | | 0,03 | 41.659,990 | | | 1.249,800 | |
| | | | | | | | 1.249,800 | 1.249,800 |
| | | | | | | | 1.249,800 | 1.249,800 |
| | | | | Total u : | 1.249,800 | 1,03 € | | 1.287,29 € |
| | | | | | | | | 1.287,29 € |

Capítulo 12: control de calidad

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

Capítulo nº 13 Seguridad y salud

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | Precio | Importe | | |
|------|----|--|----------|------------------|------------------|---------------|-----------|--|
| 13.1 | U | Medios que garantizan la seguridad y salud de los trabajadores durante su estancia en la instalación | | | | | | |
| | | | % | Total | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| A*B | | | 0,05 | 41.659,990 | | | 2.083,000 | |
| | | | | | | | 2.083,000 | 2.083,000 |
| | | | | | | | 2.083,000 | 2.083,000 |
| | | | | Total u : | 2.083,000 | 1,03 € | | 2.145,49 € |
| | | | | | | | | Parcial nº 13 Seguridad y salud : |
| | | | | | | | | 2.145,49 € |

Capítulo 13: seguridad y salud

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

Capítulo nº 14 Gestión de residuos

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | Precio | Importe | |
|--|----------|---|------------------|----------------|---------------|---------|-----------------|
| 14.1 | U | Medios destinados al tratamiento de los residuos generados en la actividad. | | | | | |
| | | % | Total | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| A*B | | 0,01 | 41.659,990 | | | 416,600 | |
| | | | | | | 416,600 | 416,600 |
| | | | | | | 416,600 | 416,600 |
| | | | Total u : | 416,600 | 1,03 € | | 429,10 € |
| Parcial nº 14 Gestión de residuos : | | | | | | | 429,10 € |

Capítulo 14: gestión de residuos

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

| Capítulo | Importe (€) |
|--|------------------|
| 1 Demoliciones | 2.323,45 |
| 2 Movimiento de tierras | 3.727,89 |
| 3 Relleno de tierra y arena | 2.357,50 |
| 4 Ejecución de la boca hombre de depósito | 103,00 |
| 5 Cimentación | 9.202,24 |
| 6 Pavimento | 1.437,90 |
| 7 Albañilería | 3.090,00 |
| 8 Canalización de productos químicos | 931,74 |
| 9 Instalación contra incendios | 3.631,60 |
| 10 Instalación contra el rayo | 177,17 |
| 11 Tanques de almacenamiento | 14.677,50 |
| 12 Control de calidad | 1.287,29 |
| 13 Seguridad y salud | 2.145,49 |
| 14 Gestión de residuos | 429,10 |
| Presupuesto de ejecución material (PEM) | 45.521,87 |
| 13% de gastos generales | 5.917,84 |
| 6% de beneficio industrial | 2.731,31 |
| Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI) | 54.171,02 |
| 21% IVA | 11.375,91 |
| Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA) | 65.546,93 |

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de SESENTA Y CINCO MIL QUINIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS.

Capítulo 15: resumen del presupuesto

PLANOS

ÍNDICE PLANOS

| | |
|--|----|
| Plano 1: situación de la parcela en el polígono industrial | 91 |
| Plano 2: detalle de las parcelas I, J, N, K..... | 92 |
| Plano 3: detalle de la nave | 93 |
| Plano 4: alzados de la nave | 94 |
| Plano 5: vista en planta alternativa 1 | 95 |
| Plano 6: vista en planta alternativa 2 | 96 |
| Plano 7: distribución en planta definitiva..... | 97 |
| Plano 8: instalación de protección contra incendios..... | 98 |
| Plano 9: instalación de protección contra el rayo | 99 |

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



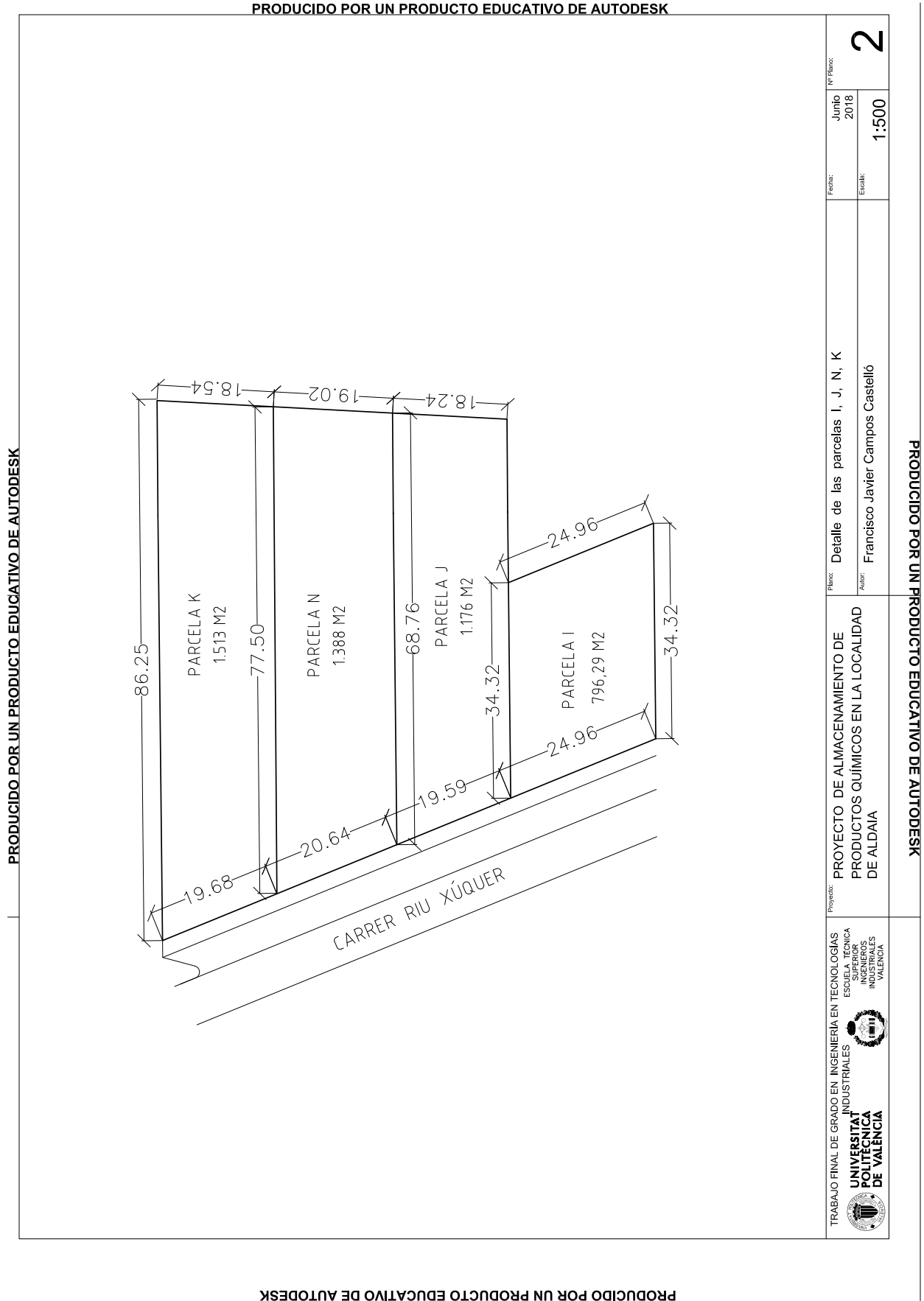
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

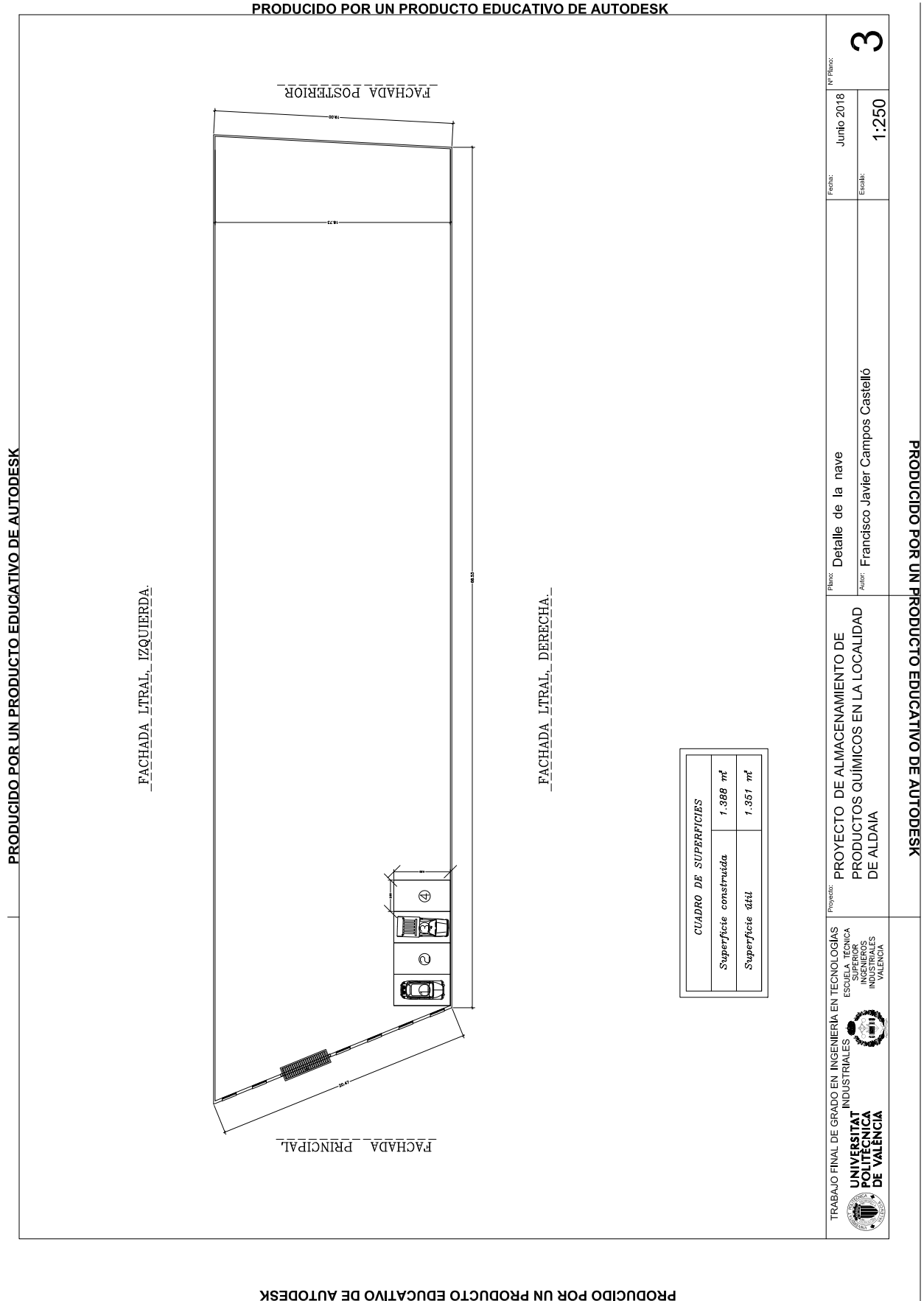
| | | | |
|---|--|--------------------------|--------------------|
| Proyecto: PROYECTO DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS EN LA LOCALIDAD DE ALDAIA | Tema: Situación de la parcela en el polígono industrial | Fecha: Junio 2018 | Nº Plano: 1 |
| | Autor: Francisco Javier Campos Castelló | Escala: 1:2000 | |

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

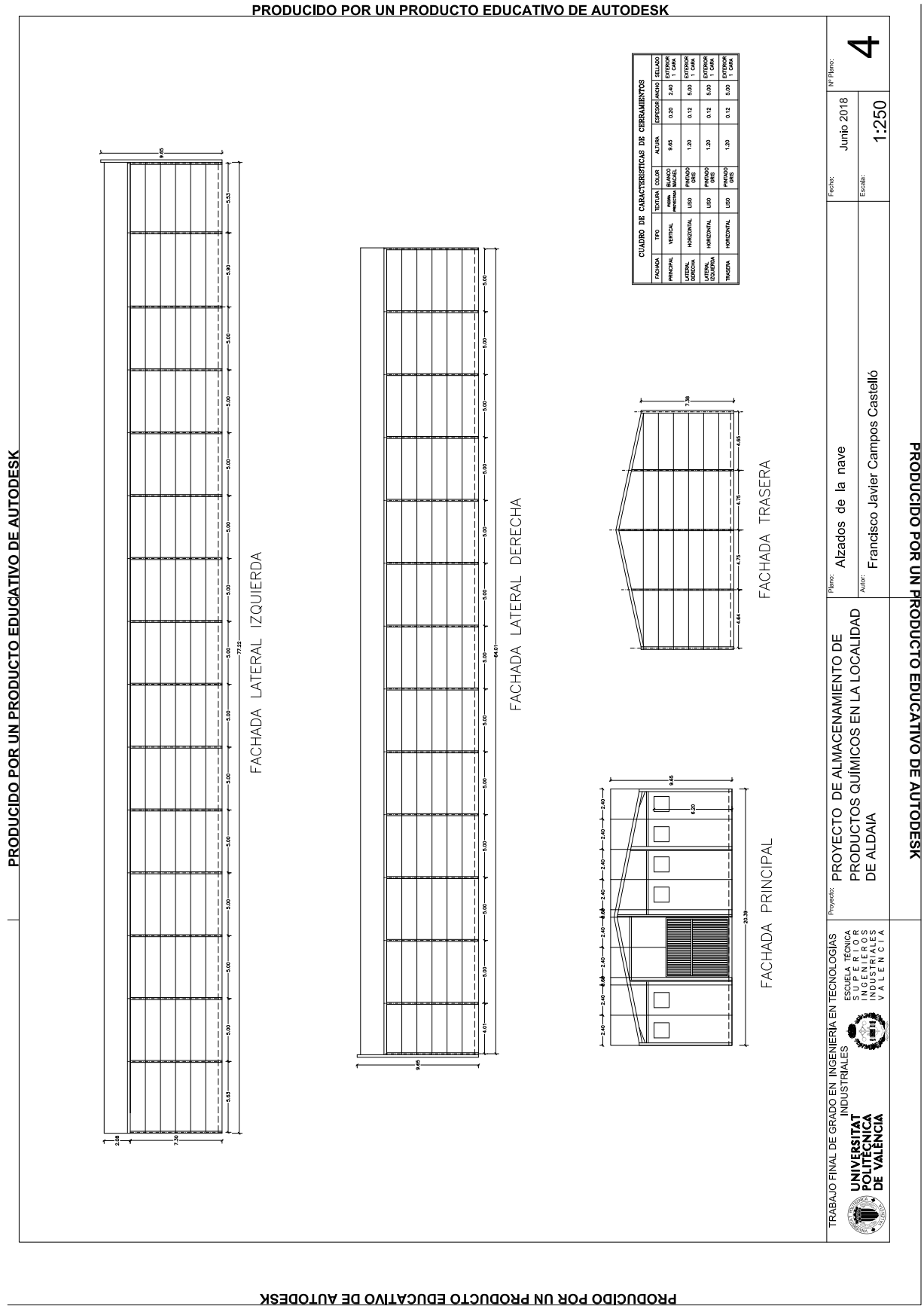
Plano 1: situación de la parcela en el polígono industrial



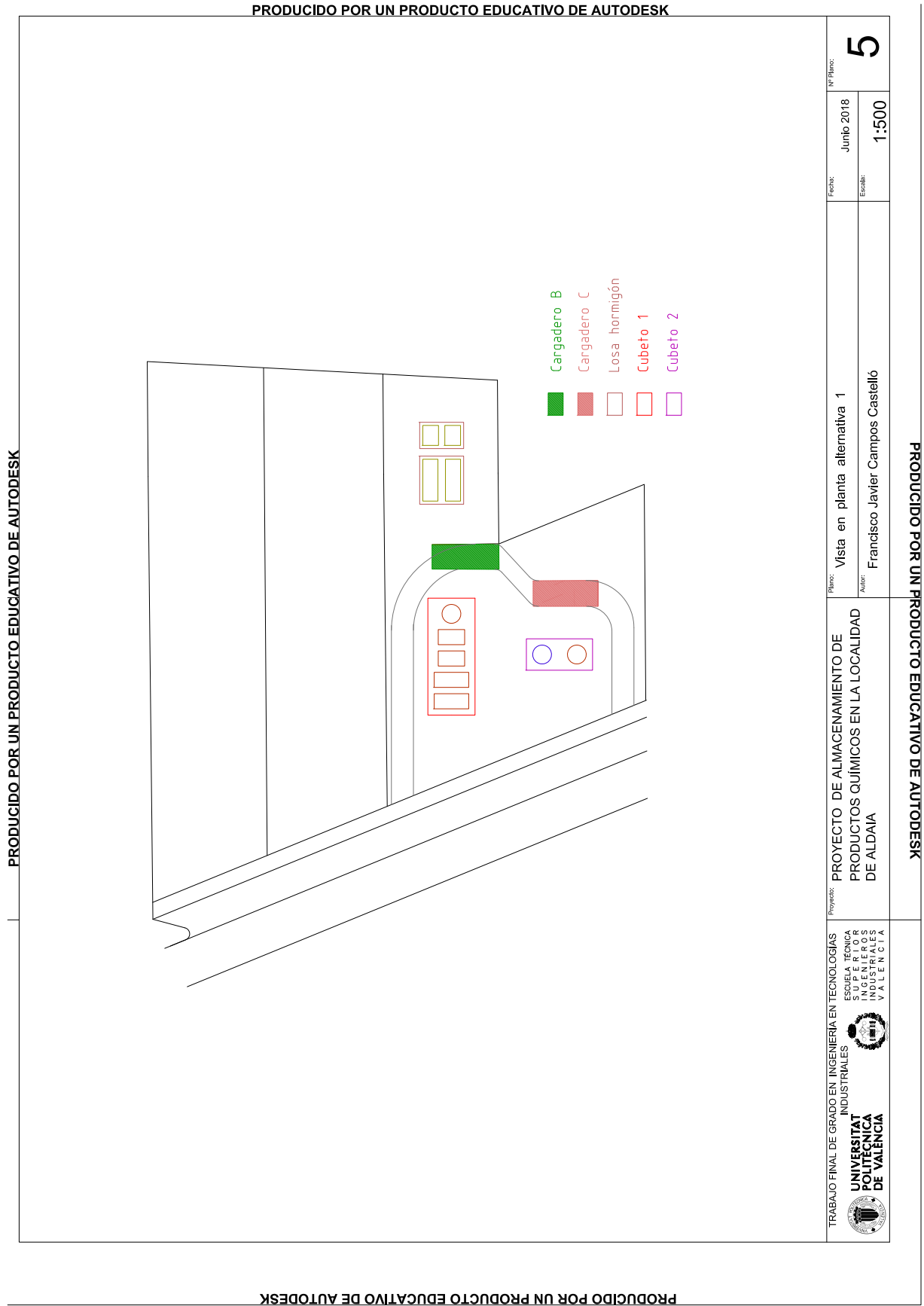
Plano 2: detalle de las parcelas I, J, N, K



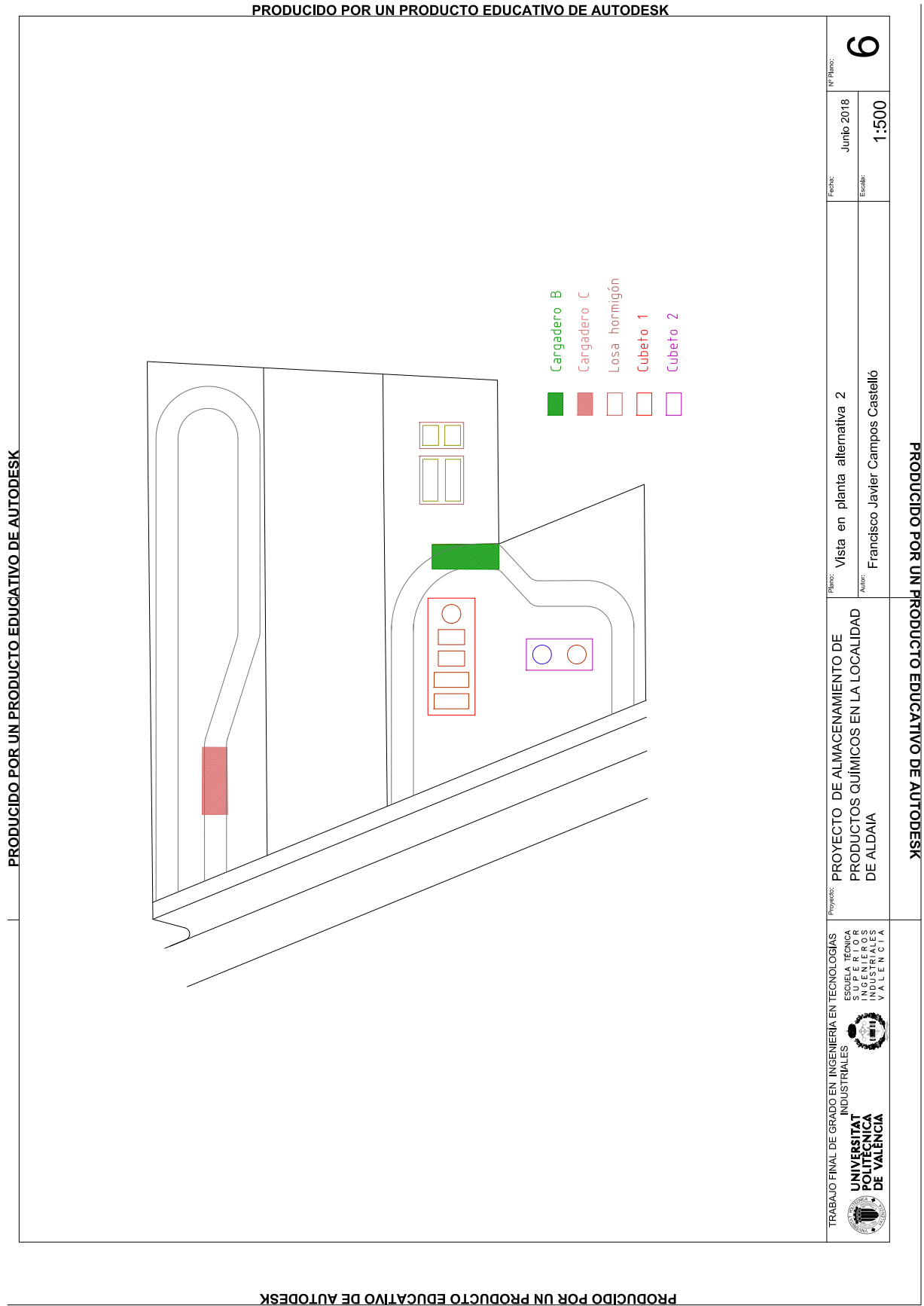
Plano 3: detalle de la nave



Plano 4: alzados de la nave

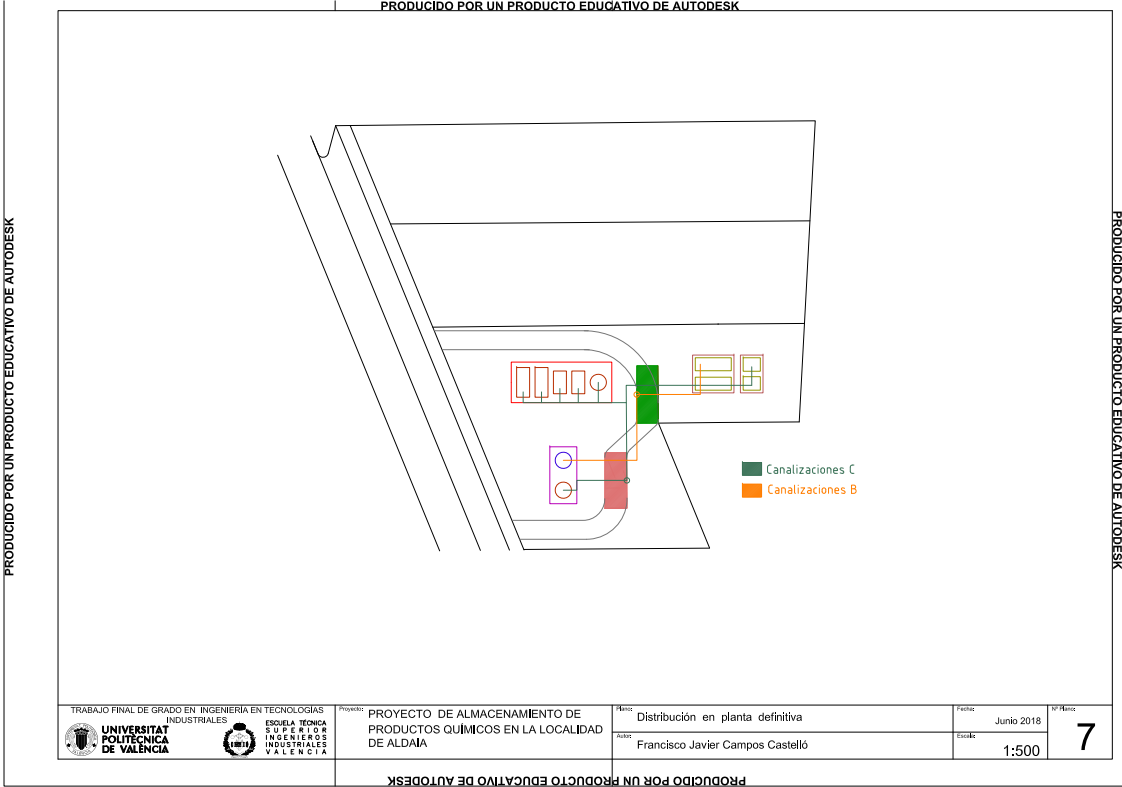


Plano 5: vista en planta alternativa 1



Plano 6: vista en planta alternativa 2

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)



Plano 7: distribución en planta definitiva

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

Plano 8: instalación de protección contra incendios

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

Plano 9: instalación de protección contra el rayo

Anexos

ÍNDICE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| Anexo 1: catálogo BioTanks depósitos verticales aéreos | 102 |
| Anexo 2: catálogo Miraplas depósitos horizontales superficiales..... | 103 |
| Anexo 3: catálogo Miraplas depósitos horizontales enterrados..... | 104 |
| Anexo 4: catálogo Ebara grupo de bombeo | 105 |
| Anexo 5: catálogo AguaDep depósitos de agua | 106 |
| Anexo 6: catálogo Almesa canalizaciones de acero | 107 |

Depósito Vertical Aéreo

| Código | Vol. (l.) | Med. (mm.) | | Brida PRFV |
|------------|-----------|------------|--------|------------|
| | | Ø | Altura | |
| DVA-10100 | 1.000 | 1000 | 1300 | DN 50 |
| DVA-20120 | 2.000 | 1200 | 1750 | DN 50 |
| DVA-30120 | 3.000 | 1200 | 2600 | DN 50 |
| DVA-30140 | 3.000 | 1400 | 2000 | DN 50 |
| DVA-40140 | 4.000 | 1400 | 2600 | DN 50 |
| DVA-40160 | 4.000 | 1800 | 1600 | DN 50 |
| DVA-50180 | 5.000 | 1800 | 2000 | DN 65 |
| DVA-50200 | 5.000 | 2000 | 1600 | DN 65 |
| DVA-60200 | 6.000 | 2000 | 1900 | DN 65 |
| DVA-60240 | 6.000 | 2400 | 1350 | DN 65 |
| DVA-70200 | 7.000 | 2000 | 2200 | DN 65 |
| DVA-70240 | 7.000 | 2400 | 1550 | DN 65 |
| DVA-80200 | 8.000 | 2000 | 2550 | DN 65 |
| DVA-80240 | 8.000 | 2400 | 1750 | DN 65 |
| DVA-90240 | 9.000 | 2400 | 2000 | DN 65 |
| DVA-90280 | 9.000 | 2800 | 1450 | DN 65 |
| DVA-100240 | 10.000 | 2400 | 2200 | DN 65 |
| DVA-100280 | 10.000 | 2800 | 1650 | DN 65 |
| DVA-120240 | 12.000 | 2400 | 2600 | DN 65 |
| DVA-120280 | 12.000 | 2800 | 1900 | DN 65 |
| DVA-150240 | 15.000 | 2400 | 3300 | DN 65 |
| DVA-150280 | 15.000 | 2800 | 2450 | DN 65 |
| DVA-180240 | 18.000 | 2400 | 4000 | DN 65 |
| DVA-180280 | 18.000 | 2800 | 2950 | DN 65 |
| DVA-200240 | 20.000 | 2400 | 4400 | DN 80 |
| DVA-200280 | 20.000 | 2800 | 3250 | DN 80 |
| DVA-220280 | 22.000 | 2800 | 3600 | DN 80 |
| DVA-220300 | 22.000 | 3000 | 3000 | DN 80 |
| DVA-250280 | 25.000 | 2800 | 4200 | DN 80 |
| DVA-250300 | 25.000 | 3000 | 3600 | DN 80 |
| DVA-300280 | 30.000 | 2800 | 4900 | DN 80 |
| DVA-300300 | 30.000 | 3000 | 4300 | DN 80 |
| DVA-350300 | 35.000 | 3000 | 5000 | DN 80 |
| DVA-400300 | 40.000 | 3000 | 5800 | DN 80 |
| DVA-450300 | 45.000 | 3000 | 6400 | DN 80 |
| DVA-500300 | 50.000 | 3000 | 7100 | DN 80 |

"Nuevas referencias"
* Consultar para depósitos de mayor capacidad.



Depósitos fabricados en Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV) para instalación en superficie.

Aplicaciones:

- Almacenamiento de **Agua Potable**.
- Almacenamiento de vino o productos alimenticios.
- Almacenamiento de abonos líquidos y productos químicos. (Consultar)

Características:

- Alta resistencia química y mecánica.
- Alta resistencia a la corrosión y a la intemperie. Larga durabilidad.
- No necesitan mantenimiento.
- Ligeros y fáciles de transportar.
- Posibilidad de fabricación a medida.

Accesorios incluidos:

- 1 Boca de hombre superior DN450.
- 1 Brida de aspiración PRFV.
- Rebosadero, refuerzo para flotador y franja de nivel.
- Pintura Top Coat color gris con tratamiento anti-UV.

Accesorios opcionales:

- Boca hermética lateral.
- Flotador con boya PE
- Boyas de nivel
- Visor de nivel exterior



DEPÓSITO HORIZONTAL

DEPÓSITO HORIZONTAL PARA TRANSPORTE CUBA - (CB)

FUNCION

Almacenamiento y transporte de líquidos y sólidos, formato horizontal con base plana, especial para transportar.

CARACTERÍSTICAS

- Marca Miraplas | Modelo CB | Instalación horizontal en superficie.
 - Equipo fabricado en PRFV. Base plana reforzada.
- Fabricado mediante "Filament Winding".**
- Tapas bombeadas.
 - Rompeolas interiores en PRFV.
 - Tapa de registro superior de polietileno Ø454mm.
 - Salida en brida de PRFV. Diámetro a concretar:

- Respiradero.
- Opcional: bridas adicionales, acabado exterior top coat.



| REFERENCIA | VOLUMEN (L) | DIÁMETRO (m) | H (m) | A (m) | L (m) |
|------------|-------------|--------------|-------|-------|-------|
| CB003012 | 3.000 | 1,2 | 1,06 | 0,84 | 2,91 |
| CB005015 | 5.000 | 1,5 | 1,36 | 1,02 | 3,07 |
| CB008020 | 8.000 | 2 | 1,7 | 1,43 | 2,81 |
| CB010020 | 10.000 | 2 | 1,7 | 1,43 | 3,51 |
| CB012024 | 12.000 | 2,4 | 2,02 | 1,75 | 2,26 |
| CB015024 | 15.000 | 2,4 | 2,02 | 1,75 | 3,69 |
| CB020024 | 20.000 | 2,4 | 2,02 | 1,75 | 4,93 |

* Para otras medidas o formatos consúltenos.



| REFERENCIA | VOLUMEN (L) | MEASURAS (m) |
|------------|-------------|--------------|
| HT003012 | 3.000 | 1,20 X 3,13 |
| HT005015 | 5.000 | 1,50 X 3,44 |
| HT008015 | 8.000 | 1,50 X 5,14 |
| HZ008020 | 8.000 | 2,00 X 3,41 |
| HZ010015 | 10.000 | 1,50 X 6,27 |
| HZ010020 | 10.000 | 2,00 X 4,04 |
| HZ012015 | 12.000 | 1,50 X 7,41 |
| HZ012024 | 12.000 | 2,40 X 3,65 |
| HZ015015 | 15.000 | 1,50 X 9,10 |
| HZ015024 | 15.000 | 2,40 X 4,20 |
| HZ020024 | 20.000 | 2,40 X 5,50 |
| HZ035024 | 35.000 | 2,40 X 6,65 |
| HZ050028 | 50.000 | 2,80 X 5,02 |

Altura libre al suelo con apoyos: 20 cm

* Para otras medidas o formatos consúltenos.

DEPÓSITO HORIZONTAL

DEPÓSITO HORIZONTAL CON APOYOS SUPERFICIE - (HT)

FUNCION

Almacenamiento de líquidos y sólidos, formato horizontal para superficie.

CARACTERÍSTICAS

- Marca Miraplas | Modelo HT | Instalación horizontal en superficie.
 - Equipo fabricado en PRFV. Incluidos los apoyos o patas.
- Fabricado mediante "Filament Winding".**
- Tapas bombeadas.
 - Tapa de registro superior en polietileno Ø454mm.
 - Salida en brida de PRFV. Diámetro a concretar.
 - Opcional: boca hermética, bridas adicionales, acabado exterior top coat.





| REFERENCIA | VOLUMEN (m ³) | MEDIDAS (m) | Ø x L |
|------------|---------------------------|--------------|-------|
| HZ030012 | 3.000 | 1,20 x 3,13 | |
| HZ050015 | 5.000 | 1,50 x 3,44 | |
| HZ080015 | 8.000 | 1,50 x 5,14 | |
| HZ080020 | 10.000 | 2,00 x 3,41 | |
| HZ010015 | 10.000 | 1,50 x 6,27 | |
| HZ010020 | 20.000 | 2,00 x 4,04 | |
| HZ012015 | 12.000 | 1,50 x 7,41 | |
| HZ012024 | 15.000 | 2,40 x 3,65 | |
| HZ015015 | 15.000 | 1,50 x 9,10 | |
| HZ015024 | 20.000 | 2,40 x 4,20 | |
| HZ020024 | 25.000 | 2,40 x 5,50 | |
| HZ035024 | 30.000 | 2,40 x 6,65 | |
| HZ030024 | 30.000 | 2,40 x 7,80 | |
| HZ035024 | 35.000 | 2,40 x 8,95 | |
| HZ040024 | 40.000 | 2,40 x 10,11 | |
| HZ050028 | 50.000 | 2,80 x 9,02 | |
| HZ050030 | 50.000 | 3,00 x 8,23 | |

* Para otras medidas o formatos consultar.

DEPÓSITO HORIZONTAL

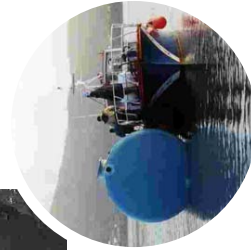
DEPÓSITO HORIZONTAL PARA ENTERRAR

FUNCIÓN

Almacenamiento de líquidos y sólidos, enterrado o semienterrado.

CARACTERÍSTICAS

- Marca Miraplas | Modelo HZ | Instalación horizontal enterrada.
- Equipo fabricado en PRFV.
- **Fabricado mediante "Filament Winding"**.
- Equipo reforzado para su instalación bajo tierra.
- Fondos bombeados.
- Tapa de registro superior de polietileno Ø454mm.
- PRFV Ø500mm. sobre cuello de PRFV.
- Manguito de aspiración y entrada en PVC.
- Opcional: bridas y/o bocas adicionales.



Anexo 3: catálogo Miraplas depósitos horizontales enterrados



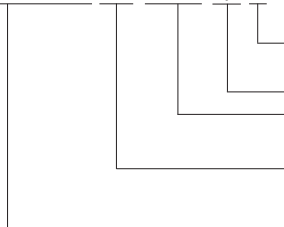
www.ebara.es

TABLA DE SELECCIÓN

| | | CAUDAL TOTAL (m³/h) | | | | | | | | | |
|--|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|
| | | 12(*) | 24 | 36 | 48 | 60 | 72 | 84 | 100 | 120 | 150 |
| ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL (m.c.l.) | 40 | AF 3M 32-200/4 | AF 3M 40-200/5,5 | AF 3M 50-200/9,2 | AF 3M 50-200/9,2 | AF ENR 65-200/15 | AF ENR 65-200/15 | AF ENR 65-200/18,5 | AF ENR 80-200/18,5 | AF ENR 80-200/22 | AF ENR 100-200/30 |
| | 45 | AF 3M 32-200/4 | AF 3M 40-200/7,5 | AF 3M 50-200/9,2 | AF 3M 50-200/9,2 | AF ENR 65-200/15 | AF ENR 65-200/18,5 | AF ENR 65-200/18,5 | AF ENR 80-200/22 | AF ENR 80-200/30 | AF ENR 100-200/37 |
| | 50 | AF 3M 32-200/5,5 | AF 3M 40-200/7,5 | AF 3M 50-200/11 | AF 3M 50-200/11 | AF ENR 65-200/18,5 | AF ENR 65-200/22 | AF ENR 65-200/22 | AF ENR 80-200/30 | AF ENR 80-200/30 | AF ENR 100-200/37 |
| | 55 | AF 3M 32-200/5,5 | AF 3M 40-200/11 | AF 3M 50-200/11 | AF 3M 50-200/11 | AF ENR 65-200/22 | AF ENR 65-200/22 | AF ENR 65-200/30 | AF ENR 80-200/30 | AF ENR 80-200/37 | AF ENR 80-200/37 |
| | 60 | AF 3M 32-200/5,5 | AF 3M 40-200/11 | AF 3M 50-200/15 | AF 3M 50-200/15 | AF ENR 65-200/30 | AF ENR 65-200/30 | AF ENR 65-250/30 | AF ENR 80-200/37 | AF ENR 80-200/37 | AF ENR 100-250/45 |
| | 65 | AF 3M 32-200/5,5 | AF 3M 40-200/11 | AF 3M 50-200/15 | AF 3M 50-200/15 | AF ENR 65-250/30 | AF ENR 65-250/30 | AF ENR 65-250/30 | AF ENR 80-250/37 | AF ENR 80-250/45 | AF ENR 100-250/55 |
| | 70 | AF ENR 32-250/11 | AF ENR 40-250/15 | AF ENR 50-250/18,5 | AF ENR 50-250/22 | AF ENR 65-250/30 | AF ENR 65-250/30 | AF ENR 65-250/37 | AF ENR 80-250/45 | AF ENR 80-250/45 | AF ENR 100-250/55 |
| | 75 | AF ENR 32-250/15 | AF ENR 40-250/15 | AF ENR 50-250/22 | AF ENR 50-250/22 | AF ENR 65-250/37 | AF ENR 65-250/37 | AF ENR 65-250/37 | AF ENR 80-250/45 | AF ENR 80-250/45 | AF ENR 100-250/75 |
| | 80 | AF ENR 32-250/15 | AF ENR 40-250/15 | AF ENR 50-250/22 | AF ENR 50-250/30 | AF ENR 65-250/37 | AF ENR 65-250/37 | AF ENR 65-250/37 | AF ENR 65-250/45 | AF ENR 80-250/55 | AF ENR 100-250/75 |
| | 85 | AF ENR 32-250/15 | AF ENR 40-250/18,5 | AF ENR 50-250/30 | AF ENR 50-250/30 | AF ENR 65-250/45 | AF ENR 65-250/45 | AF ENR 65-250/45 | AF ENR 65-250/45 | AF ENR 80-250/55 | AF ENR 100-250/75 |
| | 90 | AF ENR 40-250/18,5 | AF ENR 40-315/22 | AF ENR 50-315/37 | AF ENR 50-315/37 | AF ENR 65-315/45 | AF ENR 65-315/45 | AF ENR 65-250/45 | AF ENR 80-250/55 | AF ENR 80-315/75 | AF ENR 80-315/75 |
| | 95 | AF ENR 40-315/18,5 | AF ENR 40-315/22 | AF ENR 50-315/37 | AF ENR 50-315/37 | AF ENR 65-315/45 | AF ENR 65-315/45 | AF ENR 65-315/45 | AF ENR 80-315/75 | AF ENR 80-315/75 | AF ENR 80-315/75 |
| 100 | AF ENR 40-315/22 | AF ENR 40-315/30 | AF ENR 50-315/37 | AF ENR 50-315/37 | AF ENR 65-315/45 | AF ENR 65-315/55 | AF ENR 65-315/55 | AF ENR 65-315/55 | AF ENR 80-315/75 | AF ENR 80-315/90 | |

PRESTACIONES SUPERIORES BAJO CONSULTA

EBARA AQUAFIRE AFU-ENR 32-200/7,5 EJ



Composición del grupo:
 EJ: Eléctrica + Jockey
 DJ: Diesel + Jockey
 EDJ: Eléctrica + Diesel + Jockey
 EEJ: Eléctrica + Eléctrica + Jockey
 KW
 Tamaño de bomba
 Serie bomba principal:
 ENR ENI
 3M MD
 3P
 MATRIX
 Norma:
 AFU: UNE 23-500-90

(*) Ver también Grupos UNE 23-500-2012 Anexo C (Pags. 47 a 58).

Composición de Grupos ver págs. 13 a 17.

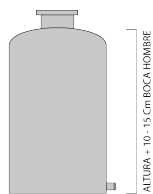
Dimensiones ver págs. 18 a 21.

Modelo bomba Jockey ver págs. 14 a 16.



DEPOSITOS VERTICALES CON BASE PLANA

| LITROS | DIAMETRO | LONGITUD |
|------------|----------|----------|
| 1000 Lt. | 1150 mm | 1250 mm |
| 2000 Lt. | 1680 mm | 1400 mm |
| 3000 Lt. | 1800 mm | 1700 mm |
| 4000 Lt. | 1700 mm | 2000 mm |
| 5000 Lt. | 1700 mm | 2500 mm |
| 6000 Lt. | 1700 mm | 3100 mm |
| 6000 Lt. | 2050 mm | 2200 mm |
| 7000 Lt. | 2050 mm | 2500 mm |
| 8000 Lt. | 2050 mm | 2750 mm |
| 9000 Lt. | 2050 mm | 3000 mm |
| 10.000 Lt. | 2050 mm | 3300 mm |
| 12.000 Lt. | 2050 mm | 3850 mm |
| 12.000 Lt. | 2450 mm | 3000 mm |
| 15.000 Lt. | 2450 mm | 3650 mm |
| 20.000 Lt. | 2450 mm | 4850 mm |
| 25.000 Lt. | 2450 mm | 5800 mm |
| 30.000 Lt. | 3000 mm | 4300 mm |
| 35.000 Lt. | 3000 mm | 5400 mm |
| 40.000 Lt. | 3000 mm | 6100 mm |
| 45.000 Lt. | 3000 mm | 6800 mm |
| 50.000 Lt. | 3000 mm | 7500 mm |
| 60.000 Lt. | 3000 mm | 9000 mm |



Poliéster Aguadep Casariche S.L.U., fabrica todo tipo de Depósitos de Poliéster aptos para contener según su aplicación agua, vinos, bebidas, productos químicos, etc...
 Con capacidades que van desde los 100 litros hasta los 100,000 litros.
 También fabricamos **Depósitos a Medida**, díganos cuales son sus necesidades y estudiaremos su elaboración.

Poliéster Aguadep Casariche Carretera Badolatosa, 39 C.P.: 41580 Casariche (Sevilla) Tfno: 651 395 396 / 655 466 011
www.poliester-aguadep.es - info@poliester-aguadep.es

Tubo acero al carbono EN (DIN)

Tubos de acero sin soldadura EN 10255 Series M y H S 195T (DIN 2440/DIN 2441)

Une EN 10255 serie M (DIN 2440) y H (DIN 2441) S 195T

Dimensiones, tolerancia del diámetro y masa por unidad de longitud

| Diámetro exterior especificado | Tamaño de la rosca | Diámetro exterior | | M Serie Media | | | H Serie Pesada | | |
|--------------------------------|--------------------|-------------------|-------|------------------|---|-------------------------------|------------------|---|---------------------|
| | | máx. | mín. | Espesor de pared | Masa por unidad de longitud de tubo negro | | Espesor de pared | Masa por unidad de longitud de tubo negro | |
| D | R | | | T | Extremo liso (kg/m) | Roscado y con manguito (kg/m) | T | Extremo liso (kg/m) | Con manguito (kg/m) |
| (mm) | | (mm) | (mm) | (mm) | | | (mm) | | |
| 10,2 | 1/8 | 10,6 | 9,8 | 2,0 | 0,404 | 0,407 | 2,6 | 0,487 | 0,490 |
| 13,5 | 1/4 | 14,0 | 13,2 | 2,3 | 0,641 | 0,645 | 2,9 | 0,765 | 0,769 |
| 17,2 | 3/8 | 17,5 | 16,7 | 2,3 | 0,839 | 0,845 | 2,9 | 1,02 | 1,03 |
| 21,3 | 1/2 | 21,8 | 21,0 | 2,6 | 1,21 | 1,22 | 3,2 | 1,44 | 1,45 |
| 26,9 | 3/4 | 27,3 | 26,5 | 2,6 | 1,56 | 1,57 | 3,2 | 1,87 | 1,88 |
| 33,7 | 1 | 34,2 | 33,3 | 3,2 | 2,41 | 2,43 | 4,0 | 2,93 | 2,95 |
| 42,4 | 1 1/4 | 42,9 | 42,0 | 3,2 | 3,10 | 3,13 | 4,0 | 3,79 | 3,82 |
| 48,3 | 1 1/2 | 48,8 | 47,9 | 3,2 | 3,56 | 3,60 | 4,0 | 4,37 | 4,41 |
| 60,3 | 2 | 60,8 | 59,7 | 3,6 | 5,03 | 5,10 | 4,5 | 6,19 | 6,26 |
| 76,1 | 2 1/2 | 76,6 | 75,3 | 3,6 | 6,42 | 6,54 | 4,5 | 7,93 | 8,05 |
| 88,9 | 3 | 89,5 | 88,0 | 4,0 | 8,36 | 8,53 | 5,0 | 10,30 | 10,50 |
| 114,3 | 4 | 115,0 | 113,1 | 4,5 | 12,2 | 12,5 | 5,4 | 14,5 | 14,8 |
| 139,7 | 5 | 140,8 | 138,5 | 5,0 | 16,6 | 17,1 | 5,4 | 17,9 | 18,4 |
| 165,1 | 6 | 166,5 | 163,9 | 5,0 | 19,8 | 20,4 | 5,4 | 21,3 | 21,9 |

La tolerancia para el espesor de pared es del $\pm 12,5\%$.

Ensayo de estanqueidad: Se debe realizar un ensayo de estanqueidad en todos los tubos. A discreción del fabricante el ensayo puede realizarse, bien mediante un ensayo hidrostático a una presión mínima de 50 bar durante como mínimo 5 s, o bien mediante un ensayo electromagnético conforme a la EN 10246-1.

Composición química y propiedades mecánicas

| Designación del tipo de acero | | Composición química % | | | | Propiedades mecánicas | | |
|-------------------------------|----------|-----------------------|---------|--------|--------|---|---|------------------------|
| Simbólica | Númerica | C máx. | Mn máx. | P máx. | S máx. | Resistencia dúctil superior R _{eH} mín. (MPa) | Resistencia a la tracción R _m (MPa) | Elongación A mín. % |
| S 195T | 1.0026 | 0,20 | 1,40 | 0,035 | 0,030 | 195 | 320 a 520 | 20 |

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)

Proyecto de almacén de productos químicos de una industria de tratamiento de jeans en la localidad de Aldaia (Valencia)