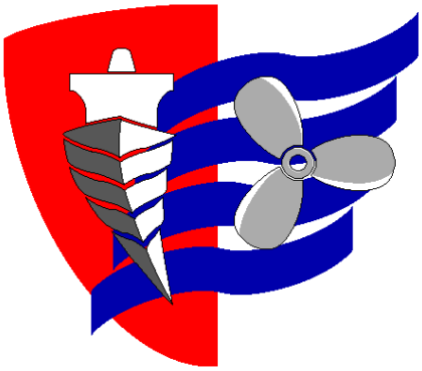
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Grado

DISEÑO DE PLANTA DE DOSIFICACIÓN DE LÍQUIDO ANTICONGELANTE EN UN ASTILLERO PARA EL SUMINISTRO A BUQUES

Design of antifreeze liquid dosing plant in a shipyard for ship supplying

Para acceder al Título de Grado en

INGENIERÍA MARÍTIMA

Autor: Paula Fernández Gómez
Director: Luis Miguel Muñiz González

Marzo - 2021

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Trabajo Fin de Grado

DISEÑO DE PLANTA DE DOSIFICACIÓN DE LÍQUIDO ANTICONGELANTE EN UN ASTILLERO PARA EL SUMINISTRO A BUQUES

Design of antifreeze liquid dosing plant in a shipyard for ship supplying

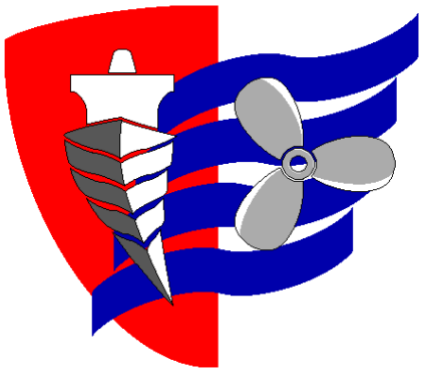
Para acceder al Título de Grado en

INGENIERÍA MARÍTIMA

Marzo – 2021

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 7
1.1. Resumen 7
1.2. Palabras clave 8
1.3. Summary 9
1.4. Keywords 10
2. MEMORIA 13
2.1. Objeto 13
2.1.1. Los objetivos de diseño de la instalación serán los siguientes: 13
2.2. Anticongelante 13
2.2.1. Antecedentes del anticongelante 15
2.2.2. Tipos de líquido anticongelante/ refrigerante: 17
2.2.3. Clasificación por colores de la concentración de anticongelante 19
2.3. Refrigeración de motores marinos mediante líquido anticongelante 19
2.3.1. Necesidad de refrigeración 19
2.3.2. Balance térmico 21
2.3.3. Sistemas de refrigeración de motores de combustión interna 22
2.3.4. Sistemas de refrigeración de motores utilizados en buques 26
2.4. Alcance del proyecto 29
2.5. Descripción de la planta de dosificación de anticongelante según su índice de refracción con el agua 30
2.5.1. Cálculo del índice de refracción 32
2.5.2. Tipos de refractómetro 32
2.5.3. Descripción y aplicaciones del refractómetro digital MOD UR 62 34
2.6. Características generales 36
2.7. Descripción de la planta 38
2.8. Tiempos de operación 40
2.9. Listado de equipos 42
2.9.1. Bombas 42
2.9.2. Válvulas 43
2.9.3. Sensores 44

2.9.4. Tuberías y accesorios 44
2.9.5. Depósitos 45
2.9.6. Ósmosis 45
2.9.7. Ingeniería eléctrica y control 45
2.9.8. Instalación y montaje de tubería 46
2.10. Funcionalidad de la planta 46
2.10.1. Sistema de ósmosis: 46
2.10.2. Sistema de colorantes 47
2.10.3. Sistema de recepción y tratado de PEG (polietilenglicol). 48
2.10.4. Sistema de llenado 51
3. ANEXO I 56
3.1.1. Fichas técnicas de los elementos utilizados en la planta de la dosificación 56
4. CÁLCULOS HIDRAÚLICOS 69
4.1. Diferentes tipos del cálculo de pérdidas: 70
4.2. Realización de los cálculos 71
5. ÍNDICE DE PLANOS 78
5.1. Situación 78
5.2. Esquema de principio 78
5.3. Alzado Instalaciones 78
5.4. Planta Instalaciones 78
5.5. Vista 3D (1) 78
5.6. Vista 3D (2) 78
6. PLIEGO DE CONDICIONES 86
6.1. Pliego de condiciones particulares 86
6.1.1. Condiciones facultativas 86
6.1.2. Condiciones económicas 100
6.1.3. Condiciones de índole legal 116
6.2. Pliego de condiciones técnicas 121
6.2.1. Procedencias, condiciones y preparación de los materiales 121
6.2.2. Normas de seguridad en el trabajo 122
7. PRESUPUESTO 126
8. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD 137
8.1. Memoria 137

8.1.1. Objeto del proyecto 137
8.1.2. Ámbito de aplicación 137
8.1.3. Carácter del estudio 137
8.1.4. Características de la obra 138
8.1.5. Interferencias y servicios afectados 138
8.1.6. Suministro de energía eléctrica y agua potable 139
8.1.7. Análisis de riesgos y su prevención 139
8.1.8. Instalaciones de higiene y vestuarios 157
8.1.9. Vigilancia de la salud 157
8.1.10. Asistencia accidentados 157
8.2. Pliego de condiciones 158
8.2.1. Legislación aplicable a la obra 158
8.2.2. Consideraciones de seguridad de los equipos de protección 158
8.2.3. Condiciones de seguridad de medios auxiliares, maquinas y equipos 159
8.2.4. Formación e información a los trabajadores 159
8.2.5. Actuaciones en caso de accidente laboral 160
8.2.6. Investigación de accidentes 160
8.2.7. Organización de seguridad en obra 160
8.2.8. Obligaciones del contratista en materia de seguridad y salud 160
8.3. Normas y manuales de seguridad 161
8.3.1. Normas generales de seguridad de obligado cumplimiento 161
8.3.2. Material de protección individual “EPIS” 163
8.3.3. Manual de seguridad para movimiento manual de cargas 166
8.3.4. Manual de seguridad para el uso de herramientas manuales 167
8.3.5. Manual de seguridad para trabajos en instalaciones eléctricas 176
8.3.6. Manual de seguridad corte y soldadura con oxiacetileno 179
8.3.7. Manual de seguridad para trabajos en altura 181
8.3.8. Equipos auxiliares de elevación de cargas 186
8.3.9. Manual de seguridad para manipulación mecánica de cargas 195
8.3.10. Manejo de grúas 198
8.3.11. Manuales y normas de seguridad maquinaria obra civil 199
8.3.12. Manual de primeros auxilios 204
9. CONCLUSIONES 208

10. BIBLIOGRAFÍA 210
10.1. Libros 210
10.2. Patentes 210
10.3. Catálogos y manuales 210
10.4. Páginas web. 212

ÍNDICE DE IMÁGENES Y TABLAS

Tabla 1: mezclado de líquidos anticongelantes. Fuente: elaboración propia. 18
Imagen 1: líquidos anticongelantes y sus colores. Fuente: Soy Motor. 19
Imagen 2: Diagrama de Sankey. Fuente: Motores de Combustión Interna II. 22
Imagen 3: refrigeración por circuito abierto. Fuente: Motores de Combustión Interna II. 24
Imagen 4: Refrigeración por termosifón. Fuente: Motores de Combustión Interna II, por Félix Otero. 25
Imagen 5: Refrigeración por circulación forzada mediante bomba. Fuente: Motores de Combustión Interna II, por Félix Otero. 26
Imagen 6: sistema de enfriamiento convencional de un motor 2T. Fuente: Motores de Combustión Interna II, por Félix Otero. 27
Imagen 7: esquema de sistema de enfriamiento convencional. Fuente: Motores de Combustión Interna II, por Félix Otero. 27
Imagen 8 : Sistema de enfriamiento convencional Motor 2T. Fuente: Motores de Combustión II, por Félix Otero. 28
Imagen 9: esquema de principio de un sistema de refrigeración centralizado. Fuente: Motores de Combustión Interna II, Félix Otero. 29
Imagen 10: Gráfica de índice de refracción en mezcla sacarosa. Fuente: Rudolph Research Analytical 31
Imagen 11. Rayo de luz incidiendo en dos medios diferentes. Fuente: Lifeder 32

Imagen 12 a la izquierda un refractómetro de Abbe y a la derecha un esquema básico de funcionamiento (Imagen 13). 33
Fuente: Mettler Toledo. 33
Imagen 14: Refractómetro digital % Brix. Fuente: Hanna instruments. 34
Imagen 15: Refractómetro MOD UR 62. Fuente: Maselli Process Analyzers. 36
Imagen 16: Mezclador de triple acción. Komax. Fuente: Komax Systems.INC. 36
Gráfica 1: gráfica ejemplo índice de refracción y concentración. Fuente: elaboración propia. 53
Gráfica 2: Diagrama de pérdidas de carga continuas. Fuente: Tablas de pérdidas de carga. PRESSMAN. 70
Tabla 2: Valor del coeficiente de pérdida de carga localizada (red de distribución). Fuente: PRESSMAN. 72
Tabla 3: Valor del coeficiente de pérdida localizada (componentes de la instalación). Fuente: PRESSMAN. 73
Tabla 4: cálculos hidráulicos. Fuente: elaboración propia. 76
Tabla 5: Cálculo del presupuesto. Fuente: elaboración propia. 134
Tabla 7: acción y temporización. Fuente propia. 141
Tabla 15: Procedimiento seguro en el trabajo al inicio de la jornada. Fuente propia. 153
Tabla 16: Procedimiento seguro en el trabajo durante la jornada. Fuente propia. 155
Tabla 17: Procedimiento seguro en el trabajo al finalizar la jornada. Fuente propia. 156
Imagen 17: Diferentes tipos de eslingas. Fuente: Lic Mondolo. 187
Imagen 18: Diferentes tipos de estrobos. Fuente: Lic Mondolo. 187
Imagen 19: gazas cerradas con grapas. Fuente: Línea Prevención. 188
Tabla 18: Número de grapas según diámetro. Fuente propia. 188
Imagen 20: Gazas con casquillos prensados. Fuente: Elevación y Trincajes. 189
Imágenes 21 y 22: Influencia del ángulo formado por los cables. Fuente: Slideshare. 190

Tabla 19. Tabla de coeficientes en función del ángulo formado por los cables. Fuente: INSST. 190
Imagen 23: Etiquetaje de eslingas y estrobos textiles. Fuente: Tesicnor....193
Imagen 24: Eslingas de acero. Fuente: SlideShare. 194
Imagen 25. Eslingas de fibra. Fuente: CS Beaver. 195
Imagen 26: Eslingas de cadena. Fuente: FENASA.....195

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Resumen

El proyecto trata de la fabricación de fluido anticongelante, así como su distribución en garrafas para el posterior suministro a los buques. El fluido anticongelante será generado a partir de tres ingredientes: agua osmotizada (proveniente de una planta de ósmosis), colorantes y polietilenglicol, como materia prima.

Por tanto, es una planta de fabricación y dosificación de líquido anticongelante, situada en El Astillero (Cantabria), la cual proporciona un suministro más cercano a los barcos.

Para su fabricación, el proceso consiste en una aportación del 10% del polietilenglicol, dando lugar a una producción final de 15000 L/h, siendo el resultado de una aportación de 1500 L/h de polietilenglicol y 13500 L/h de la mezcla restante, agua osmotizada y colorante. Esto es producto de la coordinación de diferentes sistemas. Empezando por el sistema de ósmosis, es el encargado de suministrar el agua osmotizada a la planta con un caudal de 11000L/h, dando lugar a un segundo proceso en el que los colorantes son mezclados con dicha agua. Otro tercer sistema es el encargado de proporcionar el polietilenglicol (situado en unos depósitos GRG[1]), que lo conduce a través de bombas neumáticas a los depósitos de recepción, donde posteriormente es expulsado y suministrado por otra bomba neumática hasta el Nexo de Unión. Este nexo es el punto en el que se encuentran el polietilenglicol, ya tratado, y la mezcla formada por el agua osmotizada y colorante. Esto da lugar a un nuevo sistema donde la mezcla es conducida, mediante una bomba centrífuga, por un circuito de recirculación hasta recibir los datos necesarios proporcionados por el refractómetro, indicando así que la mezcla posee el índice de refracción correspondiente a la concentración deseada, estando preparada para ser introducida en las garrafas. Una vez éstas estén llenas, la mezcla estará lista para ser suministrada a los buques del astillero.

El proyecto cuenta con un dimensionamiento adecuado de la planta según las necesidades y respecto a la zona de funcionamiento, así como el cálculo de las posibles pérdidas hidráulicas, los planos de la instalación, los componentes y su presupuesto.

GRG[1]: Gran Recipiente para mercancías a Granel.

1.2. **Palabras clave**

Fluido anticongelante: El líquido anticongelante, conocido también como refrigerante, es lo mismo y entre sus extensas funciones se destaca la protección del motor de la congelación, de la corrosión, así como evitar cavitaciones o espumas.

Agua osmotizada: El agua osmotizada es agua libre de sustancias potencialmente nocivas como pueden ser el cloro, el plomo, el flúor, el calcio, el magnesio, el mercurio, los nitratos, etc.

Planta de ósmosis: Lugar dónde se realizar la ósmosis inversa, esto es, un sistema de purificación del agua usado a nivel industrial y a nivel doméstico desde hace varias décadas.

Polietilenglicol: El polietilenglicol o glicol de polietileno (PEG) es un poliéter, siendo uno de los ingredientes químicos más versátiles utilizados ya sea para mejorar los procesos de producción, en aplicaciones como agentes de liberación de moldes, lubricantes, agentes antiestáticos y otros coadyuvantes de elaboración o también como productos químicos intermedios, lo que resulta en productos para control de la espuma y espesantes.

Refractómetro: El refractómetro, haciendo uso de un refractómetro digital en este proyecto, es un equipo resistente al agua capaz de determinar el índice de concentración que posee la mezcla medida.

Índice de refracción y concentración: La relación entre el índice de refracción y la concentración depende del solvente y el soluto, la temperatura y la longitud de onda.

1.3. **Summary**

The project deals with the manufacture of antifreeze fluid, as well as its distribution for ship supplying. The antifreeze fluid will be generated by three substances: osmotized water (from an osmosis plant), colorants and polyethylene glycol, as raw material.

Therefore, it is a plant for the manufacture and dosage of antifreeze liquid, being located in El Astillero, Cantabria, providing a direct supply to ships.

For its manufacture, the process consists of a contribution of 10% of polyethylene glycol, resulting in a final production of 15000 L / h, being the result of a contribution of 1500 L / h of polyethylene glycol and 13500 L / h of the remaining mixture , osmotized water and coloring. This is produced by the coordination of different systems. Starting with the osmosis system, it is in charge of supplying the osmotized water to the plant, 11000L/h, leading to a second process in which the dyes are mixed with said water. Another third system is in charge of providing the polyethylene glycol (located in some IBC tanks), which leads it through pneumatic pumps to the reception tanks, where it is later expelled and supplied by another pneumatic pump to the Nexus of Union. This point is the point where the polyethylene glycol, already treated, and the mixture formed by the osmotized water and coloring meet.

This gives rise to a new system where the mixture is conducted, by means of a centrifugal pump, through a recirculation circuit until receiving the necessary data provided by the refractometer, indicating that the mixture has a correct refractive

index, being ready to be introduced in the carafes. Once these are full, the mix is ready to be delivered to the shipyard's vessels.

The project has an adequate sizing of the plant according to the needs and with respect to the operating area, as well as the calculation of possible hydrodynamic losses, the installation plans and its budget.

IBC: intermediate bulk container

1.4. **Keywords**

Antifreeze fluid: The coolant fluid, or antifreeze, is the same and its extensive functions include protecting the engine from freezing, corrosion, as well as avoiding cavitation or foam.

Osmosis water: Osmosis water is water free of potentially harmful substances such as chlorine, lead, fluorine, calcium, magnesium, mercury, nitrates, etc. ...

Osmosis plant: place where reverse osmosis is carried out, that is, a water purification system used at an industrial level and at a domestic level for several decades.

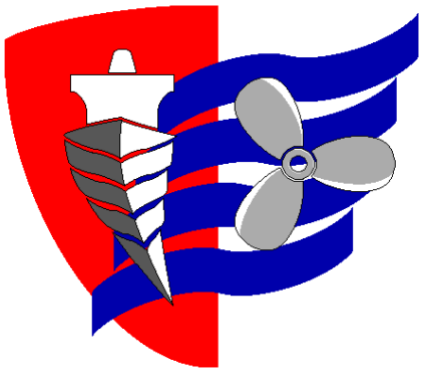
Polyethylene glycol: Polyethylene glycol or polyethylene glycol (PEG) is a polyether, being one of the most versatile chemical ingredients used either to improve production processes, in applications such as mold release agents, lubricants, antistatic agents and other adjuvants of processing or also as chemical intermediates, resulting in foam control products and thickeners.

Refractometer: The refractometer, making use of a digital refractometer in this project, is a waterproof equipment capable of determining the concentration index of the measured mixture.

Refractive index and concentration: The relationship between refractive index and concentration depends on the solvent and solute, the temperature and the wavelength.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Capítulo 2. MEMORIA

2. MEMORIA

2.1. Objeto

El objeto de la presente oferta es el cálculo, diseño, suministro e implantación de una instalación mezcladora para la fabricación de anticongelante al 10 %.

Mediante la siguiente redacción de la memoria descriptiva, se pretende analizar el sistema diseñado, con el fin de determinar la realización de una correcta mezcla en las proporciones requeridas, así como dotar a la instalación de las características necesarias para mantener la producción final de la planta en 15000 L/h.

La planta será diseñada de tal forma, que, partiendo del almacenamiento de las materias primas necesarias para la fabricación del producto final, se consiga la mezcla de los agregados mediante el sistema de mezclado y recirculación.

2.1.1. Los objetivos de diseño de la instalación serán los siguientes:

- Realización de estructura metálica para la disposición de los depósitos y equipos.
- Correcto dimensionamiento de equipos y tubería, en función de los requerimientos y tiempos de proceso.
- Automatización del proceso de llenado y vaciado de depósitos mezcladores, así como de la recirculación.
- Aumento del nivel de mixtura de la mezcla que dará lugar al producto final, con el fin de asegurar una correcta concentración de los agregados.
- Automatización del sistema

2.2. Anticongelante

El fluido anticongelante, también conocido como líquido refrigerante, es un combinado de productos químicos que fluye por diversos conductos con el objetivo

principal de disipar el calor, reduciendo su punto de fusión y solidificación, en aquellas zonas que adoptan altas temperaturas, principalmente del motor, y así mantenerlo en forma líquida y a una temperatura idónea.

La propiedad anticongelante evita que el líquido se solidifique a bajas temperaturas. Además, este compuesto también es el responsable de proteger los elementos, ya sea de un vehículo, barco, etc. de la corrosión y evitar la aparición de formaciones calcáreas.

En esta planta se trabajará con un anticongelante al 10%, es decir, un líquido refrigerante cuya concentración en etilenglicol es del 10%. Dicha concentración contiene e indica su nivel de protección a la congelación, su punto de ebullición a presión atmosférica y su calor específico, que está relacionado directamente con su capacidad para evacuar calor.

Esta concentración al 10% establece que el líquido puede ser utilizado en un rango de temperaturas desde los -4°C hasta los 102°C.

Hay varios tipos de refrigerantes, según su función cabe destacar:

- *El refrigerante y anticorrosivo:* se trata de productos hechos a base de aditivos, que como su nombre indica, ayudan a refrigerar e impedir la corrosión de las piezas. Se pueden encontrar varios grados de concentración, lo que indica que el aditivo es más fuerte y cumple mejor su función.

- *El anticongelante simple*: usado especialmente en climas fríos, a bajas temperaturas, donde el aditivo está formulado para que si la temperatura atmosférica es menos de 0°C el agua no se congele.

- *El agua destilada o desmineralizada*: es el agua sin minerales, como el de las planchas de vapor. Ayuda en el relleno del sistema cuando el nivel está bajo, sin embargo, no es recomendable para utilizarlo completo en el sistema radiador ya

que esta agua no ayuda a lubricar el termostato produciendo que este se quede pegado con mayor facilidad.

2.2.1. Antecedentes del anticongelante

El primer líquido utilizado en motores refrigerados fue el agua, sin embargo, era necesaria una solución para evitar su congelación. Para ello, el primer aditivo anticongelante que se añadió al agua fue el alcohol metílico, conocido también como "Alcohol de madera" (CH_3OH).

Las soluciones de etilenglicol estuvieron disponibles por primera vez en 1937, siendo comercializadas como "anticongelantes permanentes" ya que sus mayores puntos de ebullición proporcionaban ventajas tanto en verano como en invierno.

Con esta mezcla la temperatura de congelación era menor que el agua, pero se dejó de usar debido a la formación de corrosión excesiva y a la facilidad de evaporización debido a que se utilizaban sistemas automotrices abiertos.

Es en 1959, cuando Adolphe Würtz desarrolla el etileno de glicol, es utilizado en la Primera Guerra Mundial como base para el desarrollo de anticongelante utilizado en tanques y aviones de guerra.

La composición básica del anticongelante es:

- 45-75% de agua desionizada o desmineralizada.
- 10-50% de etilenglicol.
- 3-8% de aditivos (antiespumantes, conservantes, colorantes, antioxidantes, inhibidores de corrosión, etc.)

Hoy en día, la composición más utilizada es la que se basa en un 50% de agua desmineralizada, que permite soportar temperaturas extremas que varían desde -37°C hasta los 108°C.

Es por ello una de las razones de esta instalación, el uso de anticongelante al 10% ya que en el campo económico es más rentable y menos dañino en su manipulación.

El anticongelante es por tanto una mezcla de diferentes colorantes, abundante agua y etilenglicol.

Sobre el etilenglicol:

Etilenglicol (sinónimos: etanodiol, glicol de etileno, glicol).

El etilenglicol es un compuesto químico orgánico que pertenece al grupo de dioles. Se trata de un líquido transparente, incoloro, ligeramente espeso y de leve sabor dulce. Es por ello, que se suelen utilizar diferentes colorantes para reconocerlo y disminuir así las intoxicaciones por accidente. Es fabricado a partir de la hidratación del óxido de etileno.

Se utiliza como anticongelante en los circuitos para la refrigeración de motores de combustión interna, también como difusor del calor, mezclado con agua para los procesos de deshielo y antihielo de los aviones comerciales, entre otras aplicaciones.

Respecto a su producción, se produce a partir de etileno, mediante el compuesto intermedio óxido de etileno. Éste reacciona con agua produciendo etilenglicol según la siguiente ecuación química:

$$C2H4O + H2O \rightarrow HOCH2CH2OH$$

La mayor producción de etilenglicol se consigue con un pH ácido o neutro en presencia de abundante agua. Bajo estas condiciones, se puede obtener una productividad de hasta el 90% y cuenta con un índice de refracción (n_D) de 1,4318 a 20°C.

2.2.2. Tipos de líquido anticongelante/ refrigerante:

Dada la importancia del anticongelante, y siendo utilizado el anticongelante orgánico en esta planta, es interesante conocer los tipos que existen: la primera y más importante diferenciación que se puede hacer de este líquido es entre orgánico, inorgánico y, aunque menos conocido, el híbrido. Sus funciones son siempre las mismas aún siendo totalmente diferentes tanto en composición como en sus capacidades.

- ANTICONGELANTE ORGÁNICO (OAT):

Se trata de anticongelante formado por etilenglicol, que es el componente anticongelante, y agua destilada o desmineralizada, encargada de garantizar la protección contra la corrosión de las diferentes partes del motor, como el radiador, etc. Contribuye a una mayor durabilidad, pudiendo tener un punto de congelación más bajo en las versiones más concentradas (50%). Es biodegradable, por lo que resulta menos dañino con el medio ambiente. Aporta una mejor protección de algunos materiales, generan menos depósitos sólidos en el interior del circuito de refrigeración, poseen baja conductividad eléctrica y además el punto de ebullición es más alto. Los más usados por las marcas son los anticongelantes G11, G12, G12+, G12++ y G13.

- ANTICONGELANTE INORGÁNICO (IAT):

Tiene una menor durabilidad ya que tienen un bajo porcentaje de inhibidores de corrosión y otros aditivos, sus versiones más concentradas no llegan a un punto de congelación tan bajo como el orgánico. Cabe a destacar que utilizan productos como los silicatos, que con el paso del tiempo se degradan, provocando así averías en el sistema de refrigeración y acelerando la corrosión. Se trata además de un anticongelante, por tanto menos ecológico, caracterizándose por su color más brillante.

- ANTICONGELANTE HÍBRIDO (HOAT):

Los anticongelantes híbridos combinan la tecnología de los orgánicos e inorgánicos. Están compuestos por etilenglicol, glicerina y aditivos antiespumantes, anti calcáreos y una reserva neutralizante que va a proteger el circuito de refrigeración. Entre sus propiedades están la durabilidad, protección y resistencia a la congelación similares a los orgánicos.

A veces pueden incorporar silicatos para proteger superficies de aluminio, siendo muy utilizados por los fabricantes de vehículos.

Es importante no juntar los tipos de anticongelantes. Está fuera de recomendación mezclarlos, a excepción de que sea una situación en la que no haya más remedio. Sin embargo, aún en caso de emergencia, hay que tener siempre en mente que, bajo ninguna circunstancia se puede mezclar un anticongelante orgánico con un inorgánico o un híbrido, ya que sus componentes pueden reaccionar entre sí, anulando sus propiedades, creando residuos que se acumulan en el sistema de refrigeración y pudiendo provocar serios problemas en el circuito de refrigeración.

Los anticongelantes G11, G12, G126, G12++ y G13 pueden mezclarse algunos y otros no. Aunque sean evoluciones unos de otros, no tienen los mismos componentes, así que pueden deteriorarse al mezclarse o como mínimo perder propiedades anticorrosivas.

En la siguiente tabla se pueden ver cuáles se pueden mezclar:

	G11	G12	G12+	G12++	G13
G11	SÍ	NO	*	*	*
G12	NO	SÍ	*	*	*
G12+	*	*	SÍ	*	*
G12++	*	*	*	SÍ	SÍ
G13	*	*	*	SÍ	SÍ

Tabla 1: mezclado de líquidos anticongelantes. Fuente: elaboración propia.

2.2.3. Clasificación por colores de la concentración de anticongelante

Con los colores se puede hacer referencia al nivel de concentración que tienen, aunque no hay un consenso claro al respecto, son los que determinan las características de este. Los colores que se suelen encontrar de los anticongelantes son el verde, naranja, amarillo, azul o rosa, representando cada color el nivel de eficacia que poseen. Destacando que la temperatura de congelación va a estar relacionada con la cantidad de etilenglicol que incorpora, representado en la Imagen.

Por ejemplo, el Motul orgánico Rosa, tienen una concentración del 50% y resistencia a las temperaturas de -35°C a 145°C.

Otro ejemplo son los anticongelantes de Repsol, donde el Repsol de 30% amarillo y Repsol de 50% Rosa son orgánicos mientras que el Repsol Verde y el Repsol Azul son inorgánicos.

COLOR	AGUA DESTILADA	ANTICON-GELANTE	RANGO DE PROTECCIÓN
	90%	10%	-4ºC / 102ºC
	80%	20%	-10ºC / 103ºC
	70%	30%	-17ºC / 104ºC
	60%	40%	-25ºC / 130ºC
	50%	50%	-36ºC / 135ºC

Imagen 1: líquidos anticongelantes y sus colores. Fuente: Soy Motor.

2.3. **Refrigeración de motores marinos mediante líquido anticongelante**

2.3.1. Necesidad de refrigeración

La refrigeración en los motores marinos viene impuesta por razones mecánicas, ya que la transmisión de calor al medio refrigerante se clasifica como una pérdida y viene impuesta por la necesidad de mantener acotada la temperatura en diversos elementos del motor compatible con la lubricación y las dilataciones.

Las temperaturas que se pueden llegar a alcanzar en los diferentes componentes del motor son:

- Cilindro : 200°C.
- Centro del pistón: 360°C.
- Culata: 300°C.
- Válvula de escape: 700°C.
- Aros: 225°C.

Estos valores son simplemente orientativos y dependen del tamaño y condiciones operativas del motor.

Un sistema de refrigeración ha de conseguir el adecuado enfriamiento, sin ser excesivo, ya que:

En los motores Diésel la temperatura de refrigeración muy baja disminuye la temperatura del aire comprimido, dificultando el encendido y produciendo la ignición de sólo parte del combustible.

Otro motivo es, la temperatura muy baja provocará que el aceite de lubricación esté más viscoso de lo que se debe, aumentando así las pérdidas de fricción.

En tercer lugar, un enfriamiento excesivo hará variar el ajuste de las válvulas, calculado por el proyectista, con su consiguiente influencia sobre las prestaciones del motor.

En resumen, la refrigeración debe cumplir dos exigencias básicas:

- Absorber y eliminar el exceso de calor para evitar que se produzcan daños en el motor.
- Mantener una temperatura suficientemente alta para que el motor tenga un funcionamiento eficaz y suave.

2.3.2. Balance térmico

Se le denomina balance, porque la suma del trabajo y de las pérdidas (salidas) debe ser igual al trabajo que puede desarrollar la energía suministrada (entradas). De toda la energía térmica del combustible empleada sólo es utilizada una parte para la producción de trabajo útil.

La ecuación de balance térmico referida a la unidad de tiempo de un motor de combustión interna, puede ser escrita como:

$$Q_T = Q_N + Q_R + Q_G + Q_{CI} + Q_{AC} + Q_{RAD}$$

Donde:

Qt = cantidad de calor desarrollado por el combustible

Qn = calor equivalente a la potencia efectiva

Qr = calor transmitido al refrigerante

Qg = calor que se llevan los gases de escape

Qci = calor perdido en combustiones incompletas

Qac = calor transmitido al aceite

Qrad = calor transmitido por radiación

Este balance térmico también puede ser representado de forma gráfica, (figura 1) a través del diagrama de Sankey, de un motor de 6 cilindros en línea y con un diámetro del cilindro de 0,6 metros:

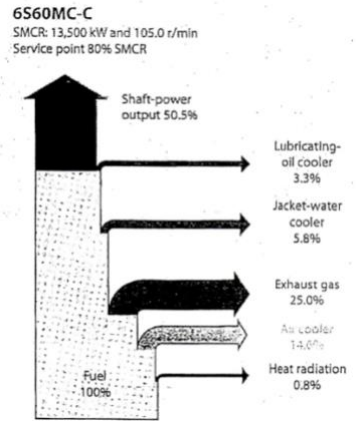


Imagen 2: Diagrama de Sankey. Fuente: Motores de Combustión Interna II, por Félix Otero.

En este diagrama se observa que el calor disipado en el sistema de refrigeración es debido a la refrigeración de camisas pero también a la refrigeración del aire de barrido.

El aceite también cumple una función como refrigerante disipando el calor por fricción y una parte del calor transmitido por los gases del interior del cilindro.

Existe una fracción reducida de las pérdidas de calor del motor que se produce en forma de radiación, siendo necesario contabilizarlas aunque cada vez sean menores.

Los gases de escape se llevan una cuarta parte del calor aportado por el combustible, siendo necesario su aprovechamiento posterior para mejorar el rendimiento de la instalación.

2.3.3. Sistemas de refrigeración de motores de combustión interna

Los sistemas empleados para la refrigeración de motores de combustión interna son diferentes según el tipo de motor que se trate y su utilización, pudiéndose clasificar en función del elemento refrigerante, pudiendo ser aire, agua y aceite.

Sim embargo, la refrigeración por aire solo se emplea en pequeños motores de potencias reducidas en embarcaciones de recreo.

Mientras que los motores que utilizan agua como elemento refrigerante, pueden ser de dos tipos.

- Abierto mediante circulación de agua aspirada del medio por el que se desplaza la embarcación.
- Cerrado por termosifón o por circulación forzada, pudiendo darse el sistema convencional o el sistema centralizado.

De forma general se puede afirmar que los circuitos principales de refrigeración tienen las siguientes funciones:

- Refrigeración de cilindros
- Refrigeración de pistones
- Refrigeración de inyectores
- Refrigeración del aire de sobrealimentación
- Refrigeración del aceite de engrase
- Refrigeración de sistemas auxiliares.

Es importante tener en conocimiento que el circuito de engrase participa también en la refrigeración de los órganos en movimiento, y que la cantidad de calor evacuada por el aceite es importante, especialmente si los pistones son refrigerados por aceite, como puede ocurrir en todos los motores de 4T y de 2T.

Por último, en los motores marinos de gran potencia existen ciertas partes de los mismo que necesitan un sistema de refrigeración diferente o específica, en función del trabajo que realizan y la sobrecarga térmica que soportan, a veces siendo refrigerados directamente con el líquido anticongelante que es fabricado en esta planta de dosificación.

2.3.3.1. Sistema de refrigeración por agua en circuito abierto:

Este sistema no utiliza líquido anticongelante, sin embargo es interesante concebir una breve explicación: es propio de pequeñas embarcaciones, y se caracteriza por el empleo de una bomba de circulación que aspira agua a través de un filtro y una válvula de fondo, impulsándola hacia los órganos del motor que se han de refrigerar. Después, salen por la culata de nuevo al mar mezclada, generalmente, con los gases de escape.

El agua no podrá exceder los (45-50)°C para evitar las posibles incrustaciones en el interior del motor.

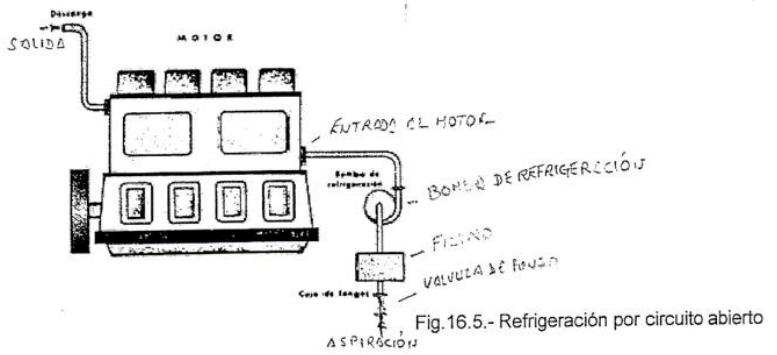


Fig.16.5.- Refrigeración por circuito abierto

Imagen 3: refrigeración por circuito abierto. Fuente: Motores de Combustión Interna II, por Félix Otero.

2.3.3.2. Sistema de refrigeración por agua en circuito cerrado:

En este sistema la circulación del agua es a través de las cámaras existentes en las paredes de los cilindros y las culatas del motor. El agua pierde temperatura una vez pasa por el intercambiador de calor, generalmente de agua-agua. El agua entra por la parte baja, atraviesa los cilindros y llega a las culatas, para después salir al exterior de forma que se evite la formación de bolsas de vapor que dificultarían el movimiento del fluido.

Este sistema de refrigeración por agua en circuito cerrado tiene dos formas de funcionamiento:

- Refrigeración por termosifón:

Este sistema basa en utilizar la diferencia de densidad existente entre el agua caliente que sale del motor y el agua más fría en su entrada para producir movimiento de circulación.

Está compuesto por un enfriador que ejerce a veces de depósito de agua, pero carece de bomba de circulación por lo que para que la circulación se establezca en el sentido deseado es necesario que la densidad media de la columna de agua sea inferior a la densidad media de la columna de agua del motor.

La diferencia suele ser siempre pequeña, de pocos milímetros de columna de agua, por ello el intercambiador está a más altura que el motor , aumentándose de esta forma los desniveles donde se encuentran la máxima y la mínima temperatura del motor.

El sistema se suele complementar con un ventilador accionado por el propio motor que potencia la acción auto reguladora del sistema.

Llegados a este punto es necesario saber que este sistema a penas se usa en motores marinos o industriales de medianas o grandes potencias debido al tamaño del enfriador.

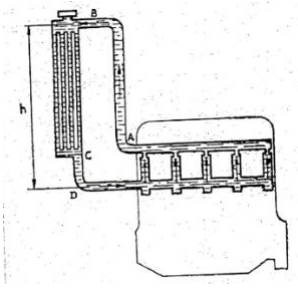


Imagen 4: Refrigeración por termosifón. Fuente: Motores de Combustión Interna II, por Félix Otero.

- Refrigeración por circulación forzada mediante bomba:

La figura 4 muestra un circuito básico de refrigeración por agua en circuito cerrado de un motor marino, que funciona de la siguiente manera:

La bomba (15) impulsa el agua dulce de refrigeración desde la parte baja del motor atravesando el bloque (1) hasta la parte alta del motor, pasando hacia la culata

(2) donde tiene lugar la aportación de calor. El agua caliente sale a un colector general (5) y a la salida está instalado un termómetro (6). El fluido refrigerante llega al termostato (8) donde en función de su temperatura se bifurca mediante un bypass de manera que un aparte va al intercambiador (11) y otra a la entrada de la bomba. A continuación, el intercambiador toma el agua de mar por el (12), atravesando la válvula de fondo (13), y siendo impulsada por la bomba (14) hasta su descarga al mar por la salida (16).

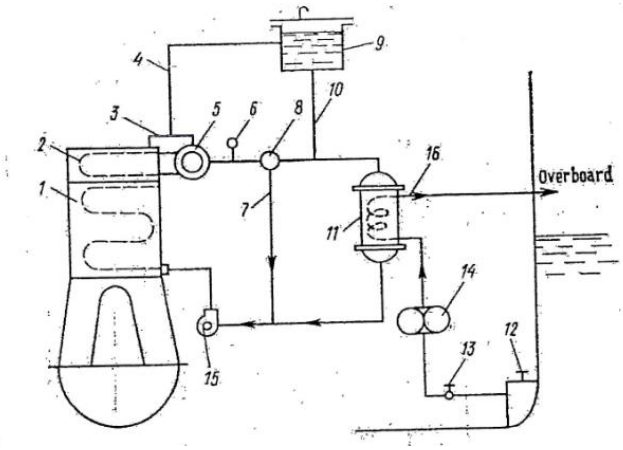


Imagen 5: Refrigeración por circulación forzada mediante bomba. Fuente: Motores de Combustión Interna II, por Félix Otero.

2.3.4. Sistemas de refrigeración de motores utilizados en buques

Existen dos tipos de sistemas empleados para la refrigeración en los buques, siendo el sistema convencional y el sistema centralizado.

2.3.4.1. Sistema Convencional:

Está formado por dos circuitos básicos, uno de agua salada que circula por todos los enfriadores como elemento refrigerante; otro del fluido refrigerado como puede ser el aceite, aire o agua dulce. El circuito de agua dulce puede estar formado por dos circuitos, uno de alta temperatura para las camisas y otro de baja temperatura.

Este sistema de enfriamiento convencional consta de una bomba centrífuga, encargada de aspirar el agua de mar (agua de circulación) a través de un filtro y una

toma de mar situada a diferente altura según la situación de carga del buque y zona geográfica que se trate. Esta agua de circulación atraviesa los enfriadores de aire de barrido y de agua de refrigeración, siendo después devuelta al mar tras haber atravesado los enfriadores de aceite principal y de levas.

Además, el motor dispone de los sistemas necesarios de drenaje de los fluidos operantes para observar y detectar posibles pérdidas en el circuito. Se pueden ver en la imagen 2 el resto de componentes.

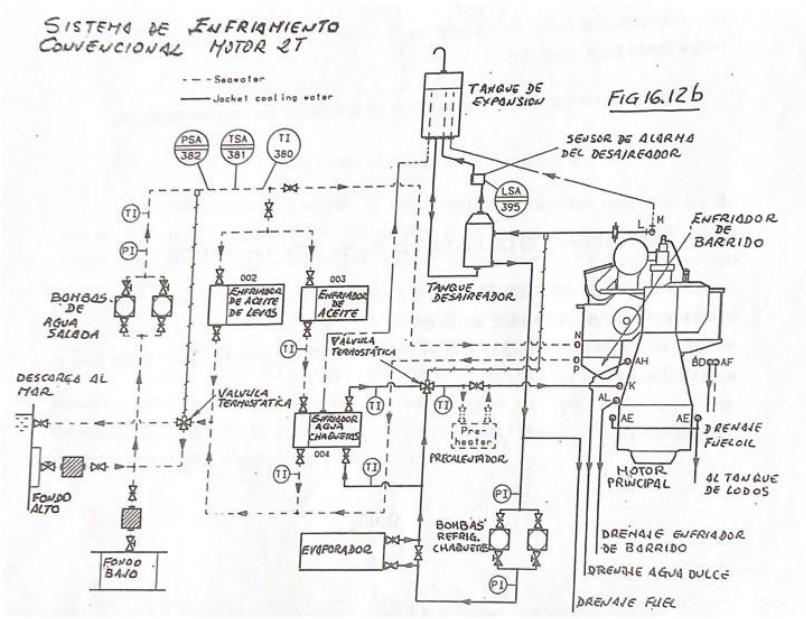


Imagen 6: sistema de enfriamiento convencional de un motor 2T. Fuente: Motores de Combustión Interna II, por Félix Otero.

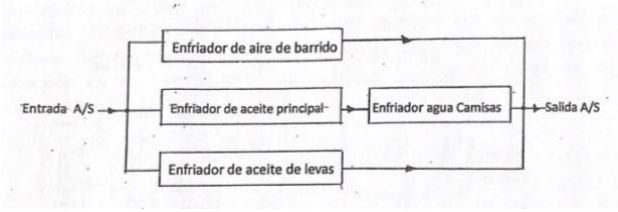


Imagen 7: esquema de sistema de enfriamiento convencional. Fuente: Motores de Combustión Interna II, por Félix Otero.

2.3.4.2. Sistema Centralizado: formado por tres circuitos básicos:

uno de agua salada que solo circula a través del enfriador central, un segundo circuito de agua dulce circulando como fluido refrigerantes través de todos los

intercambiadores y un tercer circuito de los diferentes fluidos a través de los intercambiadores, de aceite, aire y agua.

A su vez el de agua normalmente está subdividido en dos circuito independientes, de alta y baja temperatura, denominándose circuito de alta temperatura el correspondiente al enfriador de los cilindros, mientras que el circuito que refrigera el resto de los enfriadores es el considerado como circuito de baja temperatura.

Este sistema consta de un termostato de flujo total, como elemento de regulación del circuito, el cual distribuye el agua entre el circuito básico que atraviesa el intercambiador y el circuito del by-pass sin reducir el caudal. Durante el arranque en frio, el termostato impide totalmente el paso del refrigerante al refrigerador permitiendo así que se alcance más rápidamente la temperatura normal de trabajo.

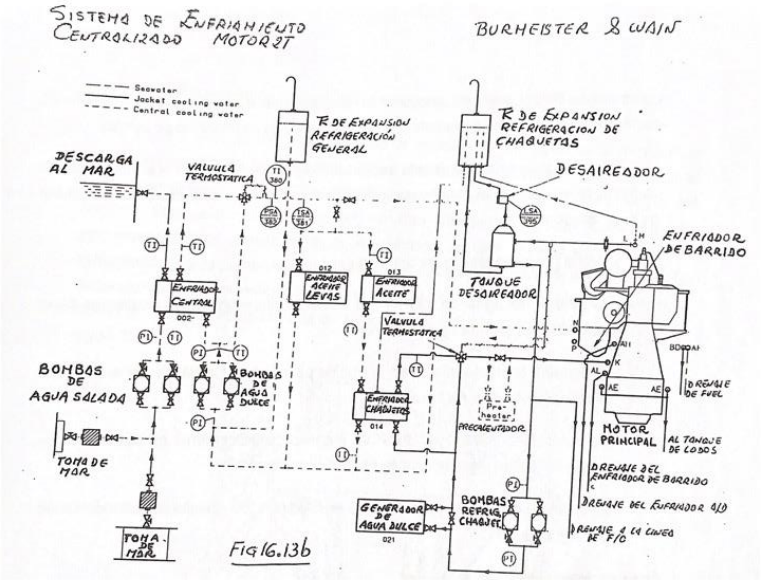


Imagen 8 : Sistema de enfriamiento convencional Motor 2T. Fuente: Motores de Combustión II, por Félix Otero.

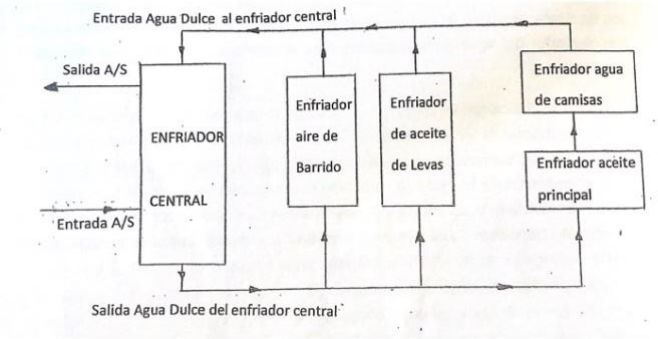


Imagen 9: esquema de principio de un sistema de refrigeración centralizado. Fuente: Motores de Combustión Interna II, Félix Otero.

2.4. Alcance del proyecto

En este apartado queda definido el alcance de la presente oferta:

- Diseño técnico y cálculo de la planta de anticongelante, con el dimensionamiento adecuado para ser introducida en un contenedor de carga. Aportación de los planos de la instalación.
- Especificación funcional de control.
- Cálculo de pérdidas hidrodinámicas.
- Dimensionamiento de la instalación y selección de equipos.
- Instalación de tuberías, válvulas, bombas y piezas de PVC, montaje mecánico, así como la conexión de estos.
- Montaje completo de la planta en Santander.
- Inspección y comprobación del correcto funcionamiento de esta.
- Bombas y colector de trasiego de polietilenglicol (Materia Prima).
- Documentación y puesta en marcha.

2.5. Descripción de la planta de dosificación de anticongelante según su índice de refracción con el agua

Antes de la explicación directa de la planta de dosificación es importante tener en cuenta que existe una relación entre el anticongelante y la refractometría, es por ello que se haya instalado en la planta un refractómetro.

Como comienzo, se explica que se entiende por refractometría un método de análisis óptico de sustancias que mide el índice de refracción de una sustancia, determinando así sus principales características. Su fundamento está basado en el hecho de que la luz, al pasar de un medio a otro, experimenta un cambio de dirección que depende de la naturaleza de estos medios, siendo importante saber también que, la velocidad de la luz disminuye en el agua respecto al vacío.

El índice de refracción es una característica física única y constante de las sustancias puras, pero su uso más común es para calcular la concentración de sustancias disueltas en el agua.

El índice de refracción depende en gran medida de la temperatura, además de la presión y de la concentración de la solución refractora. Por ello, todos estos parámetros deben ser vigilados con mucho cuidado cuando se requiere una gran precisión en las medidas.

Además, en ciertos materiales, es constante y se puede conocer bajo ciertas condiciones físicas. Calculándose así también el índice de refracción de otro medio.

La imagen 2 ilustra que cuanto mayor es la concentración, mayor es el índice de refracción. Siendo esta imagen un ejemplo de la concentración de sacarosa que hay en una mezcla, sirviendo de ejemplo ya que se trata de igual manera.

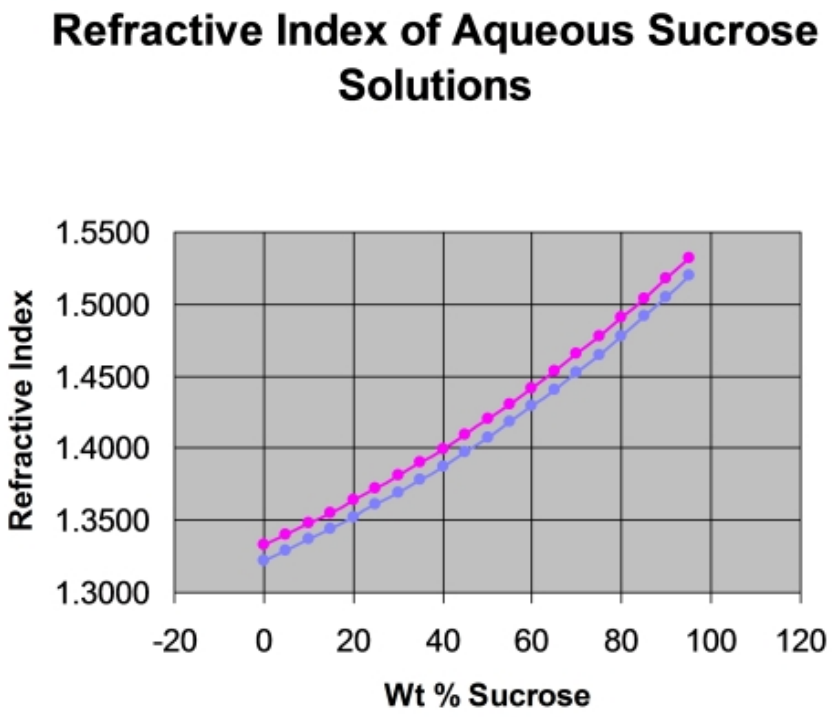


Imagen 10: Gráfica de índice de refracción en mezcla sacarosa. Fuente: Rudolph Research Analytical

Por lo que la refractometría es una técnica rápida, económica y confiable para conocer la pureza de una sustancia, es por eso que su uso es muy extenso en el ámbito de la química, bioanálisis y tecnología de alimentos.

Respecto a la planta de dosificación es utilizado para estudiar y reflejar el índice de pureza que contiene la mezcla que se trata en el mezclado del agua osmotizada, colorantes y polietilenglicol para la fabricación del líquido anticongelante. Debido a ello cuenta con un sistema refractomético modelo IRO2 compuesto por un refractómetro de medición de grados Brix MOD UR 62 y un controlador/recibidor MOD RC24.

Este refractómetro que se utiliza en esta planta de dosificación es, como su nombre indica, mediante la medición en n_D, porcentaje de concentración o grados Brix (la escala Brix hace referencia a las tablas de conversión n_D/Bx ICUMSA). Estos grados serán la unidad de los resultados de las mediciones de la planta.

2.5.1. Cálculo del índice de refracción

Mediante la Ley de Snell, que describe la relación entre el ángulo de

incidencia y el ángulo de difracción de la luz que incide en la frontera entre dos medios diferentes, se puede relacionar el índice de refracción entre dos medios:

$$n1 \text{ sen } \theta 1 = n2 \text{ sen } \theta 2$$

donde n1 es el índice de refracción del medio 1, θ_1 es el ángulo de incidencia del rayo sobre la superficie límite, n_2 es el índice de refracción del medio 2 y θ_2 es el ángulo de refracción, en cuya dirección prosigue el rayo transmitido

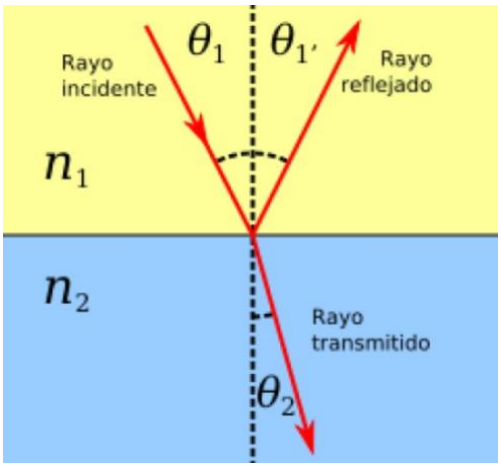


Imagen 11. Rayo de luz incidiendo en dos medios diferentes. Fuente: Lifeder

2.5.2. Tipos de refractómetro

El refractómetro se trata de un instrumento que mide el índice de refracción de un líquido o de un sólido con caras planas y lisas.

Existen dos tipos de refractómetros:

- De tipo óptico-manual.
- Refractómetros digitales.

En cuanto al tipo de refractómetro a utilizar, depende considerablemente de la aplicación a la cual esté destinado, siendo algunas de sus características:

2.5.2.1. Refractómetros óptico-manuales como el refractómetro de Abbe

Consta básicamente de:

- Una lámpara como fuente luminosa, suele ser de vapor de sodio, con una longitud de onda conocida. También existen modelos con luz blanca normal, donde se contienen todas las longitudes de onda visibles, y debido a ello cuentan con unos prismas llamados “prismas de Amici”, que eliminan las longitudes de ondas no deseadas.
- Un prisma de iluminación y otro prisma de refracción, colocando entre ambos la muestra que se quiera medir.
- Un termómetro, ya que el índice de refracción depende de la temperatura.
- Mecanismos de ajuste para la imagen.
- El ocular, mediante el cual el observador lleva a cabo la medida.

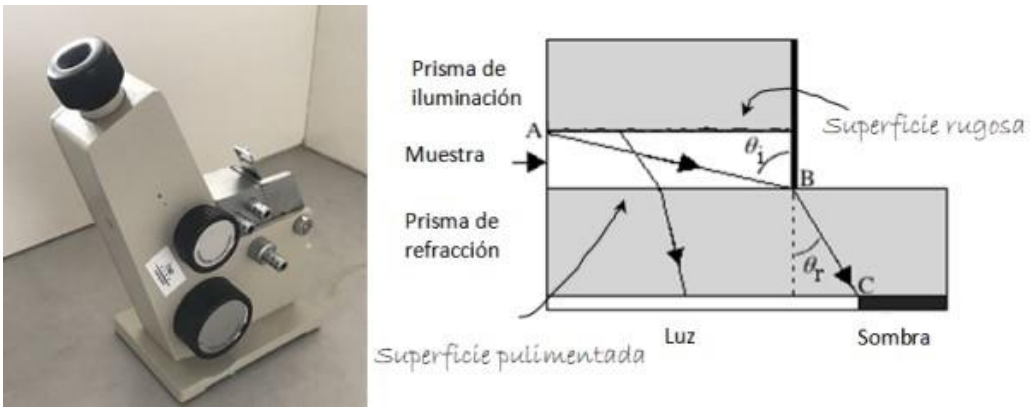


Imagen 12 a la izquierda un refractómetro de Abbe y a la derecha un esquema básico de funcionamiento (Imagen 13). Fuente: Mettler Toledo.

2.5.2.2. Refractómetros digitales

- Son de fácil lectura, ya que aparece directamente en la pantalla la medida.
- Uso de sensores ópticos para lecturas de alta precisión.

- Pueden almacenar y exportar los datos obtenidos y poder consultarlos en cualquier momento.
- Son sumamente precisos, incluso para sustancias cuyo índice de refracción sea difícil de medir.
- Se pueden programar diversas escalas.
- No requieren ajuste de temperatura con agua.
- Existen modelos que incorporan medidas de la densidad, es decir, pueden conectarse a densímetros, medidores de pH y otros, para ahorrar tiempo y obtener medidas simultáneas.
- Es mejor comprobar de vez en cuando el buen funcionamiento midiendo el índice de refracción de sustancias bien conocidas (como el agua destilada), antes que volver a calibrarlos.
- Son más costosos que los refractómetros manuales.

Imagen 14: Refractómetro digital % Brix. Fuente: Hanna instruments.

2.5.3. Descripción y aplicaciones del refractómetro digital MOD UR 62

Conocer el índice de refracción de una muestra, cómo se ha explicado anteriormente, señala el grado de pureza de ésta, de ahí que sea la técnica ampliamente utilizada en la industria, tanto de los alimentos como en la química.

Este modelo de refractómetro MOD UR 62 es un equipo probado y diseñado para instalaciones simples en línea, en depósito. Ofrece una medición continua de la

concentración, dando los resultados en grados Brix, nD, o porcentaje de concentración con precisión básica. Este aparto dispone de alarmas que durante el proceso productivo señalan si la concentración está fuera de las especificaciones o ha alcanzado el valor final preestablecido, mediante resultado analógico de 4-20 mA.

El sensor es instalado y configurado fácilmente a través del PC o de un dispositivo informativo portátil gracias a su interfase integrado RC-24.

Respecto al analizador, no sufre cambios en el tiempo ya que no necesita ajustes con referencia al laboratorio, es decir, una vez encendido después de haber sido configurado inicialmente, los operadores de la planta no necesitan volver a ajustarlo. Además, gracias a la tecnología óptica, el analizador no requiere mantenimiento, ya que su estructura es de acero inoxidable (316) y el grado de protección (IP67) aseguran su resistencia en cualquier ambiente agresivo.

Ventajas del refractómetro:

- 100% instalación en línea
- Tecnología óptica
- Detección de interfaces
- Precisión básica
- No quiere de ajustes frente a laboratorio
- No requiere mantenimiento.

El refractómetro se dispone para trabajar junto a un mezclador. El mezclador elegido es el “Komax. Triple Action Static Mixer” (Komax. Mezclador Estático de Triple Acción), que proporciona el nivel más alto de mezcla de cualquier mezclador estático, debido a su triple acción como su propio nombre indica, construido a partir de acero al carbono, acero inoxidable (316), PVC y fibra de vidrio. Estos mezcladores presentan una eficiencia de mezcla muy alta con una duración de mezcla corta. Este

mezclador Komax está diseñado para usarse en el flujo de las tuberías donde ya se hayan introducido los aditivos.

Además, se incorpora un enderezador de flujo único en cada mezclador para eliminar cualquier efecto centrífugo posterior.

Es por esto que este mezclador ha sido elegido con la función de realizar de la manera más eficaz en el menor tiempo posible el mezclado adecuado del líquido con sus aditivos.

Imagen 15: Refractómetro MOD UR 62. Fuente: Maselli Process Analyzers.

Imagen 16: Mezclador de triple acción. Komax. Fuente: Komax Systems.INC.

2.6. **Características generales**

La planta objeto de esta especificación, está diseñada para la elaboración de anticongelante mediante un proceso de mezclado de varios compuestos. Se abastece

de tres agregados fundamentales para la elaboración del producto final que llegará a la llenadora, la cual será la encargada de suministrar el anticongelante. Estos compuestos son, polietilenglicol (PEG), agua de pozo tratada mediante un proceso de ósmosis inversa y colorantes. Dichos productos son almacenados en depósitos, previamente a su introducción en el circuito del sistema de mezclado.

La planta está formada por los siguientes componentes principales:

- Dos depósitos acumuladores de polietilenglicol (PEG) de 1000 L cada uno (GRG).
- Depósito de agua de pozo (no incluido).
- Planta de filtración de agua de pozo.
- Planta de ósmosis inversa (no incluida).
- Depósito acumulador de agua osmotizada de 90000L.
- Cuatro depósitos acumuladores de colorante de 250 L.
- Dos depósitos mezcladores de 3000 L.
- Un sistema de dosificación y recirculación del caudal a los depósitos mezcladores, con inserción de tubo mezclador y medidor de concentración por refractometría.
- Dos tanques de recepción de PEG de 90000L cada uno y un tercer tanque (auxiliar) de recepción de PEG de 20800L.

El caudal final considerado, para la producción de la llenadora, es de 15000 L/h. A su vez, la composición del producto final ha de ser un 10% de PEG y un 90% de agua osmotizada, con lo que necesitaremos un caudal de abastecimiento de 1500 L/h de PEG y 13500 L/h de agua osmotizada, además de la aportación de una pequeña cantidad de colorante, según sea necesario.

Los tanques de recepción de PEG, llevarán instalado un transmisor de presión cada uno, mientras que el depósito de recepción auxiliar contará con un sensor de nivel de igual manera que los depósitos de llenado.

Su lectura será necesaria para el sistema de control de la planta.

2.7. Descripción de la planta

En referencia al esquema de principio de la planta de fabricación de anticongelante, se desarrolla el siguiente apartado para la descripción de la misma.

El agua de pozo es captada a través de la bomba neumática Bn y es impulsada a la planta de ósmosis inversa. Dicha planta es capaz de producir un caudal final de agua osmotizada de 11000 L/h, el cual es acumulado en el depósito principal de agua DEMI de 90000 L de capacidad (DE 3), equipado con un transmisor de presión en función de transmisor de nivel que adecuará la producción de la planta de osmosis a la demanda requerida.

El polietilenglicol (PEG) es recibido en depósitos de 1000L, designados depósitos GRG. La instalación contemplará dos depósitos GRG, situados en dos plataformas de hormigón, designados como cubetos para IBC de PVC (1418x1418x985) de 1150L diseñadas para su ubicación, contando además con un muro de cemento alrededor para mantener controladas las posibles fugas del material tóxico.

Éstos serán conectados al colector de alimentación de los depósitos acumuladores de PEG (DE 01 y DE 02), empleando tubería flexible y conexiones rápidas. El PEG será bombeado hacia el depósito mediante una bomba de membrana (BN1), contando con una bomba (BN2) de las mismas características, conectada en paralelo como elemento de respeto, que en un principio será usada al mismo tiempo que BN1 para agilizar el proceso de llenado de los depósitos, y que también será usada como auxiliar en caso de que la bomba BN3 sufra algún imprevisto. Esta bomba BN3 será la encargada de bombear el PEG que sale de los depósitos de recepción hasta el Nexo de Unión, que posteriormente dará lugar a los depósitos, DE 08 Y DE 09 de 3000L cada uno, desde los que la mezcla pasará a la llenadora.

El equipo planteado tiene una capacidad de bombeo de 200 l/min, lo que se correspondería a un tiempo de descarga de 15 min para tres GRG´s (3000 L).

Respecto al colorante, es almacenado en cuatro depósitos individuales de 250 L cada uno. Éste será introducido en el circuito, en los porcentajes necesarios según la producción de la planta, para mezclarse así con la impulsión de agua osmotizada. Para ello será necesario el empleo de cuatro bombas peristálticas tipo "Kronos KKFM-8" seleccionadas para un caudal de impulsión máximo de 8 L/h y una presión de 3 bar.

Una vez establecido el almacenamiento y la introducción al sistema de los productos necesarios para la mezcla, se define el sistema mezclador.

Desde los depósitos de recepción de PEG (DE 1 y DE 2) el polietilenglicol será bombeado mediante una bomba neumática (BN3) con una capacidad máxima de bombeo de 200 L/min. El punto de trabajo de la bomba será regulado de tal forma que emita un caudal de salida, regulado con la presión, de 100 L/min.

A partir del depósito de agua DEMI (DE 3), el agua osmotizada será bombeada por medio de una bomba centrífuga (BC 1) de acoplamiento magnético, recubierta internamente en Tefzel para soportar la corrosión del agua DEMI. La bomba será llevada a su punto de trabajo y se ajustará a un caudal de 1000L/min.

A este caudal de agua osmotizada se le sumará la dosificación de colorante aportada por las bombas peristálticas.

Por lo que, el agua osmotizada más el colorante serán empujados hacia el Nexo de Unión, y posteriormente al circuito de mezclado con el PEG.

A los depósitos de mezclado (DE 8 y DE 9), llegarán los dos caudales que se han juntado en el nexo de unión, los 100L/min de PEG y los 1000L/min de agua DEMI + colorante. El proceso de esos depósitos consiste en el llenado uno de los depósitos mientras que el otro vacía la mezcla elaborada a la llenadora.

En el depósito mezclador en el cual se han vertido los productos, la mezcla del anticongelante no es homogénea y es necesario un mayor nivel de mixtura. Para ello se dispone de un sistema de recirculación a los depósitos mediante una bomba de recirculación centrífuga de voluta (BC 2). Esta bomba emite un caudal de 1000L/min (60 m3/h), con el fin de realizar 4 recirculaciones del producto. A su vez, en la línea

de recirculación está dispuesto un mezclador estático para 60m3/h, el cual permitirá un mayor grado de mezcla.

También en la recirculación será implantado un sistema refractométrico (XT1) MOD.IR02, dando el índice de concentración y homogeneidad del producto final, con la ayuda de un elemento mezclador.

Los depósitos mezcladores tendrán instalado, en cada uno, un sensor ultrasónico (LT 1 y LT 2) Pepperl-Fuchs, mediante el cual se realizará una lectura del nivel de los depósitos (DE 8 y DE 9, respectivamente) con el que se realizará el control del juego de válvulas de la admisión, recirculación y descarga.

Los depósitos de recepción de PEG, DE 1 y DE 2, llevan instalado unos transmisores de presión, TP 1 y TP 2 respectivamente, con los que se realizará la medición de la presión de los dos depósitos (DE 1 y DE 2). De igual forma, el depósito DE 3 cuenta con otro transmisor de presión, TP 3.

En la descarga de la bomba centrífuga (BC 1), se dispone de un caudalímetro (FT 2) con el que se comprueba un caudal de bombeo de 1000L/min (60 m3/h).

En la descarga de la bomba de membrana (BN3), antes de su llegada al Nexo de unión, también se dispone de un caudalímetro (FT 1) con el que se comprobará el caudal de salida de 100L/min (6 m3/h).

2.8. **Tiempos de operación**

Teniendo en cuenta los datos de partida, en los que se requiere un caudal de salida de anticongelante de 15000 L/h y considerando la capacidad de los depósitos mezcladores de 3000 L, conseguimos establecer una relación de la que se obtiene el tiempo de proceso de la instalación:

$$t = \frac{3000\ \text{L}}{15000\ \text{L/h}} = 0.20\ \text{h} = 12\ \text{min}$$

Se considera la composición de la mezcla final, en la que se establece un 90% de agua osmotizada y un 10% de polietilenglicol.

De acuerdo con el tiempo de proceso calculado de 12 minutos, así como teniendo en cuenta la composición del producto final, se determinarán los caudales necesarios de las bombas de descarga a los depósitos mezcladores y la recirculación.

+ Llenado de depósitos mezcladores

Siendo la capacidad de cada depósito mezclador de 3000 L, atendiendo a la composición de la mezcla, se establecen 2700 L de agua osmotizada y 300 L de polietilenglicol.

- El caudal Q1 de la bomba BN3 es de 100 L/min, por lo que en bombear 300 L tardará 3 minutos.

$$\begin{cases} 100\text{L} \rightarrow \ 1 \text{ minuto} \\ 300\text{L} \rightarrow \ \text{t (Q1)} \end{cases} \text{t (Q1)} = \ 3 \text{ minutos}$$

- El caudal Q2 impulsado por la bomba BC1 es de 1000 L/min, por lo que en bombear 2700 L empleará 2,7 minutos.

$$\begin{cases} 1000\ L \rightarrow 1\ minuto \\ 2700\ L \rightarrow t\ (Q2) \end{cases} \text{t (Q2)} \ = \ 2{,}7 \text{ minutos}$$

- El caudal de salida del nexo de unión Q3, es considerado la suma de los caudales Q1 y Q2, dando lugar a 1100 L/min.

$$\begin{cases} 1100\ L \rightarrow 1\ minuto \\ 3000\ L \rightarrow t\ (Q3) \end{cases} \text{t (Q3)} = \ 2{,}72 \text{ minutos}$$

De este modo, en esta parte del proceso de mezcla se considerará el mayor de los tiempos requeridos para bombeo de 3 minutos.

+ Recirculación

La recirculación del proceso se establece en 4 ciclos de 3000 L cada uno, para dar lugar a un correcto estado de mezcla.

- El caudal Q4 impulsado por la bomba BC 2 es de 1000 L/min. Teniendo en cuenta los 4 ciclos necesarios de recirculación, se establece un tiempo de:

$$t = \frac{3000\text{L}}{1000\text{L/min}} = 3 \text{ minutos}$$

3 minutos · 4 ciclos = 12 minutos

Determinados los tiempos parciales del proceso de mezcla, se obtiene un total de:

T_{total}= 3 min. Bombeo + 12 min. Recirculación = 15 minutos

Como resultado 15 minutos según los cálculos realizados, teniendo en cuenta los requerimientos de la instalación.

2.9. Listado de equipos

2.9.1. Bombas

Elemento	Descripción	Ud.
Bomba neumática de membrana (100l/min)	Bomba neumática de membrana FT 10ª-AA-NNAN-B1 (aluminium pump with aluminium center section and bsp thereaded en port connections)	3
Manoreductor	Manoreductor festo LFR-1/2-D	
Bomba centrífuga (1000l/min)		
	Bomba NB 100-200/214 98308855	1
	Bomba UC326A close coupled pump	1
Bombas peristálticas	Bomba Kronos KKFM-8 8l/h 3 bar sekotech 100/240vac 20w.	4

2.9.2. Válvulas

Elemento	Descripción	Ud.
Válvulas automáticas con acciomamiento neumático de doble efecto		
	Válvula de mariposa con actuador neumático EVNB DN40	6
	Válvula de mariposa con actuador neumático EVNB DN50	2
	Válvula de mariposa con actuador neumático EVNB DN110	5
	Válvula de mariposa con actuador neumático EVNB DN125	2
Válvulas automáticas con acciomamiento neumático de simple efecto		
	Válvula de mariposa con actuador neumático EVNB DN50	1
	Válvula de mariposa con actuador neumático EVNB DN110	1
Válvulas de bola		
	Válvula bola PVC encolar UP61 SF6 20 (1/4”)	4
	Válvula bola PVC encolar UP61 SF6 50 (DN40)	14
	Válvula bola PVC encolar UP61 SF6 110 (DN110)	14
	Válvula bola PVC encolar UP61 SF6 125 (DN 125)	2
Válvulas aguja	Válvulas reguladoras de aguja (DN 110)	2
Válvulas antirretorno		
	Válvula retención 1/4"	4
	Válvula retención DN 40	1
	Válvula retención DN 110	1
Accesorios		
	Manguito brida PVC serie lisa 50	4
	Brida PVC serie lisa 50	4
	Manguito brida PVC serie lisa 63	4
	Brida PVC serie lisa 63	4
	Manguito brida PVC serie lisa 110	12
	Brida PVC serie lisa 110	12
	Manguito brida PVC serie lisa 125	4
	Brida PVC serie lisa 125	4

2.9.3. Sensores

Elemento	Descripción	Ud.
Caudalímetro		
	Turbina Blancett (100l/min – DN 40)	1
	Turbina Blancett (100l/min – DN 110)	1
Sensor de nivel	Sensor ultrasónico Pepper-Fuchs mod: UC10000-F260-IE8R2	2
	Soporte nivel central	2
Refractómetro	Sistema refractómetro mod. IRO2. Compuesto por: Refractómetro digital mod. UR62 Controlador/Recibidor mod. RC24	1
Analizador	Analizador de compuestos DN 40	1
Transmisor de presión		1

2.9.4. Tuberías y accesorios

Elemento	Descripción	Ud.
Mezclador estático	Mezclador estático Komax (40-65 m^3/h)	1
Agitador		1
Tubo PVC (DN 40)	Tubería de PVC PN16 (DN 40) con parte proporcional de piezas de conexión (codos, manguitos, bridas y portabridas) (121 m)	1
Tubo PVC (DN 50)	Tubería de PVC PN16 (DN 50) con parte proporcional de piezas de conexión (codos, manguitos, bridas y portabridas) (4 m)	1
Tubo PVC (DN 110)	Tubería de PVC PN16 (DN 110) con parte proporcional de piezas de conexión (codos, manguitos, bridas y portabridas) (25 m)	1
Tubo PVC (DN 125)	Tubería de PVC PN16 (DN 125) con parte proporcional de piezas de conexión (codos, manguitos, bridas y portabridas) (8 m)	1
Tubo flexible	Tubo flexible de diámetro exterior 10 mm con parte proporcional de piezas de conexión (codos, manguitos, bridas y portabridas) (25 m)	1
Bola de limpieza	Bola de limpieza – difusores de lavado, calidad INOX 316L	2

2.9.5. Depósitos

Elemento	Descripción	Ud.
Depósito agua DEMI 90000L	Depósito de agua DEMI 90000L (DE 3)	1
Depósito colorante con agitador eléctrico		
	Depósito bomba dosificadora 250 L	4
	Agitador rápido 600 PVC trifásico	4
Depósitos mezcladores 3000L (DE 8 y DE 9)	Silo decantador cilíndrico vertical con cono, fabricado en poliéster reforzado con fibra de vidrio, con un volumen de 3000L	2
Depósitos PEG 1000L	Depósitos de suministro de PEG de 1000L. Depósitos GRG	2
Depósitos recepción de PEG		
	Depósitos de recepción de PEG 90000L(DE 1 y DE 2)	2
	Depósito auxiliar de recepción PEG 20800L (DE 10)	1

2.9.6. Ósmosis

Elemento	Descripción	Ud.
Planta ósmosis 11.000l/h		
	Planta de ósmosis inversa para tratamiento de agua de pozo 11000L/h	1

2.9.7. Ingeniería eléctrica y control

Elemento	Descripción	Ud.
Partida de ingeniería eléctrica y control		1

2.9.8. Instalación y montaje de tubería

Elemento	Descripción	Ud.
Montaje de tubería y piezas de PVC		
	Montaje mecánico de tubería y piezas de PVC de la instalación, así como la conexión de estas a las válvulas y bombas, incluye soportes necesarios en acero al carbono.	1

2.10. **Funcionalidad de la planta**

Teniendo en cuenta los diferentes sistemas del proceso de dosificación, para su explicación de funcionamiento se pueden dividir en:

- Sistema de ósmosis.
- Sistema de colorantes.
- Sistema de recepción y tratado del PEG.
- Sistema de recirculación y llenado.

2.10.1. Sistema de ósmosis:

El primer sistema que se da es el sistema de ósmosis, donde una vez el agua haya sido extraída del pozo y pasada por una acción de filtración, llega al proceso de ósmosis. Este proceso es seguido de una válvula manual, VM, (además de contar también con un escape, “SCOPE”) que al abrirse deja pasar el agua ya osmotizada hasta llegar al tanque DEMI, DE 3, de 90000 L de capacidad. Éste cuenta también con una válvula manual, VM, a su entrada. Para su programación cuenta con un transmisor de presión, TP 4, disponiendo de una alarma de nivel bajo, indicando así cuándo es necesario un mayor aporte de agua osmotizada, y con una alarma de nivel alto que, al contrario, podrá mandar señal de cese de aporte del agua osmotizada.

El depósito está en continuo funcionamiento, recibiendo un caudal de hasta 11000L/h de agua osmotizada que debe cumplir con los valores determinados por alarmas de alto y bajo nivel. Una vez el agua del tanque DE 3 esté lista para salir, lo hará por la válvula manual de bola VB15, mediante tuberías DN 110 de PVC PRESIÓN.

2.10.2. Sistema de colorantes

Otro proceso que diferenciar es el sistema de colorantes. El agua osmotizada tras ser suministrada del tanque DEMI (DE 3) por la válvula VB15, pasando por una válvula de mariposa con actuador neumático de simple efecto, VMA3 se, es bombeada por una bomba centrífuga, BC1, con una salida de 1000L/min (60 m^3/h) que pasa por otra válvula de bola, VB16, y una válvula antirretorno, VA1, denegando cualquier posible cambio de sentido del caudal.

Después, el agua se encuentra ante dos válvulas. La primera trata de una válvula manual de aguja, VRA2, que en el caso de estar cerrada deja actuar a la válvula restante, siendo una válvula manual de bola, VB18. Entre ellas se encuentra un caudalímetro, FT2.

Cuando VRA2 está abierta, el sistema de colorantes puede empezar su función. El agua osmotizada atraviesa VRA2 hasta encontrarse con cuatro válvulas en serie, siendo las cuatro válvulas manuales de bola, V22, V21, VB20 Y VB19. Estas cuatro están conectadas a cuatro pequeños depósitos agitadores, AG1, AG2, AG3 y AG4, conectados respectivamente con dichas válvulas.

A cada depósito, de 250 L cada uno, le corresponden pigmentos de un colorante, asociados dichos depósitos, mediante ¼" Tubo polietileno, a bombas peristálticas, BP4, BP3, BP2 y BP1 conectadas respectivamente, de tal manera que la cantidad de colorante requerido es mayor cuanto más tiempo esté abierta su válvula correspondiente. Desde el panel de control se puede programar este proceso, asignando un tiempo determinado a cada bomba en función del color con el que se quiera trabajar.

Los depósitos agitadores de colorantes están en continuo movimiento, removiendo constantemente el agua osmotizada con los pigmentos de los colores, hasta el momento de la salida, dado mediante 1/4 tubos de polietileno. En estos tubos van asociadas unas válvulas manuales de bola (VB26,VB25, VB24 y VB23) a cada una de las bombas nombradas anteriormente, seguidas de unas válvulas de antirretorno, VA5, VA4, VA3 y VA2, posicionadas de igual manera.

Es decir:

Bombas peristálticas	Válvulas manuales de bola	Válvulas antirretorno
BP4	VB26	VA5
BP3	VB25	VA4
BP2	VB24	VA3
BP1	VB23	VA2

Tabla bombas. Fuente: elaboración propia.

Una vez añadido el colorante, se da la mezcla con el agua osmotizada proveniente del paso por la válvula VB18 que suministra esta agua constantemente. La mezcla es conducida mediante tuberías DN 110 PVC PRESIÓN, con un caudal (Q2) de 1000L/min, y pasando por una válvula de mariposa con actuador neumático, VMA4, al Nexo de Unión. Por lo que dicha válvula permanece cerrada hasta tener el aviso de que la mezcla está lista.

2.10.3. Sistema de recepción y tratado de PEG (polietilenglicol).

Respecto al sistema del PEG, puede esquematizarse en 4 subsistemas:

- Sistema de almacenamiento del polietilenglicol.
- Sistema de bombeo del polietilenglicol.
- Sistema de recepción del polietilenglicol.
- Sistema de recirculación y descarga del polietilenglicol.

- Sistema de almacenamiento del polietilenglicol:

En primer lugar, el sistema de almacenamiento del PEG, cuenta con dos depósitos de 1000L cada uno, situados encima de unos bloques de hormigón, además de contar con un muro (de hormigón también) alrededor de ellos. Esto se debe a la posible fuga de la materia prima, de tal manera que no salga ni se expanda si no que quede recluido ahí mismo.

Estos depósitos son designados como depósitos GRG. Ambos se descargan a la vez, pasando por tuberías DN 40 PVC PRESIÓN hasta las válvulas manuales de bola,

VB1 y VB2, cada una para un depósito, que conducirán el PEG por unas mangueras de 110 mm de diámetro, hasta un punto de unión con una tubería DN 40 PVC PRESIÓN, dando paso al siguiente subsistema.

- Sistema de bombeo del polietilenglicol:

El segundo subsistema consta de 12 válvulas y 3 bombas neumáticas, de las cuales en este caso se usan 6 válvulas y 2 de las bombas. La bomba BN1, será la principal encargada de pasar el PEG a los depósitos, sin embargo, la bomba neumática BN2 también podrá encargarse de ello. Esto se debe a que BN2 tiene una doble funcionalidad, ya que para una carga del PEG en un menor tiempo, se mantiene abierta junto a BN1, de igual manera que pude funcionar como bomba auxiliar en caso de que la bomba neumática BN3 sufra algún imprevisto. Principalmente se encarga de la primera función.

Por tanto, describiendo el circuito:

En caso de necesitar solo una bomba, con las válvula VB5 y VB8 cerradas, el PEG atraviesa la válvula VB3, siendo bombeado por BN1. A continuación, con la válvula manual de bola VB8 cerrada, el fluido circula por la válvula VB4 hasta llegar a los depósitos de recepción de PEG. Esta pequeña circulación cuenta con dos manguitos antivibratorios, uno posicionado entre VB3 y BN1 y el otro entre BN1 y VB4, estando nombrados como MA4 y MA1, respectivamente.

En el caso de mayor rapidez de carga del PEG, contamos con VB3, VB5 y VB6 abiertas, dejando así que el polietilenglicol sea bombeado por ambas bombas, BN1 y BN2, situadas en paralelo, mientras que VB4, VB7 y VB8 están abiertas y, VB9 y VB12 permanecen cerradas.

De esta manera se consigue reducir el tiempo de carga de la materia prima en los tanques de recepción, DE 1 y DE 2.

- Sistema de recepción del polietilenglicol.

Otro subsistema se considera en el momento en el que el polietilenglicol llega a los depósitos de recepción. Éstos son dos depósitos de 90000L de capacidad cada uno, DE 1 y DE 2, y un tercer depósito, DE 10, de 20800L. Los tres depósitos cuentan con un transmisor de presión cada uno, TP1, TP2 y TP3 respectivamente, conectados, en orden, a dichos depósitos mediante válvulas manuales de bola: VB33, VB34 y VB35.

Este subsistema también cuenta con cuatro válvulas de mariposa con actuador neumático, VMA1, VMA14, VMA15 y VMA16. Estas tres últimas conectadas respectivamente a la salida de cada depósito, mientras que VMA1 precede al ingreso del PEG en el depósito de recepción auxiliar, DE 10.

El proceso comienza en el momento en el cual el PEG viene suministrado por el subsistema anteriormente nombrado, de tal manera que, con la válvula de mariposa VMA1 abierta, es introducido en los tres depósitos al mismo tiempo. Las válvulas VMA14, VMA15 y VMA16 estarán cerradas.

Mientras otra válvula de mariposa con actuador neumático, VMA17, situada en la tubería de unión de descarga de los tres depósitos está cerrada, el PEG se carga en los tres depósitos. Sin embargo, DE10, tiene una capacidad menor, por lo que se llenará con antelación, cerrando entonces la válvula VMA1, y actuando como un depósito de reserva. Mientras tanto, los otros dos depósitos restantes, DE1 y DE2, se siguen llenando.

Esto da lugar a:

- Sistema de descarga del polietilenglicol.

Pueden dedicarse únicamente al llenado, por lo cual, tanto la válvula VMA14, VMA15 y VMA16 permanecen cerradas hasta la carga completa de los depósitos.

Otra opción, es la simultaneidad de procesos, donde, una vez DE 10 esté lleno y VMA1 cerrada, DE 1 y DE 2 pueden ir obteniendo el suministro al mismo tiempo que con las válvulas VMA14, VMA15 y VMA17 abiertas den lugar a una circulación.

Con las válvulas VB14 y VB10 abiertas, mientras que VB12 y VB9 permanecen cerradas, proceden al proceso de descarga, donde el PEG será bombeado mediante la bomba neumática BN3, proporcionando un caudal de salida (Q1) de 100 L/min (6 m^3/h), pasando antes por el maguito antirretorno MA6 y después por el MA3, así como por las válvulas de bola VB11 y VB13, hasta pasar por un caudalímetro, FT1, y llegar a la válvula de mariposa VMA2, que lo suministra hasta el Nexo de Unión. Todo el proceso mediante tuberías DN 40 PVC PRESIÓN.

Es importante recalcar que, el proceso de descarga del DE 10, tendrá la autorización para comenzar su descarga (indicado una vez esté lleno), cuando los depósitos de recepción DE 1 y DE 2 tengan un nivel inferior siempre al de él. En caso de que el nivel sea superior al de reserva, DE 1 > DE 10 o DE 2 > DE 10, no podrá abrirse la válvula VMA16, dado que se conseguiría un efecto no deseado.

Una vez el PEG haya sido suministrado hasta el Nexo de Unión, se da paso al siguiente sistema, el sistema de llenado.

2.10.4. Sistema de llenado

En último lugar, está el sistema de llenado. Éste comienza tras el paso de la mezcla que se da en el Nexo de Unión, es decir, el PEG + agua osmotizada + colorantes añadidos, aportando un caudal (Q3) de 66 m^3/h. Circula a través de tuberías DN 125 PVC PRESIÓN hasta la bifurcación en dos direcciones, interpuestas por dos válvulas de mariposa con actuador neumático, VMA5 y VMA6, cada una en un lado.

Teniendo en cuenta que ambos depósitos disponen de dos válvulas manuales de bola, VB28 y VB27, y de dos bocas rociadoras de limpieza, para el suministro a los depósitos DE 8 y DE 9 (de 3000L cada uno) puede darse por ambos caminos, por separado o conjuntamente.

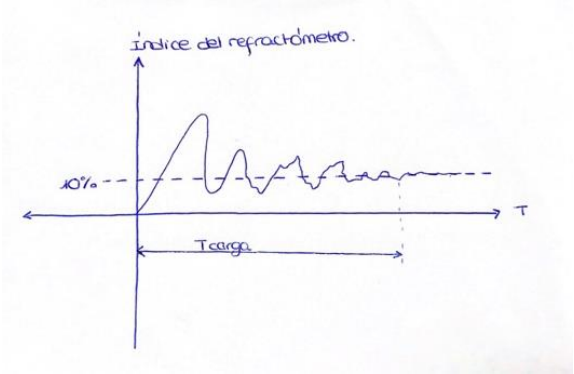
Existe así, el proceso de llenado primero de un depósito y a posteriori el otro, o ambos simultáneamente mediante la apertura y cierre de válvulas. En este caso, el

proceso se realizará de tal forma que primero se llene uno de los depósitos, DE 8, permaneciendo aún vacío el DE 9. Ambos depósitos disponen a su salida de dos vías de circulación cada uno, la primera dada por una válvula de mariposa con actuador neumático (VMA11 que corresponde al DE 8 y VMA10 para el DE 9) que dirigen la mezcla al sistema de recirculación, y la segunda vía es interpuesta por otras dos válvulas de mariposa con actuador neumático (VMA8 correspondiente al DE 8 y VMA7 al DE 9) siendo las encargadas de suministrar la mezcla, ya formada con su índice de concentración adecuado, a las llenadoras.

Este sistema da comienzo en el momento en el que, con VMA5 y VMA13 cerradas, la válvula de mariposa de actuador neumático, VMA6, permite el paso de la mezcla proveniente del Nexo de Unión al depósito DE 8 a través de la válvula de bola VB28 y la boca rociadora de dicho depósito. Disponiendo a su salida de dos vías de circulación, como se ha explicado anteriormente, se mantienen cerradas las válvulas VMA8 y VMA10, mientras que VMA11 se encuentra abierta permitiendo que la mezcla sea conducida por la primera vía, es decir, que comience su sistema de recirculación. Éste consiste en una circulación constante de la mezcla durante 4 vueltas al circuito de recirculación. Una vez la mezcla haya sido dirigida por VMA11, llega a otra válvula, en este caso una válvula de bola, VB29, que dará paso a la mezcla a ser impulsada por una bomba centrífuga, BC2, que aportará un caudal (Q4) de 1000 L/min (60 m^3/h). A su salida se encuentra otra válvula manual de bola, VB30. Todo siendo conducido por tuberías DN 110 PVC PRESIÓN.

El circuito cuenta con una válvula reguladora manual de aguja, VRA01, regulable y encargada de desviar el caudal Q4 en un porcentaje del 95%. Mientras, la VB30 conduce a su vez la mezcla a un refractómetro analizador, situado entre dos válvulas manuales de bola, VB31 y VB32.

Este analizador es el refractómetro (MOD UR 62) encargado de medir el índice de refracción y la concentración de la mezcla, de tal manera que, según la mezcla pase por él, emitirá la información mediante una representación gráfica. Adoptando una forma parecida a: (gráfica 1):



Gráfica 1: gráfica ejemplo índice de refracción y concentración. Fuente: elaboración propia.

Entendiendo en la gráfica parámetros como:

Tc: tiempo de carga

T: tiempo total

10%: concentración de polietilenglicol.

ir: índice de refracción y concentración del refractómetro.

Para indicar su nivel de pureza y realizar un mezclado adecuado se cuenta con un mezclador, M1, situado antes de las válvulas VMA12 y VMA13 de cada depósito. Este mezclador de triple acción Komax proporciona el nivel más alto de mezcla de cualquier mezclador estático, logrando una alta eficiencia.

Al principio la gráfica tomará unos valores de homogeneidad muy diferentes, debido a que la mezcla no está bien formada. Es por ello que, se da un circuito de recirculación estimado en 4 ciclos, donde la mezcla sigue circulando a través de tuberías DN 110 PVC PRESIÓN, volviendo al proceso de llenado del depósitos DE 8, en esta primera recirculación. Para esto, es necesario que la válvula de mariposa VMA12 se encuentre en una situación de apertura, al contrario que VMA13 que deberá estar cerrada, dejando llegar la nueva mezcla a DE 8, y comenzando de nuevo el ciclo descrito.

Esto ocurrirá hasta que el analizador represente unos valores estables, indicando que la mezcla está en el estado adecuado para la formación del líquido

anticongelante, y así dar señal a la válvula de carga de la llenadora la orden de inicio de llenado.

Una vez realizadas las 4 vueltas y con la obtención del índice de concentración óptimo, se da por acabado este primer proceso con el depósito DE 8 y a su vez se repite la secuencia con el depósito DE 9, cerrando las válvulas de mariposa, VMA6 y VMA12, y dando paso a la apertura de las válvulas de mariposa VMA5 y VMA13, para el llenado del depósito DE 9.

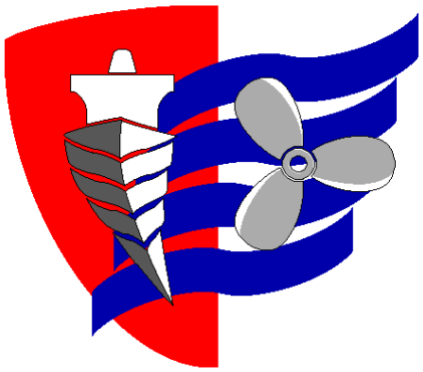
Con sus correspondientes válvulas, cerrando VMA11 y VMA7 y abriendo VMA10 para la primeria vía de circulación del depósito DE 9, VMA13 estará abierta hasta el momento de descarga del depósito a la llenadora en el que VMA10 permanecerá cerrada y VMA7 junto a VMA9se abiertas.

Este sistema proporciona una doble función, ya que mientras un depósito acepta la mezcla para su formación con la concentración adecuada y lo suministra a la llenadora, el otro depósito se encarga de empezar a recibir la mezcla proveniente del Nexo de Unión, para repetir el mismo proceso posteriormente. Esto permite el llenado de la mezcla nueva ya formada a las garrafas posicionadas en la llenadora para su suministro a los buques.

Ambos depósitos cuentan con un sensor de nivel cada uno, LT 1 en el depósito DE 8 y LT 2 en el DE 9. Es en este punto donde el sistema general se toma como realizado, las válvulas VMA5 y VMA13 se cerrarán impidiendo el paso de la mezcla proveniente del Nexo de Unión. A continuación se procede al llenado de anticongelante en las garrafas, para su posterior transporte al buque que requiera de este líquido.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Capítulo 3. ANEXO I

3. ANEXO I

3.1.1. Fichas técnicas de los elementos utilizados en la planta de la dosificación

maselli
PROCESS ANALYZERS

FICHA TÉCNICA nº 90034H4931

UNIDAD ANALÍTICA REFRACTOMÉTRICA mod. UR62 (IR02)

ESPECIFICACIONES OPERATIVAS	
Aplicación:	Medición de productos líquidos en líneas de proceso de la industria alimentaria, química, textil, petroquímica, etc., en instalaciones continuas o por cargas (batch). Si se combina con el Repartidor RC24, es posible ver y gestionar los datos medidos. La combinación UR62 – RC24 forma el conjunto IR02.
Tipo de medición:	Medida refractométrica en continuo del índice de refracción y conversión a la escala "BRIX" o "USER" de la concentración correspondiente, ya compensada en temperatura
Límites de medición:	1.3170...1.4907 nD (0...80 Brix)
Amplitud del campo de escala:	Mín. 0.0642 nD – Máx. 0.1577 nD Mín. 30 Brix – Máx. 80 Brix
Precisión:	0.6% de la escala total; máxima precisión ±0.0004 nD (±0.20 Brix) solo en configuración ***UR62***. Máxima precisión ±0.0002 nD (±0.10 Brix) en configuración con ***IR02***. El valor indicado en Brix se refiere a soluciones estándar de sacarosa
Escalas de medición:	"BRIX" o "USER"; la escala "BRIX" se refiere a las tablas de conversión nD/Bx ICUMSA (1974); la escala "USER" se puede configurar al realizar el pedido
Definición:	0.2 Brix ***(UR62)*** o 0.1 Brix ***(IR02)***
Temperatura del producto medido:	-25...+90 °C (-13...194 °F) con compensación automática de la temperatura medida por la sonda termométrica Pt1000 interna clase "A" según IEC751; el valor máximo depende del tipo de instalación (total o parcialmente sumergido, eventual sistema de acondicionamiento, etc.). Para temperatura de producto superior a 70 °C (158 °F), la introducción máxima del instrumento debe ser 30 mm. En la versión con sistema integrado de limpieza del prisma, la temperatura no supera los 50 °C (122 °F).
Temperatura máxima en higienización:	Agua caliente 95 °C (203 °F) durante 30' / vapor (0,5 bar) 110 °C (230 °F) durante 30'
Tiempo de respuesta al variar la temperatura:	2' / 10 °C (18 °F)
Presión relativa de línea:	máx. 10 bar (145 psi) a 20 °C (68 °F) máx. 8 bar (116 psi) a 90 °C (194 °F)

ESPECIFICACIONES GENERALES	
Alimentación	***Eléctrica:*** CA 24V ±10%, 50...60Hz, 80mA CC 24V ±10%, 80mA Caja de interconexiones sin alimentador (opcional): Alimentación según características de UR62. Conexión mediante regleta Caja de interconexiones con alimentador (opcional): L/N/PE CA 85...264 V 50...60 Hz 24 W Conexión mediante regleta ***Neumática:*** (solo si incorpora limpiador automático): Aire deshidratado 4...8 bar (58...116 psi) Conexión mediante "conexión rápida" para tubo de 6x4 mm de diámetro
Interfaz	***Analógicas:*** 4...20mA en 470Ω / proporcional "a fases" con definición 0.2 Brix ***(UR62)*** o 0.1 Brix ***(IR02)*** ***Digitales:*** RS485 para conexión a PC de programación ***Digitales: (solo IR02)*** RS485 configurable con protocolo: OPTO22 LABTECH

	MASELLI para conexión a la unidad de mando remoto “CM00” (Multilab) PROFIBUS DP o ETHERNET/IP (opcional) ***Salidas*: *(solo UR62)*** 2 salidas de relé para alarma y 1 salida de relé para control del sistema de limpieza, con contactos de CC/CA 24 V / 500 mA ***Entradas: (solo IR02)*** 2 entradas configurables ***Salidas***: 1 salida de relé para señalización de alarma 1 salida de relé configurable para señalización de alarma o regulación con tiempo proporcional Los contactos poseen una capacidad máxima de 1 A / 24 V CC/CA
Nota:	***UR62:*** Todas las conexiones de alimentación y señal se efectúan a través de un conector circular metálico M12 de 12 polos insertado en el instrumento; se suministra un cable multipolar blindado con conector volante de 12 polos para la conexión externa. ***IR02:*** Interfaces optoaisladas de la alimentación (VDE0160) y configurables desde el teclado. Las conexiones se han de realizar utilizando conectores.

CARACTERÍSTICAS DE FABRICACIÓN UR62	
Estructura:	Caja monobloque de acero inoxidable AISI 316, para la instalación en línea de proceso mediante adaptador específico
Sección de medición:	Prisma de medición de “espinela”. Fuente luminosa de "LED" compensado electrónicamente. Elemento de medición “CCD” de 2546 píxeles. Sonda termométrica “Pt1000” instalada dentro del equipo. Sistema integrado de limpieza del prisma mediante actuador eléctrico.
Nota:	La parte óptica del aparato está deshumidificada mediante un cartucho deshidratante con tamiz molecular
Sección electrónica:	Unidad central “CPU” con microprocesador programable mediante “Software Utility” dedicado, para la configuración y la programación de los umbrales de alarma, de la histéresis, de la puesta a cero y del cambio de escala. Sensor de temperatura y humedad interno para la medición continua de la temperatura y de la humedad, con activación de alarma.
Materiales en contacto con el producto	Estructura de acero inoxidable AISI 316. JUNTA TÓRICA de Kalrez 6230 (bajo pedido de Kalrez 6375 o 6380) y VITON FKM 75.5. Prisma de medición de “espinela”. Cepillo del limpiador de EPDM.
Accesorios:	Conexión para instalación en línea o By-Pass, en acero inoxidable AISI 316 con conexiones Tri-Clamp® u otro tipo en función de la aplicación. Sistema de acondicionamiento para circulación forzada del aire de refrigeración.
Dimensiones y peso:	Ø38.5 (b) x 173 (p), 500 g

CARACTERÍSTICAS DE FABRICACIÓN RC24	
Estructura:	Caja de ABS (UL94HB) RAL 7035 para montaje en cuadro o en pared
Función:	Gestión del sistema, procesamiento de datos, interfaz operador, interfaz con unidad de análisis, interfaz con elementos auxiliares y con sistemas de procesamiento.
Sección electrónica:	Unidad central “CPU” con microprocesador con software de gestión en memoria flash y actualización desde PC; comunicación, interconexión con unidad de análisis mediante protocolo serie RS485. Indicación de medida, visualización de menú software, menú de diagnóstico, mensajes de error e iconos de señalización del estado de funcionamiento mediante display gráfico retroiluminado LCD 320x240 puntos en color con función “LCD Saving” y pantalla táctil. Software de programación con 3 niveles, protegidos por contraseña, y menú Check. 6 idiomas de visualización de los menús y los mensajes (italiano, inglés, español, francés, alemán, chino). Temperatura de proceso expresada en “°C” o “°F” y presión en “kg/cm^2“ o “psi”. Disponibilidad para memorizar y mostrar en todo momento las “recetas” que contienen los parámetros de producción.

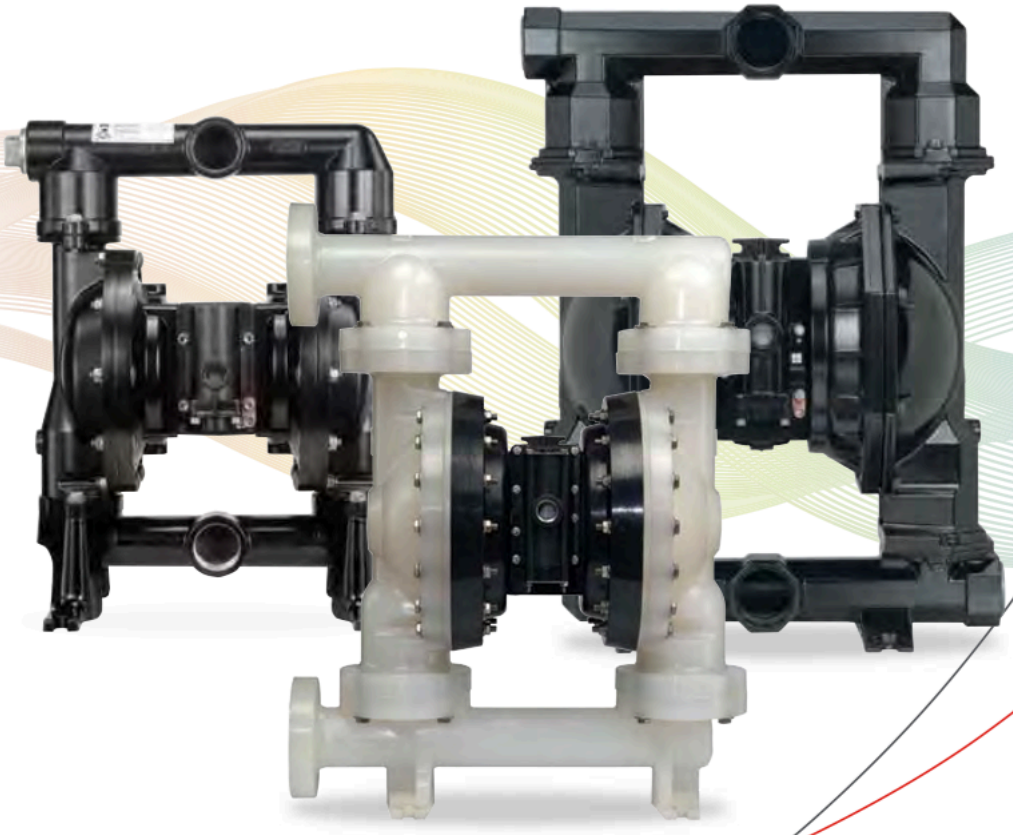
Accesorios:	Placa para el montaje en el cuadro RC24.
Dimensiones y peso:	200 (b) x 120 (h) x 90 (p), 1.2 kg

ESPECIFICACIONES TÉCNICO NORMATIVAS	
Características ambientales	***Límites de temperatura:*** Ambiente: -10...+45 °C (14...113 °F) Protegido contra los rayos solares directos en aplicaciones al aire libre Almacenamiento: -20...+70 °C (-4...+158 °F) ***Límites de Humedad:*** Ambiente: 5%...95% (H.R. sin condensación) Almacenamiento: 5%...95% (H.R. sin condensación) ***Límites de altitud:*** <2000 m s.n.m. ***Grado de protección:*** IP67 según EN60529 con conector/protección incluida ***(UR62)*** IP 65 según EN60529 ***(RC24)***
Conformidad con directivas:	EMC: 2014/30/UE CE: REGLAMENTO 1935/04/CE Marcado CE de conformidad con lo dispuesto por las Directivas UE.

ARO®

BOMBAS DE DIAFRAGMA DE LA SERIE EXPERT

PUERTOS DE FLUIDO DESDE 1" HASTA 3"



Ingersoll Rand

Bombas de diafragma accionadas por aire ARO®

Las bombas de diafragma accionadas por aire ARO®, que han demostrado su desempeño en campo y cuentan con el respaldo de una garantía de 5 años líder en la industria, constituyen una solución de manejo de fluidos realmente versátil para diversas aplicaciones. ARO®, famosa por la eficiencia, la fiabilidad y el caudal de sus bombas, así como su amplia cartera de materiales y opciones de puertos, tiene las bombas ideales para un servicio consistente en las situaciones más exigentes. Las bombas de diafragma ARO® vienen en distintos materiales.

Todas las bombas ARO® están disponibles con diafragmas contorneados que prolongan la vida útil y reducen el mantenimiento necesario.

Materiales metálicos:
- Aluminio
- Hierro fundido
- Acero Inoxidable
- Hastelloy®

Materiales no metálicos:
- Polipropileno
- Polipropileno conductivo
- Acetal
- PVDF
- PVDF Conductivo

El valor de las bombas de diafragma accionadas por aire ARO®

- Diseño sin sellos
- Manejan materiales abrasivos, sólidos y corrosivos
- Transferencia delicada de fluidos
- Bajo nivel de cizallamiento
- Pueden funcionar en seco sin daños
- Portátiles
- Autocebantes
- Fáciles de instalar

Asistencia técnica y de productos de ARO®

Cada producto ARO® cuenta con el respaldo de un equipo sumamente calificado de ingenieros dedicados a diseñar productos que promuevan el éxito alrededor del mundo. Dado que los productos ARO® están diseñados para ser lo más simples posible, los clientes obtienen un servicio eficiente y un desempeño óptimo, lo que se traduce en un excepcional costo total de propiedad.

En ARO®, hacemos que el éxito fluya

Bombas de diafragma accionadas por aire ARO®

Las bombas de diafragma accionadas por aire están diseñadas para uso general. Estas pueden bombear fácilmente desde fluidos limpios de viscosidad ligera hasta fluidos corrosivos, abrasivos de viscosidad media y pueden transferir grandes partículas sin causar daño. Debido a su motor neumático, estas se podrían utilizar en áreas potencialmente explosivas. La mayoría de las bombas de diafragma ARO® cuenta con certificación ATEX (CE Ex11 2GD X).

Estas bombas ofrecen la capacidad para variar la salida de flujo y la presión de descarga tan baja como 0.26 galones (1 litro) por minuto hasta 275 galones (1041 litros) por minuto para nuestros tamaños más grandes y ajustan la presión de fluido hasta 125 psi. (8.6 bares), usando solo un filtro de aire / regulador y una válvula de aguja.

La variedad de bombas de diafragma ARO® ofrece muchos materiales de construcción. Nuestra oferta metálica está compuesta de aluminio, hierro fundido, acero inoxidable y hastelloy®. Nuestra oferta no metálica está compuesta de polipropileno, acetal y fluoruro de polivinilideno (PDVF). Todas las bombas ARO® están disponibles con diafragmas corrugados que ofrecen una larga vida útil del producto y mantenimiento reducido.

¿Por qué bombas de diafragma ARO®?

- Diseño sin juntas
- A prueba de explosión
- Poca generación de cizallamiento en el material
- Facilidad de mantenimiento
- Puede funcionar en seco sin daños
- Portátil
- Cebado automático
- Fácil de instalar

Encuentre su oportunidad EXP

ARO® PIEZAS AUTÉNTICAS ARO

Las piezas auténticas ARO®, construidas y diseñadas exactamente por ARO®, son las únicas piezas de repuesto en las que puede confiar para devolver a su equipo ARO® el rendimiento y la calidad originales, al mismo tiempo que respalda su garantía.

Si bien una pieza puede parecerse a una pieza ARO®, a menos que lleve el nombre de pieza auténtica ARO® y haya sido comprada a uno de nuestros distribuidores autorizados, no lleva la promesa de ARO® y corre el riesgo de tener propiedades químicas, metalúrgicas y mecánicas inferiores.

No arriesgue el tiempo de inactividad. Use siempre piezas auténticas ARO®.

Visite AROzone.com para obtener más información.

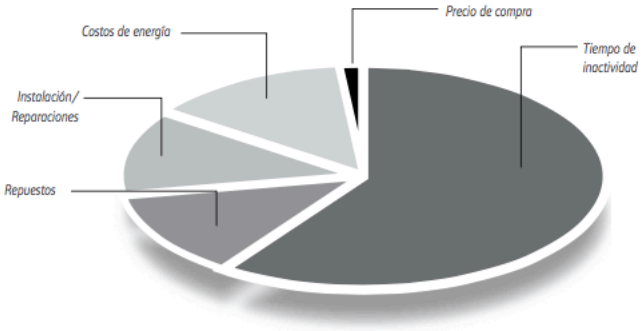
¿Por qué bombas de diafragma ARO®?

El precio de compra de una bomba de diafragma tradicional es la pieza más pequeña del costo de propiedad total de la bomba. También se deben considerar los costos por tiempo de inactividad, costos de energía, costos de piezas y costos laborales. Agregue todos estos costos y está tratando con un compromiso financiero considerable que es complicado de aceptar con cada trimestre que pasa. Con las bombas de diafragma de la serie EXP, puede dividir el costo de propiedad total hasta un tamaño mucho más aceptable. En esto es lo que consiste "solucionar un problema"; brindar productos inteligentes que no solo demuestren un rendimiento superior, sino que también ganen continuidad mientras están en eso.

EXP (ARO®) vs. competidor líder "Costo total de propiedad"

- **Sujetos de prueba:** Construcción de aluminio de 2" (puertos) con elastómeros de santoprene.
- **Funcionamiento de la bomba:** 4 horas al día (intermitente)/300 días al año = 1200 horas
- **Rendimiento de la bomba:** 150 GPM a 25 PSI (contrapresión)
- **Costo de energía:** $0.063 por kilovatio-hora
- **Ventaja de CFM de aire de EXP:** 37 a 100 GPM

Ahorro del costo total de propiedad de EXP por bomba por año: $742.00



Nota: Prueba de bombas según los lineamientos de prueba para bombas accionadas por aire de AINSI/Instituto Hidráulico (10.6). Todas las pruebas se realizaron en modelos nuevos y originales. Ambas bombas se probaron en el Instituto Hidráulico (HI, por sus siglas en inglés) según el ciclo de prueba a contrapresión de 25 PSI, bombeando 150 galones por minuto. El fluido que se bombeó era agua. Para obtener información del procedimiento y los lineamientos de la prueba, comuníquese con el fabricante.

Fiabilidad de EXP

Problemas tradicionales del tiempo de inactividad	Solución EXP de ARO®	Beneficios
Congelación de la bomba	Válvula Quick Dump™	Tiempo de inactividad de la congelación eliminada
Paro de la bomba	Válvula de aire desequilibrada / Válvula Simul-Shift™	Período de uso de producción del proceso
Falla del diafragma	Diafragmas corrugados	Hasta 4 veces más de duración de los diafragmas tradicionales
Corrosión del motor neumático debido a un ataque químico	Construcción termoplástica diseñada	Vida prolongada de la bomba
Fuga de la bomba	Construcción atornillada diseñada	Cero tiempo de inactividad por fugas, ambiente más limpio y seguro, ahorro de materiales

Eficacia de EXP

"Soplo" de aire comprimido causado por un diseño inferior	Sello positivo, válvula "D" de cerámica	No se desperdicia energía durante la bomba en reposo
Eficiencia energética deficiente	Válvulas Quick Dump Válvulas Simul-Shift	Costos de energía más bajos

Facilidad de mantenimiento de EXP

Trabajo/tiempo: Retiro y reemplazo de las bombas Dañadas Trabajo/tiempo: Desensamble y reemplazo de las piezas Dañadas Kits de mantenimiento incompletos o complejos	Piezas desgastadas duraderas, es decir Diafragmas corrugados Válvula de aire principal de acceso fácil Equipos de mantenimiento simplificados	Costos de piezas y trabajo reducidos considerablemente

TRIPLE ACTION STATIC MIXER

The Komax Triple Action Mixer provides the highest level of mixing of any static mixer. These “In Stock” mixers feature very high mixing efficiency with short mixing length. The Komax motionless mixer achieves high efficiency through triple action mixing. They are designed for use where additives to the main pipeline flow have already been introduced upstream of the mixer.

The simple, three-step design procedure shown below allows the rapid choice of line size, number of mixing elements, and pressure drop. Available from stock, mixers are supplied with two, three, or four mixing elements.

Materials of construction are carbon steel, 316 stainless steel, PVC, and fiberglass. Mixers are listed on the “M” Series and “A” series pages.

A unique flow straightener is built right into each mixer to eliminate any downstream centrifugal effects. This allows sensing probes to be located directly downstream of the unit. The additive port on the “A” series mixers may be used for a threaded connection to a male pipe thread, or converted to a flanged connection using a nipple and a threaded flange.

Custom configurations of these mixers are available and include multiple ports, different end fittings including grooved and plain ends, and different style mixing elements. Contact Komax for your custom quote!

The Triple Action Mixer includes 3 distinct types of mixing:

Two by Two Division

KOMAX mixers divide and re-divide the process stream with a series of elements set at right angles to each other. Each element doubles the number of previous divisions. Twenty elements produce over a million divisions and re-combinations.

Cross Current Mixing

Special cavities randomize the distribution of material by DIRECT STREAM IMPINGEMENT. This enhances and optimizes the two-by-two division process to make it truly effective.

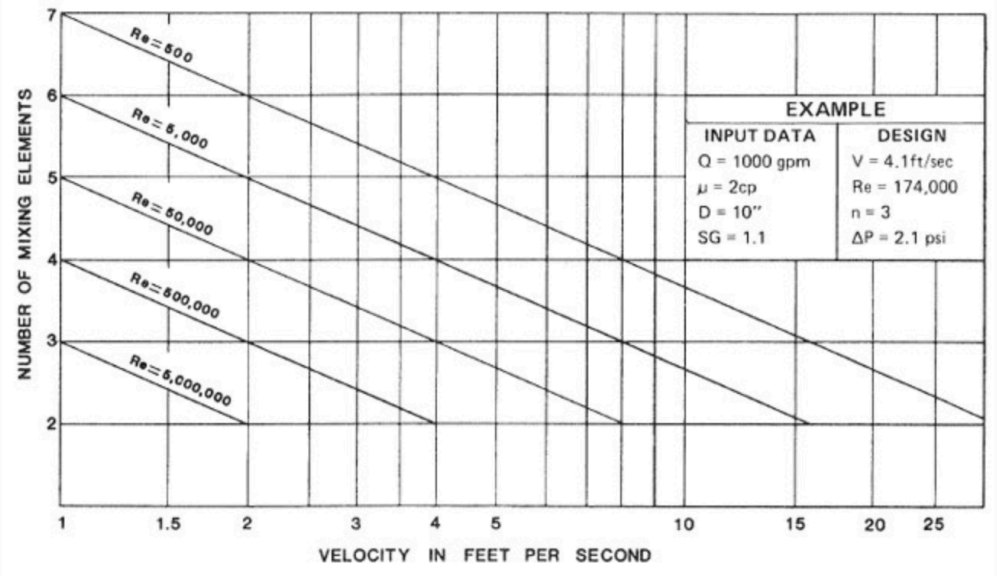
Counter-Rotating Vortices & Back-Mixing

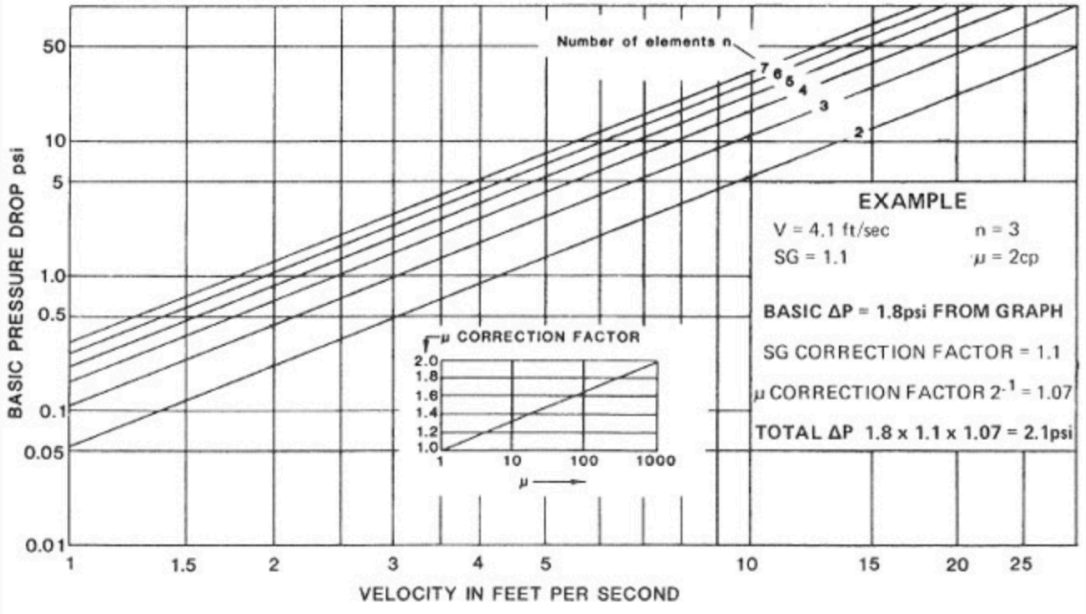
Under turbulent flow, both sides of each KOMAX element produce elliptical vortices rotating in opposite directions. This eliminates the streaming or tunneling effects associated with early static mixer designs. In addition, an optimum degree of BACK-MIXING occurs as material is orbited in the vortex from the front to the back of an element before continuing downstream. This produces a substantial improvement in mixing efficiency.

Sizing a Static Mixer

Use the following three simple steps to solve most turbulent flow mixing problems

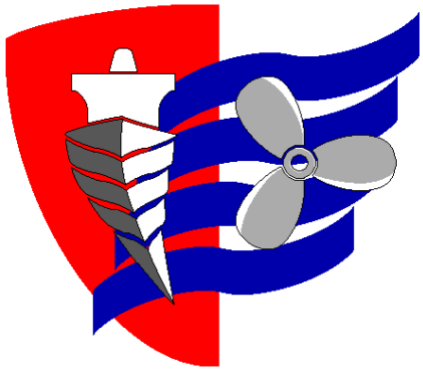
- Calculate the Reynolds number Re from Re = 3157QS/μD, and velocity from V = .408Q/D2 feet/sec. where Q = flow rate in US gpm, S = specific gravity, μ = viscosity in cp, and D = pipe inside diameter in inches.
- Enter the first graph at the calculated velocity, and move up to the calculated Reynolds number region. Now, move horizontally to the left and read the required number of elements. Round to the nearest upper number.
- Enter the next graph at the velocity value and move up to the line corresponding to the number elements. Move horizontally left to read the basic pressure drop. Correct for specific gravity and viscosity.




Number of elements n
7
6
5
4
3
2
BASIC PRESSURE DROP psi
50
10
5
1.0
0.5
0.1
0.05
0.01
1
1.5
2
3
4
5
10
15
20
25
VELOCITY IN FEET PER SECOND
μ CORRECTION FACTOR
2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
1
10
100
1000
μ
EXAMPLE
V = 4.1 ft/sec
n = 3
SG = 1.1
μ = 2cp
BASIC ΔP = 1.8psi FROM GRAPH
SG CORRECTION FACTOR = 1.1
μ CORRECTION FACTOR 2^{-1} = 1.07
TOTAL ΔP 1.8 x 1.1 x 1.07 = 2.1psi

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Capítulo 4. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

4. CÁLCULOS HIDRAÚLICOS

La instalación cuenta con diversas tuberías y conductos a través de los cuales, tanto la materia del PEG, como el agua osmotizada y los colorantes, circulan constantemente. Por tanto, se debe tener en cuenta las pérdidas de carga en dichos conductos y tuberías.

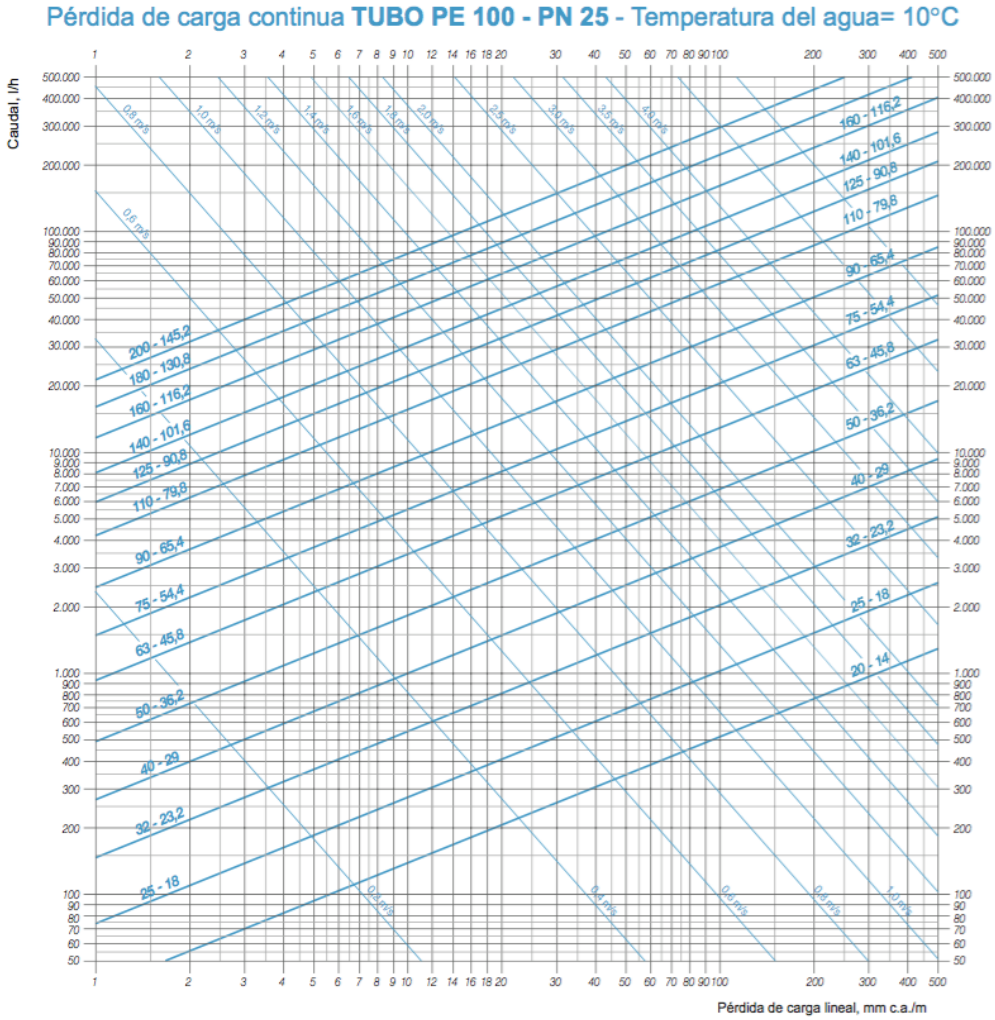
Para realizar el cálculo, se utilizan diferentes "Tablas de pérdidas de carga continua". Son tablas en las que se muestra, como su nombre indica, la pérdida de carga continua del agua (r) en relación al diámetro de los tubos (D) y al caudal (Q).

Típicamente, estas tablas reflejan también la velocidad del agua, que sirve además para determinar la pérdida de carga localizada y los límites a partir de los cuales el flujo de agua puede llegar a ser demasiado ruidoso y causar vibraciones.

Es importante poner en conocimiento que, las pérdidas de carga dependen también de la variación de la temperatura del agua, ya que el aumento de la temperatura del agua hace disminuir la densidad y la viscosidad del agua, lo que permite el desplazamiento del agua en el interior de los tubos con mayor facilidad, por tanto menor pérdida de carga.

Para realizar los cálculos hidráulicos, se han utilizado a su vez, los correspondientes diagramas de pérdidas de carga continua (Gráfica 2). Estos diagramas han sido desarrollados mediante escalas logarítmicas con las pérdidas de carga continua sobre el eje de abscisas y el caudal sobre el eje de ordenadas. Se entiende por tanto como una red de rectas perpendiculares entre sí, que representan la velocidad del agua y el diámetro de las tuberías.

Existen otras pérdidas, las llamadas pérdidas de carga localizadas, éstas son debidas a la presencia de piezas especiales en la red de tuberías que hacen vibrar la dirección o sección por donde circule el fluido.



Gráfica 2: Diagrama de pérdidas de carga continuas. Fuente: Tablas de pérdidas de carga. PRESSMAN.

4.1. **Diferentes tipos del cálculo de pérdidas:**

- Método directo: se utilizan coeficientes que dependen de la forma y dimensiones de las piezas especiales.
- Método del caudal nominal: para cada pieza especial recurre al valor de su caudal nominal, es decir, al caudal que le corresponda para una pérdida de presión unitaria predefinida.
- Método de la longitud equivalente: se trata de sustituir cada pieza especial, por un tramo lineal de tubo equivalente que da la misma pérdida de carga.

4.2. Realización de los cálculos

Para los cálculos realizados se ha utilizado el primer método, el método directo, siendo suficientemente exacto y fácil de utilizar en la práctica.

Con este método las pérdidas de carga localizadas las podemos calcular mediante la fórmula:

$$z = \xi \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2}$$

Donde:

Z = pérdida de carga localizada, Pa.

ξ = coeficiente de pérdida de carga, adimensional.

ρ = peso específico del agua, kg/m^3.

V = velocidad media del agua, m/s.

De tal manera que, expresando las pérdidas de carga en unidades de uso práctico (mm.c.a) la fórmula queda:

$$z = \xi \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2 \cdot 9{,}8}$$

Para determinar el valor del coeficiente de pérdida de carga (ξ) de la red de distribución de los conductos de la instalación (codos, piezas T), se han utilizado las "Valor de coeficiente de pérdidas de carga localizadas (ξ)", (Tabla 2), que indican el valor del coeficiente relativo a los accesorios en conductos más empleados en las instalaciones según el diámetro. Teniendo en conocimiento la forma que adapta la tubería en cada sección tomada, o bien en qué dirección circula el caudal que pasa por esa sección, junto con el diámetro del tubo se obtiene el valor del coeficiente de pérdida de carga.

Diámetro interno tubo de acero inox, cobre y material plástico			8 ÷ 16 mm	18 ÷ 28 mm	30 ÷ 54 mm	> 54 mm
Diámetro del tubo de acero			3/8" ÷ 1/2"	3/4" ÷ 1"	1 1/4" ÷ 2"	> 2"
Tipo de resistencia localizada		Símbolo				
Curva estrecha a 90°	r/d = 1,5		2,0	1,5	1,0	0,8
Curva normal a 90°	r/d = 2,5		1,5	1,0	0,5	0,4
Curva larga a 90°	r/d > 3,5		1,0	0,5	0,3	0,3
Curva estrecha en U	r/d = 1,5		2,5	2,0	1,5	1,0
Curva normal en U	r/d = 2,5		2,0	1,5	0,8	0,5
Curva larga en U	r/d > 3,5		1,5	0,8	0,4	0,4
Ampliación			1,0			
Reducción			0,5			
Derivación simple con T a 90°			1,0			
Confluencia simple con T a 90°			1,0			
Desviación doble con T a 90°			3,0			
Confluencia doble con T a 90°			3,0			
Derivación simple con ángulo inclinado (45° - 60°)			0,5			
Confluencia simple con ángulo inclinado (45° - 60°)			0,5			
Derivación con con curva divisoria			2,0			
Confluencia con curva de llegada			2,0			

Tabla 2: Valor del coeficiente de pérdida de carga localizada (red de distribución). Fuente: PRESSMAN.

Lo mismo ocurre para hallar el valor del coeficiente según el número y tipo de válvulas existentes en cada sección de tubos. Por tanto, conociendo las válvulas utilizadas y el diámetro del tubo, se obtiene el coeficiente mediante la siguiente Tabla 3:

Diámetro interno del tubo de acero inox, cobre y material plastico / Diámetro exterior del tubo de acero		8 ÷ 16 mm 3/8" ÷ 1/2"	18 ÷ 28 mm 3/4" ÷ 1"	30 ÷ 54 mm 1 1/4" ÷ 2"	> 54 mm > 2"
Tipo de resistencia localizada	**Símbolo**				
Válvula de corte directo		10,0	8,0	7,0	6,0
Válvula de corte inclinada		5,0	4,0	3,0	3,0
Saracinesca de paso reducido		1,2	1,0	0,8	0,6
Saracinesca de paso total		0,2	0,2	0,1	0,1
Válvula de esfera paso reducido		1,6	1,0	0,8	0,6
Válvula de esfera paso total		0,2	0,2	0,1	0,1
Válvula de mariposa		3,5	2,0	1,5	1,0
Valvola antirretorno		3,0	2,0	1,0	1,0
Válvula para emisor térmico directa		8,5	7,0	6,0	—
Válvula para emisor térmico en escuadra		4,0	4,0	3,0	—
Detentor directo		1,5	1,5	1,0	—
Detentor en escuadra		1,0	1,0	0,5	—
Válvula de cuatro vías		6,0		4,0	
Válvula de tre vías		10,0		8,0	
Paso a través de radiador		3,0			
Paso a través de caldera de suelo		3,0			

Tabla 3: Valor del coeficiente de pérdida localizada (componentes de la instalación). Fuente: PRESSMAN.

Teniendo en conocimiento esto, para la realización de los cálculos, la instalación ha sido dividida en varios tramos:

Para los tubos DN 110 PVC PRESIÓN: A0-A1, A1-A2, A2-A3,A3-A4 y N1-N2.

Para los tubos DN 125 PVC PRESIÓN: R0-R1.

Para los tubos DN 50 PVC PRESIÓN: V0-V1.

Para los tubos DN 40 PVC PRESIÓN: N0-N1, N2-N3, N3-N4 y N4-N5.

En la tabla (Tabla 4) en la que han sido realizados los cálculos hidráulicos, se especifican todos los coeficientes necesarios para los cálculos finales.

Estos coeficientes son:

Q = caudal que atraviesa el tramo especificado (m^3/h).

D = diámetro de los tubos de cada tramo (mm).

Vel = velocidad con la que circula el fluido a través de los conductos (m/s).

L = longitud total del tramo de tuberías seleccionado (m).

Codos = número de codos existentes en dicha sección.

Val. Bola = número de válvulas de bola existentes en dicha sección.

Val. Marip = número de válvulas de mariposa existentes en el tramo seleccionado.

Val. Ret. = número de válvulas de retención/reguladoras manuales de aguja.

T = número de piezas con forma de "T" existentes en el tramo seleccionado.

ξ codos= coeficiente de pérdida de carga en los codos.

ξ válvulas = coeficiente de pérdida de carga de válvulas.

ξ T_S = coeficiente de pérdida de carga de las piezas T.

ξ T = coeficiente total de pérdidas de carga. Sumatorio de os diferentes coeficientesde pérdidas de carga existentes.

Pdc = pérdidas de carga en unidades de uso práctico (mm.c.a).

Hg = altura geométrica (mm).

Z = pérdidas de carga localizadas (mm).

Pdc lineal = pérdidas de carga lineales (mm).

Pdc tot = pérdidas de carga totales (mm).

Respecto a las pérdidas, se definen las fórmulas necesarias empleadas para su resolución:

Pérdida de cargas localizadas (mm):

$$z = \xi \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2 \cdot 9{,}8}$$

Pérdidas de cargas lineales (mm):

Pdc lineal = Longitud (m) · Pdc (mm.c.a)

Pérdidas de carga totales (mm):

Pdc tot= Z + Pdc. Lineales + Hg

Las secciones han sido tomadas según los caminos:

A0-A1: desde la salida del tanque DEMI DE 3 hasta la bomba centrífuga BC 1.

A1-A2: desde la salida de la bomba centrífuga hasta el Nexo de Unión.

R0-R1: desde el Nexo de Unión hasta los depósitos DE 8 y DE 9.

V0-V1: desde la salida de DE 8 y DE 9 hasta la llenadora.

N0-N1: desde los depósitos PEG (1000 L) hasta la unión con tuberías DN 110.

N1-N2: tramo de manguera de diámetro 110 que une las tuberías de 40 mm.

N2-N3: desde el tramo N0-N1 hasta el punto de unión de tuberías.

N3-N4: desde salida BN1 hasta el Nexo de Unión, pasando por VB4,VB8,VB12, VB13 y VMA2.

N4-N5:camino desde VB4 hasta depósito de recepción de PEG DE 10.

N5-N6: camino desde la entrada a BN1 hasta VMA15. Pasando por VB5, VB9, VB14 YVMA17.

Tabla 4: Cálculos hidráulicos.

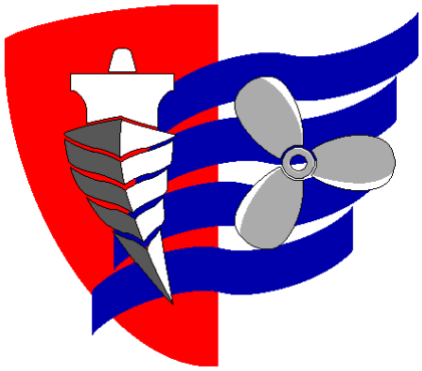
TRAMO	Q (m^3 /h)	D (mm)	Vel.(m/s)	L (m)	Codos	Val. Bola	Val.Marip	Val.Ret	T	Σ CODOS	Σ VÁLVULAS	Σ Ts	Σ Total	Pdc/m (mmca)	Pdc lineales(mm)	HG	Z (mm)	Pdc tot (mm)
A0-A1	60	110	1,754	5,84	5	1	1	0	0	2	1,1	0	3,1	25	146	9785	486,0	10417,0
A1-A2	60	110	1,754	34,7	8	2	1	1	2	3,2	1,2	2	6,4	25	867,5	3060	1003,3	4930,8
R0-R1	66	125	1,494	13,73	12	2	2	0	2	4,8	2,2	2	9	28	384,44	1271	1023,8	2679,2
V0-V1	15	50	2,122	2,41	2	0	3	0	1	0,8	3	1	4,8	96	231,36	325	1101,7	1658,1
A2-A3	60	110	1,754	6,58	7	1	2	0	1	2,8	2,1	1	5,9	25	164,5	800	924,9	1889,4
A3-A4	60	110	1,754	3,59	3	3	2	0	0	1,2	2,3	0	3,5	25	89,75	1555	548,7	2193,4
N0-N1	6	40	1,326	2,5	1	1	0	0	0	0,4	0,1	0	0,5	40	100	0	44,8	144,8
N1-N2	6	110	0,175	0,7	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0,5	0,35	0	1,6	1,9
N2-N3	6	40	1,326	3,5	2	1	0	0	1	0,8	0,1	1	1,9	45	157,5	1011	170,3	1338,8
N3-N4	6	40	1,326	33,03	8	4	1	0	4	3,2	1,9	4	9,1	45	1486,35	3215	815,9	5517,2
N4-N5	6	40	1,326	19,54	4	1	1	0	3	1,6	1,6	3	6,2	45	879,3	9514	555,9	10949,2
N5-N6	6	40	1,326	9,76	3	3	2	0		1,2	3,3	5	9,5	45	439,2	9514	851,7	10804,9

Tabla 4: Cálculos hidráulicos. Fuente: elaboración propia.

Con las fórmulas y las componentes definidas, conocidas las gráficas y tablas a emplear, se realizan los cálculos pertinentes, obteniendo los resultados representados en la Tabla 4.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Capítulo 5. PLANOS

5. ÍNDICE DE PLANOS

A continuación se muestran los planos pertinentes a la instalación de dosificación, además de las vistas tomadas de la representación en 3D de la planta.

5.1. **Situación**

5.2. **Esquema de principio**

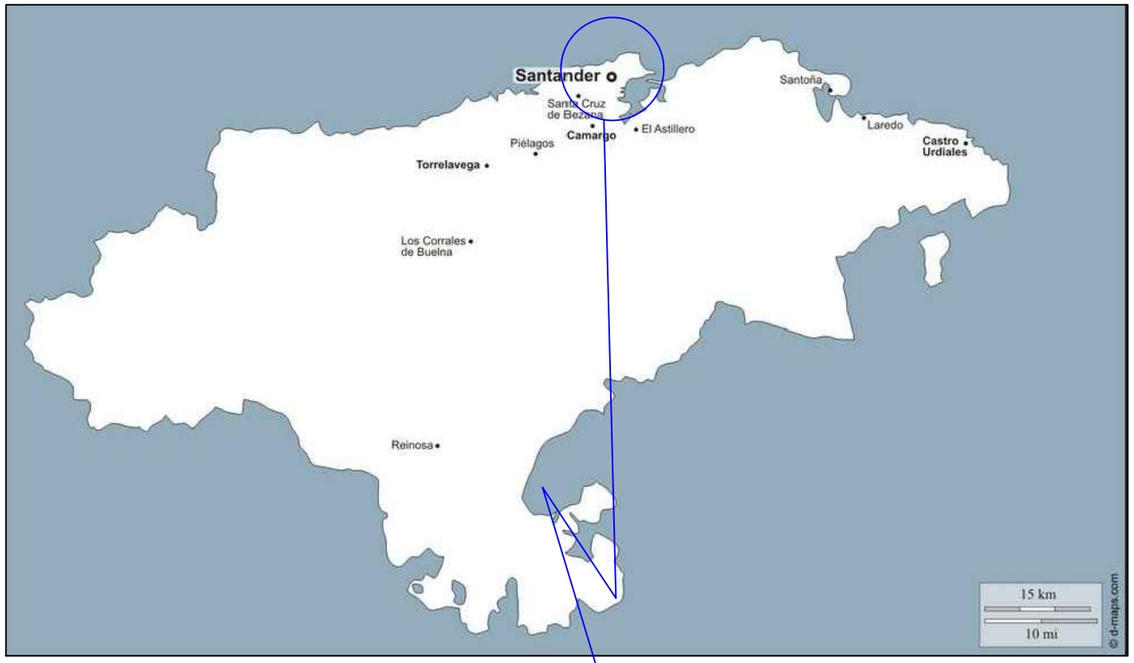
5.3. **Alzado Instalaciones**

5.4. **Planta Instalaciones**

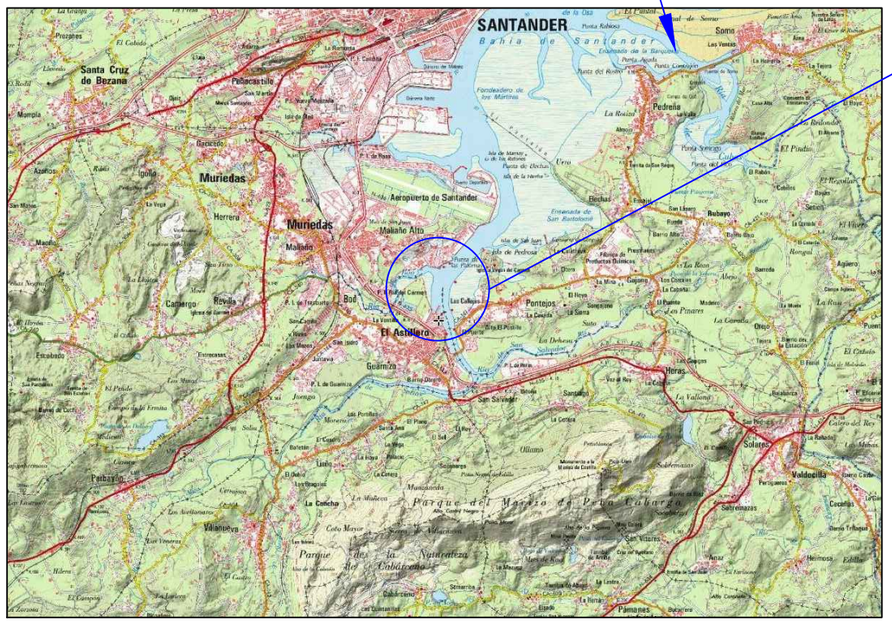
5.5. **Vista 3D (1)**

5.6. **Vista 3D (2)**

Comunidad Autónoma de Cantabria



El Astillero (Cantabria)



SITUACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Autor:	El autor del TFG
Proyecto:	DISEÑO DE PLANTA DE DOSIFICACIÓN DE LÍQUIDO ANTICONGELANTE PARA EL SUMINISTRO A BUQUES
Nombre:	Situación
Escala: s/e	Fecha: 19/02/2021 Form.: A3 Nº hoja: 1

UC UNIVERSIDAD DE CANTABRIA — E.T.S. NÁUTICA SANTANDER

LEYENDA	
¼" TUBO POLIETILENO	
DN 40 . PVC PRESIÓN	
DN 50 . PVC PRESIÓN	
DN 110 . PVC PRESIÓN	
DN 125 . PVC PRESIÓN	

VB: Válvula manual de bola.

VMA: Válvula mariposa con actuador neumático.

VMA se: Válvula mariposa con actuador neumático de simple efecto.

VRA: Válvula reguladora manual de aguja.

FT: Caudalímetro.

BN: Bomba neumática.

BC: Bomba centrífuga.

BP: Bomba peristáltica.

AG: Agitador.

M: Mezclador.

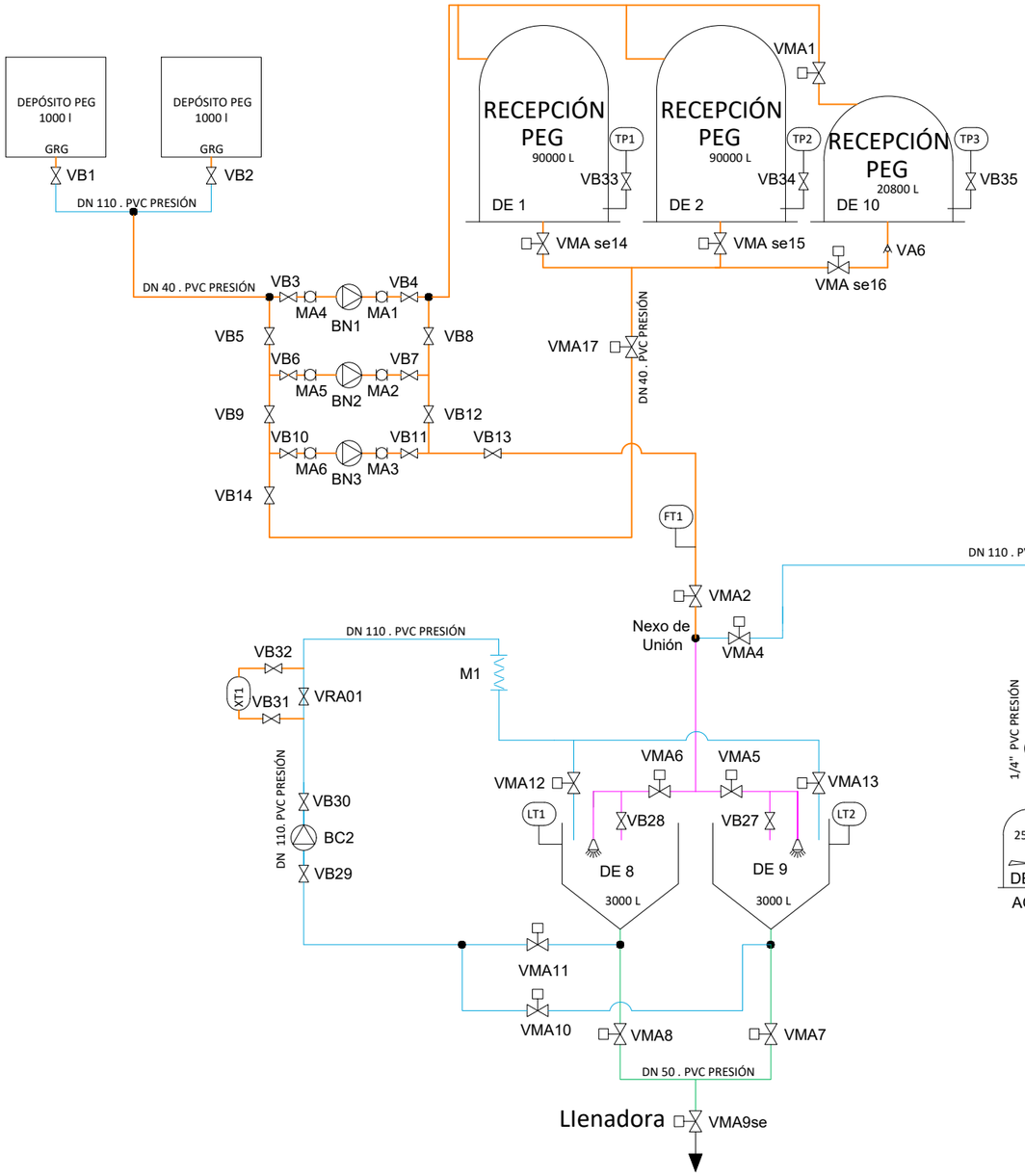
XT: Analizador.

VA: Válvula antirretorno.

LT: Sensor de nivel

TP: Transmisor de presión

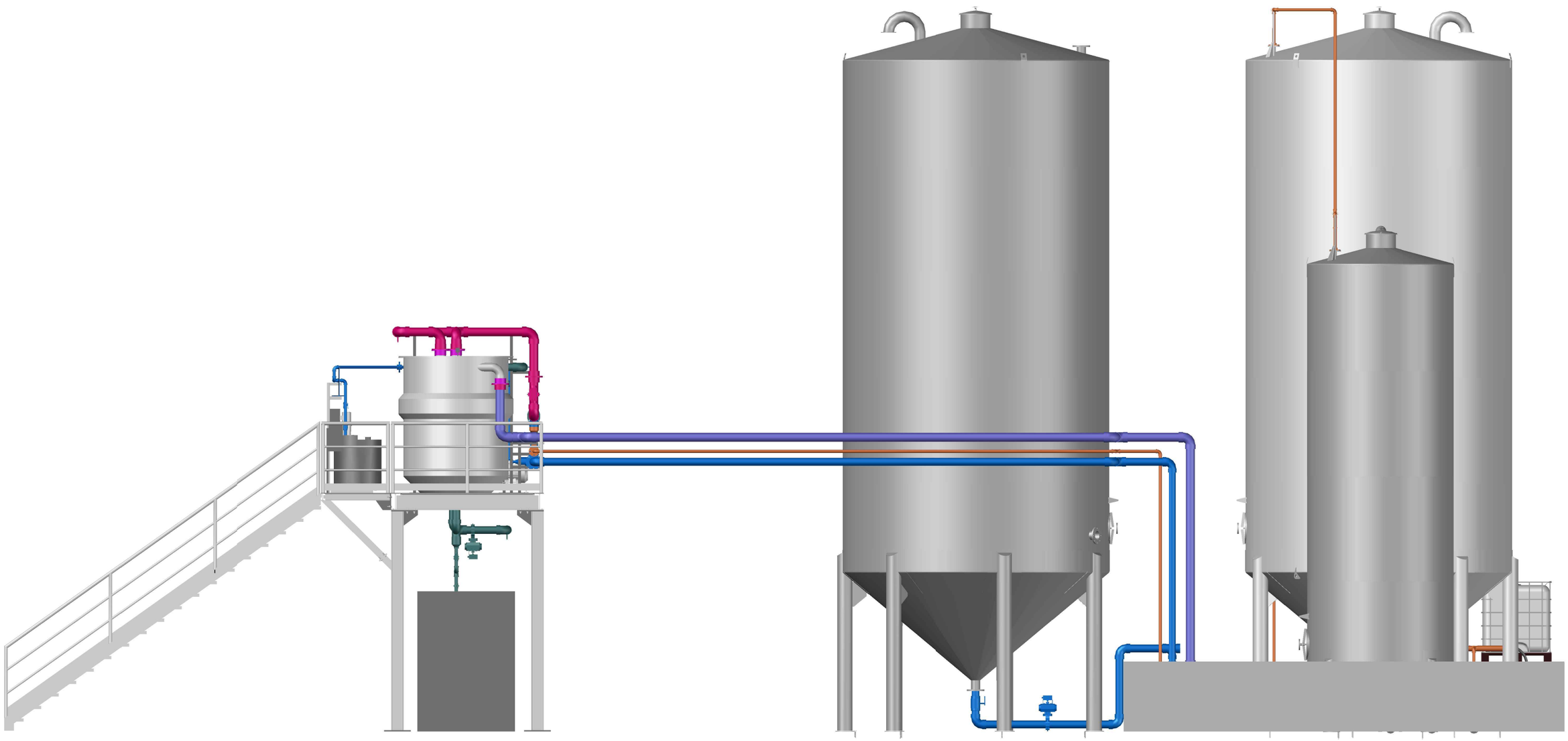
MA: Manguito antivibratorio



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

E.T.S. NÁUTICA SANTANDER

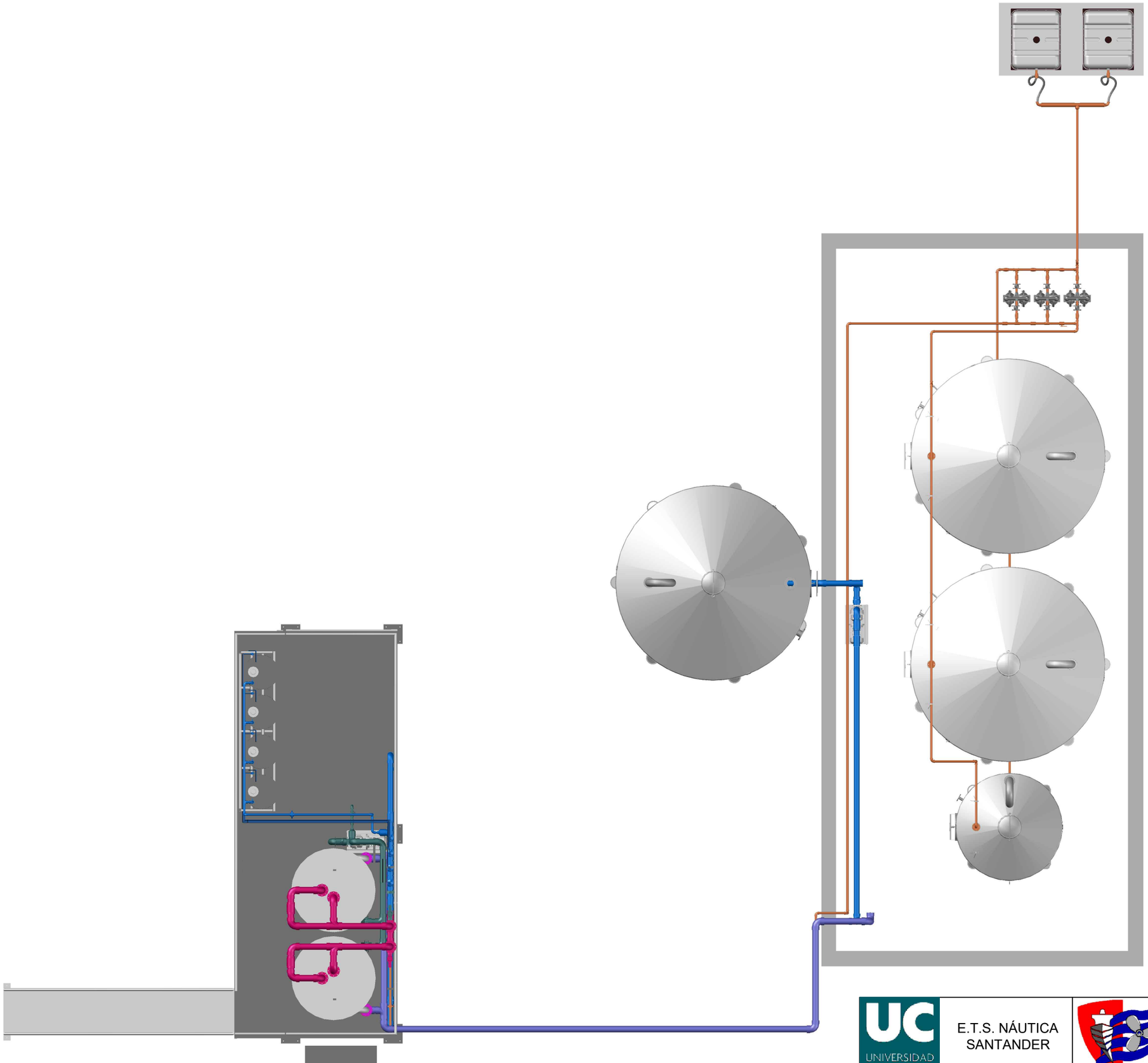
Autor:	El autor del TFG
Proyecto:	DISEÑO DE PLANTA DE DOSIFICACIÓN DE LÍQUIDO ANTICONGELANTE PARA EL SUMINISTRO A BUQUES
Nombre:	Esquema de principio
Escala: s/e	Fecha: 19/02/2021 Form.: A3 Nº hoja: 2



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

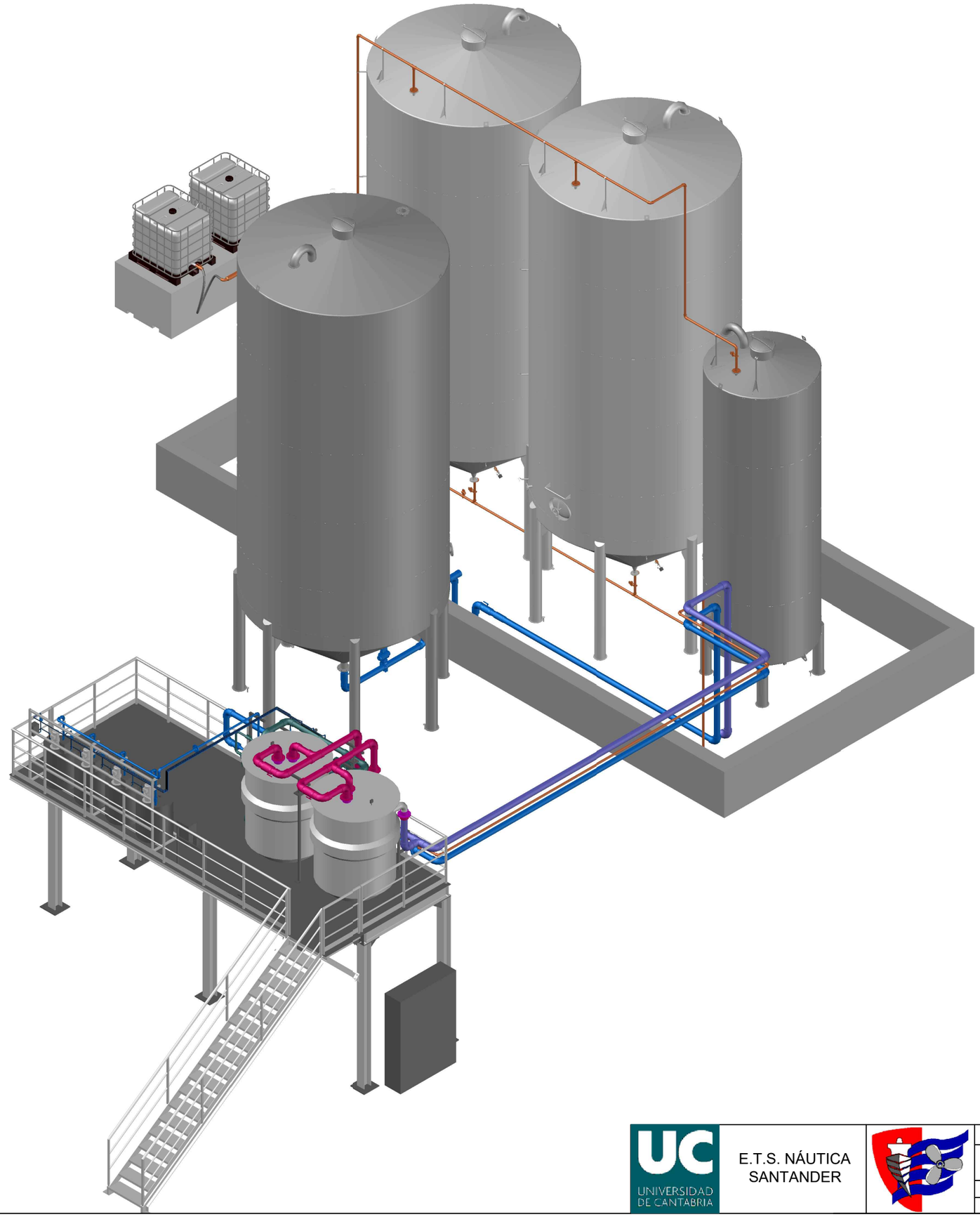
E.T.S. NÁUTICA SANTANDER

Autor:	El autor del TFG
Proyecto:	DISEÑO DE PLANTA DE DOSIFICACIÓN DE LÍQUIDO ANTICONGELANTE PARA EL SUMINISTRO A BUQUES
Nombre:	Alzado Instalaciones
Escala: s/e	Fecha: 19/02/2021 Form.: A3 Nº hoja: 3



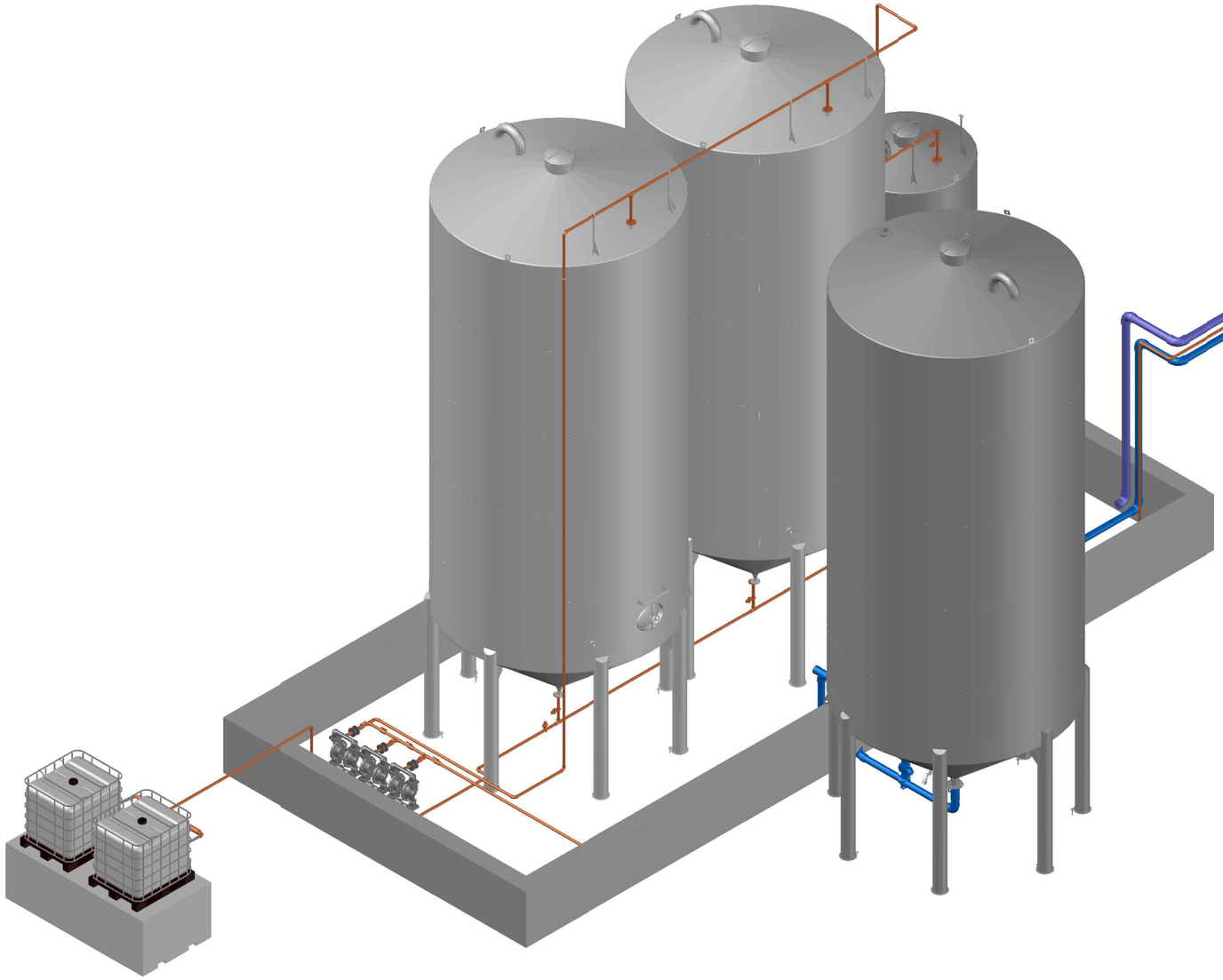
E.T.S. NÁUTICA SANTANDER

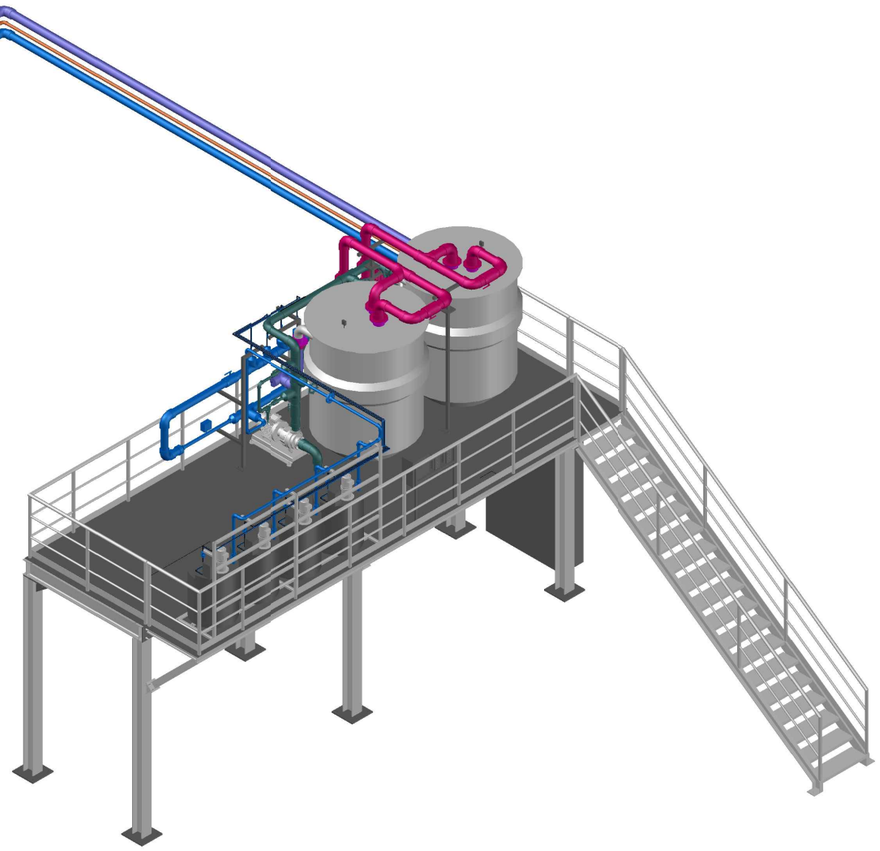
Autor:	El autor del TFG
Proyecto:	DISEÑO DE PLANTA DE DOSIFICACIÓN DE LÍQUIDO ANTICONGELANTE PARA EL SUMINISTRO A BUQUES
Nombre:	Planta Instalaciones
Escala: s/e	Fecha: 19/02/2021 Form.: A3 Nº hoja: 4



E.T.S. NÁUTICA SANTANDER

Autor:	El autor del TFG
Proyecto:	DISEÑO DE PLANTA DE DOSIFICACIÓN DE LÍQUIDO ANTICONGELANTE PARA EL SUMINISTRO A BUQUES
Nombre:	Vista 3D 1
Escala: s/e	Fecha: 19/02/2021 Form.: A3 Nº hoja: 5



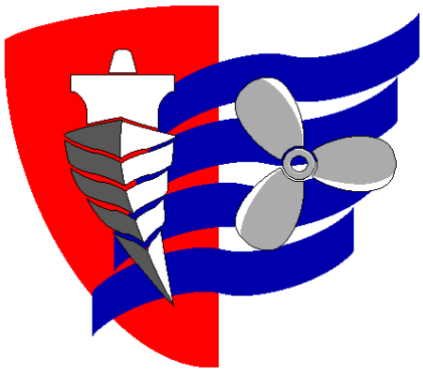


E.T.S. NÁUTICA SANTANDER

Autor:	El autor del TFG
Proyecto:	DISEÑO DE PLANTA DE DOSIFICACIÓN DE LÍQUIDO ANTICONGELANTE PARA EL SUMINISTRO A BUQUES
Nombre:	Vista 3D 2
Escala: s/e	Fecha: 19/02/2021 Form.: A3 Nº hoja: 6

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Capítulo 6. PLIEGO DE CONDICIONES

6. PLIEGO DE CONDICIONES

6.1. Pliego de condiciones particulares

6.1.1. Condiciones facultativas

Naturaleza y objetivo del pliego

Tiene por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, a la Propiedad, al Contratista sus técnicos y encargados, al Ingeniero así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

Documentación del contrato de obra

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1º) Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiese.

2º) El presente Pliego de Condiciones Particulares.

3º) El resto de la documentación de Proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuesto).

En las obras que lo requieran, también formarán parte el Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo y el Programa de Control de Calidad, el Estudio de Impacto Ambiental, etc.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección Facultativa de las obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

6.1.1.1. Delimitación general de funciones técnicas

El ingeniero.

a) Corresponde al Ingeniero Director:

b) Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica, etc.

c) Redactar las modificaciones, adiciones o rectificaciones del proyecto que se precisen.

d) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones precisas para asegurar la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

e) Consignar en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones y las incidencias que estime convenientes.

f) Coordinar, junto al Contratista el programa de desarrollo de la obra y el programa de control de calidad de la obra, con sujeción a la Normativa y a las especificaciones del Proyecto.

g) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos de su especialidad.

h) Comprobar, antes de comenzar las obras, la adecuación de lo proyectado.

i) Dar conformidad a las certificaciones parciales de obra y la liquidación final.

j) Expedir el Certificado Final de obra.

k) Asesorar a la Propiedad durante el proceso de ejecución y especialmente en el acto de la recepción.

l) Preparar con el Contratista, la documentación gráfica y escrita del proyecto definitivamente ejecutado.

El contratista

Corresponde al Contratista:

a) Organizar los trabajos de ejecución, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.

b) Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo.

c) Suscribir con el Ingeniero, el acta de replanteo de la obra.

d) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena ejecución. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.

e) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Ingeniero, los suministros que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.

f) Custodiar los Libros de órdenes y seguimiento de la obra, así como los de Seguridad y Salud en el trabajo y el del Control de Calidad, éstos si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que en ellos se practiquen.

g) Facilitar al Ingeniero con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.

h) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.

i) Suscribir con la Propiedad las actas de recepción provisional y definitiva.

j) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

6.1.1.2. Obligaciones y derechos del contratista

Verificación de los documentos del proyecto.

Antes de dar comienzo a las obras el Contratista consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

Plan de seguridad y salud.

El Contratista, a la vista del Proyecto de Ejecución conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación de la dirección facultativa.

Programa de control de calidad.

El Contratista tendrá a su disposición el Programa de Control de Calidad, si para la obra fuera necesario, en el que se especificarán las características y requisitos que deberán cumplir los materiales y unidades de obra, y los criterios para la recepción de los materiales, según estén avalados o no por sellos marcas de calidad; ensayos, análisis y pruebas a realizar, determinación de lotes y otros parámetros definidos en el Programa por el Ingeniero de la Dirección facultativa.

Oficina en la obra.

El Contratista habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en la que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- - La Licencia de Obras o Autorización Administrativa.
- - El Libro de Ordenes y Asistencia.
- - El Plan de Seguridad y Salud y su Libro de Incidencias, si hay para la obra.
- - El Programa de Control de Calidad y su Libro de registro, si hay para la obra
- - El Reglamento y Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- - La documentación de los seguros requeridos

Representación del contratista.

El Contratista viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones completan la contrata.

Serán sus funciones las del Contratista según se especifica en el artículo 4º.

Cuando la importancia de la obra lo requiera el Delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El incumplimiento de esta obligación, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Ingeniero para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

Presencia del contratista en la obra.

El Jefe de obra, por si o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañara al Ingeniero, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

Trabajos no estipulados expresamente.

Es obligación de la Contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena marcha de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los Documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 o del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto.

El Contratista podrá requerir del Ingeniero, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Contratista, estando éste a su vez obligado a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las ordenes, avisos o instrucciones que reciba del Ingeniero.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Contratista, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiere dictado, el cual dará al Contratista el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

Reclamaciones contra las órdenes de la Dirección Facultativa.

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del Ingeniero, ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes.

Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Recusación por el contratista del personal nombrado por el ingeniero.

El Contratista no podrá recusar al Ingeniero, o personal encargado por este de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos, procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

Faltas del personal.

El Ingeniero, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los operarios causantes de la perturbación.

Subcontratas.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

6.1.1.3. Prescripciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares

El Contratista dispondrá por su cuenta, los accesos a la obra, el cerramiento o vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra observando las ordenanzas municipales del Ayuntamiento de El Astillero cuando éste fuere de aplicación.

Replanteo

El Contratista iniciará las obras con el replanteo de las mismas, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Contratista someterá el replanteo a la aprobación del Ingeniero y una vez éste haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Ingeniero, siendo responsabilidad del Contratista la omisión de este trámite.

Inicio de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Contrato, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados, queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

Orden de los trabajos

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a los demás Contratistas que intervengan en la obra.

Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Ingeniero en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

Prórroga por causa de fuerza mayor

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Contratista, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderías, o no le fuera posible terminarías en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Ingeniero. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Ingeniero, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el retraso de la obra

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u ordenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen el Ingeniero al Contratista, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado.

Documentación de obras ocultas

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno, al Ingeniero y otro al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

Trabajos defectuosos

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la Obra, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata.

Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Ingeniero de la obra, quien resolverá.

Vicios ocultos

Si el Ingeniero tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán de la Propiedad.

De los materiales y de los aparatos. Su procedencia

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Contratista deberá presentar al Ingeniero una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

Presentación de muestras

A petición del Ingeniero, el Contratista le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

Materiales no utilizables

El Contratista, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de desechos que no sean utilizables en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero, pero acordando previamente con el Contratista su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

Materiales y aparatos defectuosos

Si a los 15 días de recibir el Contratista orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la Propiedad cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Ingeniero, se recibirán pero con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán dé cuenta de la Contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

Limpieza de las obras

Artículo 34.

"Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto."

Obras sin prescripciones

En la ejecución de trabajos que entran en la ejecución de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del Proyecto, el Contratista se atendrá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena ejecución.

6.1.1.4. De las recepciones de obras

De las recepciones provisionales

Treinta días antes de dar fin a las obras, comunicará el Ingeniero a la Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir la fecha para el acto de la recepción provisional.

Esta se realizará con la intervención de la Propiedad, del Contratista y del Ingeniero. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicando un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección Facultativa extenderán el correspondiente Certificado de final de obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas; se hará constar en el acta y se darán al Contratista las oportunas instrucciones para remediar los derechos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Contratista no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza.

Documentación final de la obra

El Ingeniero, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactarán la documentación final de las obras, que se facilitará a la Propiedad, con las especificaciones y contenidos dispuestos por la legislación vigente.

Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Ingeniero a su medición definitiva, con precisa asistencia del Contratista o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Ingeniero con su firma, servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza.

Plazo de garantía

El plazo de garantía nunca deberá ser inferior a doce meses.

Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Si la obra fuese ocupada o utilizada antes de la recepción definitiva, las reparaciones causadas por el uso correrán a cargo de la Propiedad y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

De la recepción definitiva

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de la obra y quedarán solo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

Prórroga del plazo de garantía

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Ingeniero marcará al Contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en el presente pliego de condiciones. Transcurrido el plazo de garantía se recibirán definitivamente según lo dispuesto en este Pliego.

Para las obras y trabajos no determinados pero aceptables a juicio del Ingeniero Director, se efectuará una sola y definitiva recepción.

6.1.2. Condiciones económicas

6.1.2.1. Principio general

Todos los que intervienen en el proceso de ejecución tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

La propiedad, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

6.1.2.2. Fianzas

El contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos, según se estipule:

a) Depósito previo, en metálico, valores, o aval bancario, por importe entre el 4 por 100 y el 10 por 100 del precio total de contrata.

b) Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

El porcentaje de aplicación para el depósito o la retención se fijará en el Contrato.

Fianza en subasta pública

En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma y su cuantía será de ordinario, y salvo estipulación distinta, de un cuatro por ciento (4 por 100) como mínimo, del total del Presupuesto de contrata.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta la fianza definitiva que se señale y, en su defecto, su importe será el diez por ciento (10 por 100) de la

cantidad por la que se haga la adjudicación de la obra, fianza que puede constituirse en cualquiera de las formas especificadas en el apartado anterior.

El plazo señalado en el párrafo anterior no excederá de treinta días naturales a partir de la fecha en que se le comunique la adjudicación, y dentro de él deberá presentar el adjudicatario la carta de pago o recibo que acredite el depósito de la fianza a que se refiere el mismo párrafo.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

Ejecución de trabajos con cargo a la fianza

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Propietario, en el caso de que el importe de la fianza no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de la obra que no fuesen de recibo.

Devolución de fianzas.

La fianza retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta (30) días una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. La propiedad podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos,…

Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales.

Si la propiedad, con la conformidad del Ingeniero Director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

6.1.2.3. De los precios

Composición de los precios unitarios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos y los gastos generales.

Se considerarán **costes directos**:

a) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.

b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.

c) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad y salud para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.

d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.

e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán **costes indirectos**:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán **gastos generales**:

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración pública este porcentaje se establece entre un 13 por 100 y un 16 por 100).

Precio de Ejecución material

Se denominará Precio de Ejecución material el resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial.

Precio de Contrata

El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los Indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA se aplica sobre esta suma (precio de contrata), pero no integra el precio.

Precios de contrata importe de contrata

En el caso de que los trabajos a realizar en una instalación u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución Material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Beneficio Industrial del Contratista. El beneficio se estima normalmente, en 6 por 100.

Precios contradictorios

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la propiedad por medio del Ingeniero decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Ingeniero y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

Reclamación de aumento de precios

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto, que sirva de base para la ejecución de las obras.

Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de forma de medir las unidades de obra ejecutadas, se estará a lo previsto al Pliego de Condiciones Particulares.

De la revisión de los precios contratados

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al tres por 100 (3 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superior a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

Acopio de materiales

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de este; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

6.1.2.4. Obras por administración

Se denominan Obras por Administración aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por sí o por un representante suyo o bien por mediación de un contratista.

Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes.

A) Obras por **administración directa**

Se denominan “Obras por Administración Directa" aquellas en las que el Propietario por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio Ingeniero-Director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal contratado por él puedan realizarla; en estas obras el contratista encargado de su realización.

B) Obras por **administración delegada o indirecta**

Se entiende por "Obra por Administración delegada o indirecta" la que convienen un Propietario y un (Contratista, Instalador, etc.) para que éste, por cuenta de aquel y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan.

Son por tanto, características peculiares de las Obras por Administración delegada o indirecta las siguientes:

a) Por parte del Propietario, la obligación de abonar directamente o por mediación del Representante (Contratista, Instalador, etc.) todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose el Propietario la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del Ingeniero-Director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.

b) Por parte del Contratista, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del Propietario un tanto por ciento (%) prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados.

Liquidación de obras por administración

Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en el Contrato de índole económica vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el Contratista al Propietario, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes:

a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.

b) Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en la obra por operarios de cada oficio y su categoría, acompañando a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.

c) Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.

d) Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el Contratista, ya que su abono es siempre de cuenta del Propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el Contratista se le aplicará, a falta de convenio especial, un quince por ciento (15 por 100), entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los Gastos Generales que al Contratista originen los trabajos por administración que realiza y el Beneficio Industrial del mismo.

Abono al contratista de las cuentas de administración delegada.

Salvo pacto distinto, los abonos al Contratista de las cuentas de Administración delegada los realizará el Propietario mensualmente según los partes de trabajos realizados aprobados por el propietario o por su delegado representante.

Normas para la adquisición de los materiales y aparatos.

No obstante las facultades que en estos trabajos por Administración delegada se reserva el Propietario para la adquisición de los materiales y aparatos, si al Contratista se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al Propietario, o en su representación al Ingeniero Director, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

Del contratista en el bajo rendimiento de los operarios.

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Contratista al Ingeniero Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Contratista, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Ingeniero Director.

Si hecha esta notificación al Contratista, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Contratista en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

Responsabilidades del contratista.

En los trabajos de Obras por Administración delegada, el Contratista sólo será responsable de los defectos que pudieran tener los trabajos o unidades por el

ejecutadas y también de los accidentes o prejuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el artículo precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas.

En virtud de lo anteriormente consignado, el Contratista está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

6.1.2.5. Valoración y abono de los trabajos

Formas de abono de las obras

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en Pliego Particular de Condiciones económicas se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

1ºTipo fijo o tanto alzado total.

Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.

2ºTipo fijo o tanto alzado por unidad de obra

Este precio por unidad de obra es invariable y se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

3ºTanto variable por unidad de obra

Según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del Ingeniero Director.

4ºSe abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.

5ºPor listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente Pliego de Condiciones Particulares determina.

Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

Relaciones valoradas y certificaciones.

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que se habrá practicado.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente Pliego de Condiciones Particulares respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorios y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas.

Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Ingeniero Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiese, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso acudir ante el Propietario.

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Ingeniero Director la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá tanto por ciento que para la construcción de la fianza se haya preestablecido.

El material acopiado por indicación expresa y por escrito del Propietario, podrá certificarse hasta el noventa por ciento (90 por 100) de su importe, a los precios que figuren en los documentos del Proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de contrata.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al periodo a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta,

sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación formal, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación, ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Ingeniero Director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

Mejoras de obras libremente ejecutadas.

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Ingeniero Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de material con otro que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en esta y sin pedírsela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Ingeniero Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese ejecutado la obra en estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.

El abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuarán de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

a) Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.

b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.

c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Ingeniero Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será la Administración valorándose los materiales y los jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

Abono de agotamientos y otros trabajos especiales no contratados.

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos u otra clase de trabajos de cualquier índole especial u ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la Contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el Contrato.

Pagos.

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las obra conformadas por el Ingeniero Director, en virtud de las aquéllos.

Abono de trabajos ejecutados durante garantía.

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutados trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

1º Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo, y el Ingeniero Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en este Pliego, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.

2º Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso, por haber sido utilizado durante dicho plazo por la Propiedad, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.

3º Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la ejecución o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

6.1.2.6. Indemnizaciones mutuas

Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras.

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra, salvo lo dispuesto en el Pliego Particular del presente proyecto.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo de la fianza.

Demora de los pagos por parte del propietario.

Si el Propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido, el Contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un cinco por ciento (5%) anual (o el que se defina en el Pliego Particular), en

concepto de interés de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que estos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte del presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

6.1.2.7. Varios

Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra.

No se admitirán mejoras, más que en el caso en que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o equipos y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Ingeniero Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

Unidades de obra defectuosas, pero aceptables.

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Ingeniero Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

Seguro de las obras.

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la sociedad aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se ejecute, y a medida que esta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la Ejecución. En ningún caso, salvo conformidad expresa de Contratista, hecha en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada.

La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción o parte que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte afectada por la obra. Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

Conservación de la obra.

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, antes de la recepción definitiva, el Ingeniero Director, en representación de Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista la obra, tanto por buena terminación, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo limpio en el plazo que el Ingeniero Director fije.

Después de la recepción provisional de la Obra y en el caso de que el mantenimiento corra a cargo del Contratista, no deberá haber más herramientas, útiles, etc., que los indispensables para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

Uso por el contratista de la obra o bienes del propietario.

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autoridad del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición, ni por las mejoras hechas.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o instalaciones, etc., no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

Pago de arbitrios.

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo de la contrata, siempre que en el Contrato no se estipule lo contrario.

6.1.3. Condiciones de índole legal

Contratistas

Pueden ser contratistas de obras, los españoles y extranjeros que se hallan en posesión de sus derechos civiles con arreglo a las leyes, y las Sociedades y Compañías legalmente constituidas y reconocidas en España.

Quedan exceptuados:

1º Los que se hallen procesados criminalmente, si hubiese recaído contra ellos auto de prisión.

2º Los que estuviesen fallidos, con suspensión de pagos o con sus bienes intervenidos.

3º Los que estuviesen apremiados como deudores a los caudales públicos en concepto de segundos contribuyentes.

4º Los que en contratos anteriores con la Administración o Particulares hubieran faltado reconocidamente a sus compromisos.

Contrato

La ejecución de las obras podrá contratarse por cualquiera de los sistemas siguientes:

1º Por tanto alzado: Comprenderá la ejecución de toda o parte de la obra, con sujeción estricta a los documentos del proyecto y en una cifra fija.

2º Por unidades de obra, ejecutadas asimismo, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas.

3º Por administración directa o indirecta, con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares que en cada caso se estipulen.

4º Por contratos, de mano de obra, siendo dé cuenta de la propiedad el suministro de materiales y medios auxiliares, en condiciones idénticas a las anteriores.

En cualquier caso, en el "Pliego Particular de Condiciones económicas" deberá especificarse si se admiten o no los subcontratos y los trabajos que pueden ser adjudicados directamente por el Ingeniero Director a Empresas especializadas.

Adjudicación

La adjudicación de las obras podrá efectuarse por cualquiera de los tres procedimientos siguientes:

1º Subasta pública o privada.

2º Concurso público o privado.

3º Adjudicación directa.

En el primer caso, será obligatoria la adjudicación al mejor postor, siempre que esté conforme con lo especificado en los documentos del Proyecto.

Subastas y concursos.

En las personas entre las cuales se celebrarán las subastas y concursos han de figurar imprescindiblemente: el Ingeniero Director o persona delegada, un representante de la Propiedad y un delegado por los concursantes.

El Ingeniero Director tendrá la facultad de proponer a la Propiedad el establecimiento de un tope de baja (secreto), por bajo del cual todas las propuestas que lo rebasen serán rechazadas.

Formalización del contrato

Los contratos se formalizarán mediante documento privado en general, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes.

El cuerpo de estos documentos, si la adjudicación se hace por subasta, contendrá: la parte del acta de subasta que haga referencia exclusivamente a la proposición del rematante, es decir la declarada más ventajosa; la comunicación de adjudicación, copia del recibo de depósito de la fianza, en el caso de que se haya exigido, y una cláusula en la que se exprese terminantemente que el Contratista se obliga al cumplimiento exacto del contrato, conforme a lo previsto en el Pliego de Condiciones Particulares del proyecto y de la contrata, en los planos, memoria y en el presupuesto, es decir, en todos los documentos del proyecto.

Si la adjudicación se hace por concurso, la escritura contendrá los mismos documentos, sustituyendo al acta de la subasta la del contrato.

El Contratista, antes de firmar la escritura, habrá firmado también su conformidad al pie del "Pliego de Condiciones Particulares" que ha de regir en la obra, en los planos, cuadros de precios y presupuesto general.

Serán de cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigue la contrata.

Arbitraje obligatorio

Ambas partes se comprometen a someterse en sus diferencias al arbitraje de amigables componedores, designados uno de ellos por la Propiedad, otro por la contrata y tres Ingenieros por el Colegio Oficial correspondiente, uno de los cuales será forzosamente el director de obra.

Jurisdicción competente

En caso de no haberse llegado a un acuerdo, por el anterior procedimiento, ambas partes quedan obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones que puedan surgir como derivadas de su contrato, a las Autoridades y Tribunales administrativos, con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción de Santander.

Responsabilidad del contratista

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto.

Como consecuencia de esto, vendrá obligado a la demolición y reconstrucción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que el Ingeniero Director haya, examinado y reconocido las obras, ni el que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

Accidentes de trabajo

En caso de accidentes ocurridos a los operarios, con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atendrá a lo dispuesto a estos respectos en la legislación vigente, siendo en todo caso, único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la propiedad o la Dirección Técnica, por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan, para evitar en lo posible accidentes a los operarios o a los viandantes.

En los accidentes y perjuicios de todo género que, por no cumplir el contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

Daños a terceros

El contratista será responsable de todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran donde se efectúen las obras, como en las contiguas. Será, por tanto, de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

Anuncios y carteles

Sin previa autorización del Propietario no podrán ponerse en las obras, más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos.

Copia de documentos.

El Contratista tiene derecho a sacar copias a su costa de la memoria, planos, presupuestos y pliegos de condiciones, y demás documentos del proyecto.

El Ingeniero, si el Contratista lo solicita, autorizará estas copias con su firma, una vez confrontadas.

Hallazgos.

El Propietario se reserva la posesión de las antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales utilizables, que se encuentren en las excavaciones practicadas en sus terrenos. El Contratista deberá emplear, para extraerlos, todas las precauciones que se le indiquen por el Ingeniero Director.

El Propietario abonará al Contratista el exceso de obras o gastos especiales que estos trabajos ocasionen.

Causas de rescisión del contrato.

Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

1º La muerte o incapacitación del Contratista.

2º La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras bajo las mismas condiciones estipuladas en el contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento sin que en este último caso tengan aquéllos derecho a indemnización alguna.

3º Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:

A) La modificación del proyecto en forma tal, que representen alteraciones fundamentales del mismo a juicio del Ingeniero Director y en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente en más o en menos el 20%, como mínimo del importe de aquél.

B) Las modificaciones de unidades de obra. Siempre que estas modificaciones representen variaciones, en más o en menos del 40% como mínimo de algunas de las unidades que figuren en las modificaciones del proyecto, o más de un 50% de unidades del proyecto modificadas.

4º La suspensión de obra comenzada, y en todo caso, siempre que por causas ajenas a la contrata no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación; en este caso, la devolución de fianza será automática.

5º La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión halla excedido de un año.

6º El no dar comienzo la contrata a los trabajos dentro del plazo señalado las condiciones particulares del proyecto.

7º El incumplimiento de las condiciones del contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.

8º La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a ésta.

9º El abandono de la obra sin causas justificadas.

l0º La mala fe en la ejecución de la obra.

Suministro de materiales.

Muy especialmente se especifica la responsabilidad que pueda caber al Contratista por retraso en el plazo de terminación o en los plazos parciales, como consecuencia de las deficiencias o faltas en los suministros.

6.2. **Pliego de condiciones técnicas**

6.2.1. Procedencias, condiciones y preparación de los materiales

6.2.1.1. Condiciones generales

Calidad en los materiales

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Pruebas y ensayos de materiales.

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a análisis o pruebas por cuenta de la Contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas para la buena práctica constructiva.

Materiales no consignados en Proyecto.

Los materiales no consignados en Proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el Contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

6.2.2. Normas de seguridad en el trabajo

a) Uso de casco reglamentario para todos los que intervienen en la construcción.

b) Entibación obligada para todas las zanjas y paramentos de sótanos con más de un metro y medio de profundidad.

c) Obligación de construir visera perimetral en el primer techo con su correspondiente barandilla, circundando todo el edificio y que salga como mínimo un metro veinte centímetros sobre el máximo vuelo de los forjados superiores. En las zonas medianeras la visera se dispondrá en el primer techo que rebase el edificio colindante, debiendo obtenerse de dicha propiedad el correspondiente permiso para su construcción. En caso de no ser obtenido dicho permiso, deberá constar por escrito la referida denegación.

d) Obligación para todo obrero que vaya a trabajar a menos de un metro del borde exterior o interior recayente a patio y por encima de los tres metros contados del nivel de la calzada, del uso del cinturón de seguridad, bien atado al pilar más próximo.

Igualmente la misma obligación para todos los encofradores y demás obreros que deban trabajar a menos de tres metros del borde exterior o interior recayente a patio del forjado que ya se encuentra construido, por debajo del plano de trabajo.

e) Los andamios de borriquetas estarán construidos por tres tablones como mínimo, bien atados. Siempre que la altura de los mismos sobre el plano de trabajo sea superior a un

metro y medio, deberán estar dotados de una barandilla de 90 cm. de altura por el lado contrario al que se trabaja y 40 cm. por éste, y cuando el andamio esté a menos de un metro del borde exterior o interior recayente a patio, el obrero podrá elegir entre trabajar atado o que la barandilla que recae al exterior sea también de 90 cm. de altura, en cuyo caso el conjunto del andamio deberá estar sólidamente atado a un pilar y otro elemento totalmente inamovible.

f) Andamios colgados. Los cuellos, pescantes o ménsulas de los mismos constituidos por perfiles metálicos o dos tablones de 3,9 pulgadas perfectamente cosidos y trabados entre sí, con el contrarresteo obtenido a base de empotrar en mechinales de los muros las traviesas o colgar con durmientes del mismo forjado, atravesando éste. Para contrarrestar con cargas fijas será precisa la autorización por escrito de los Técnicos Facultativos, previa inspección de ellos.

El andamio propiamente hecho tendrá un piso o suelo constituido como mínimo por cuatro tablones de 2,5,6 pulgadas bien atados a los soportes y con barandilla por el exterior de 90 cm. bien cuajado por cañizo u otro material ligero para impedir la caída de alguna herramienta u objeto al vacío y por el interior con otra barandilla de 40 cm. con su correspondiente zocalillo.

g) Todas las cuerdas en servicio tendrán en su parte central dos marcas distantes entre sí dos metros para poder medir los alargamientos a plena carga.

h) Todos los huecos existentes en los forjados, tales como patinillos huecos de escalera y el mismo ojo de ésta, serán dotados de sólidas barandillas con una altura de 90 cm.

i) Se procurará que las grúas en su radio de acción no cubran zonas destinadas a la vía pública, y en caso de que así sea no podrán transportar cargas sobre ellas. Dichas cargas deberán discurrir siempre sobre los solares objeto de la edificación.

j) Queda prohibido en los días de fuerte viento levantar muros exteriores de cerramiento.

k) Además de la construcción de viseras perimetrales, se aislará la obra a la vía pública con las vallas normales especificadas en las correspondientes Ordenanzas Municipales.

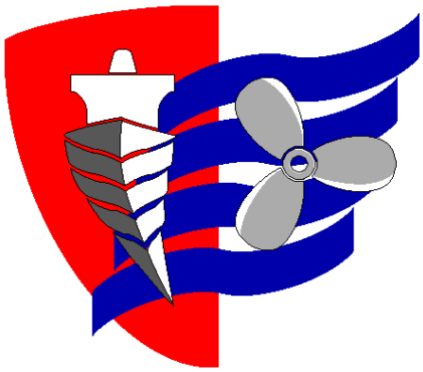
l) Será obligatorio la constitución de Comités de Seguridad para obra con más de 50 obreros o el nombramiento del "Vigilante de Seguridad" en la de menos de 50 obreros, llevando el representante de los primeros o el segundo, el correspondiente.

Dichos vigilantes serán los responsables del exacto cumplimiento de lo anteriormente especificado, e igualmente de todo lo consignado en el Reglamento de Seguridad del Trabajo en la Industria de la Construcción, teniendo la obligación de dar cuenta a la Inspección de Trabajo en caso de incumplimiento de dichas normas.

Esta Dirección Facultativa, igualmente pondrá en conocimiento de dicha Inspección, cualquier infracción a las normas de seguridad a que se hace referencia anteriormente.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Capítulo 7. PRESUPUESTO

7. PRESUPUESTO

Código	*Nat*	*Ud*	*Resumen*	*Comentario*	*N*	*Long.*	*Anch.*	*Altura*	*Parcial*	*CanPres*	*PrPres*	*ImpPres*
01 ESTRUCTURA	**Capítulo**		**ESTRUCTURA CABRETE**							**1**	**34.533,53 €**	**34.533,53 €**
01 01	Partida	kg	Estructura cabrete Suministro y montaje de acero laminado, en perfiles laminados en caliente, piezas simples de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM, para vigas y pilares, mediante uniones soldadas. Incluso p/p de preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales y despuntes. Totalmente montado.							8.047,61	4,02 €	32.351,40 €
				CABRETE	0	0,00	0,00	0,00	0,00			
				Viga IPE 400	2	1,84	67,96	0,00	250,09			
					2	15,25	67,96	0,00	2.072,78			
				Viga IPE 300	17	2,06	43,26	0,00	1.514,97			
				Viga IPE 140	12	1,20	13,22	0,00	190,37			
					1	15,24	13,22	0,00	201,47			
					5	1,60	13,22	0,00	105,76			
				Pilar HEB 240	8	3,00	85,28	0,00	2.046,72			
				Pilar HEB 280	2	3,00	105,58	0,00	633,48			
				Chapa 440x440x20	8	0,00	31,00	0,00	248,00			
				Chapa 480x480x20	2	0,00	36,90	0,00	73,80			
				Pilares Tubo 50x2	26	1,00	2,46	0,00	63,96			
				Pasamanos 50x2	1	37,00	2,46	0,00	91,02			
				Barrera 30x1,5	2	37,00	1,09	0,00	80,66			
				Llanta 150x1.5	1	37,00	1,80	0,00	66,60			
				ESCALERA	0	0,00	0,00	0,00	0,00			
				UPN 140	2	5,70	16,40	0,00	186,96			
				Pilares Tubo 50x2	10	1,00	2,46	0,00	24,60			
				Pasamanos 50x2	2	5,70	2,46	0,00	28,04			
				Barrera 30x1.5	4	5,70	1,09	0,00	24,85			
				Llanta 150x1.5	2	5,70	12,27	0,00	139,88			
				Chapa 140x160x10	2	0,00	1,80	0,00	3,60			
									01 01	**8.047,61**	4,02 €	**32.351,40 €**
01 02	Partida	m2	Tramex Suministro e instalación de tramex formada por pletina de acero galvanizado, de 30x2 mm, formando cuadrícula de 30x30 mm y bastidor con uniones electrosoldadas. Incluso p/p de patas de agarre. Totalmente montado.							54,39	40,12 €	2.182,13 €
				Tramex 30	1	15,24	3,25	0,00	49,53			

			Peldaños	18	1,00	0,27	0,00	4,86			
								01 02	**54,39**	40,12 €	**2.182,13 €**
								01 ESTRUCTURA	1	**34.533,53 €**	**34.533,53 €**
02 BOMBAS	**Capítulo**		**BOMBAS DE LA INSTALACIÓN**						**1**	**22.159,12 €**	**22.159,12 €**
02 01	Partida	Ud	Bomba neumática de membrana Bomba neumática de membrana de 204 L/min modelo FT10A-AA-NNAN-B1 (Aluminium pump with aluminium center section and BSP threaded end port connections).						3,00	901,80 €	2.705,40 €
				3	0,00	0,00	0,00	3,00			
								02 01	**3,00**	901,80 €	**2.705,40 €**
02 02	Partida	Ud	Manoreductor FESTO LFR-1/2-D						3,00	445,50 €	1.336,50 €
				3	0,00	0,00	0,00	3,00			
								02 02	**3,00**	445,50 €	**1.336,50 €**
02 03	Partida	Ud	Bomba centrífuga recirculación Bomba centrífuga para recirculacion de anticongelante. Modelo UC326A CLOSE COUPLED PUMP.						1,00	6.091,75 €	6.091,75 €
				1	0,00	0,00	0,00	1,00			
								02 03	**1,00**	6.091,75 €	**6.091,75 €**
02 04	Partida	Ud	Bomba centrífuga A.osmotizada Bomba centrífuga para agua osmotizada. Modelo UC326A CLOSE COUPLED PUMP.						1,00	8.965,35 €	8.965,35 €
				1	0,00	0,00	0,00	1,00			
								02 04	**1,00**	8.965,35 €	**8.965,35 €**
02 05	Partida	Ud	Bombas peristálticas Bombas peristálticas para la dosificación de colorante. Modelo KRONOS KKFM-8 8l/h 3 bar SEKOTECH 100/240 VAC 20W.						4,00	765,03 €	3.060,12 €
				4	0,00	0,00	0,00	4,00			
								02 05	**4,00**	765,03 €	**3.060,12 €**
								02 BOMBAS	1	**22.159,12 €**	**22.159,12 €**
03 VALVULERÍA	**Capítulo**		**VALVULAS DE LA INSTALACIÓN**						**1**	**7.155,00 €**	**7.155,00 €**
03 01	Partida	Ud	Válvula de mariposa con actuador DN 40 Válvula automática de mariposa con actuador neumático de doble efecto						6,00	278,47 €	1.670,82 €
				6	0,00	0,00	0,00	6,00			
								03 01	**6,00**	278,47 €	**1.670,82 €**
03 02	Partida	Ud	Válvula de mariposa con actuador DN 50 Válvula automática de mariposa con actuador neumático de doble efecto						2,00	279,82 €	559,64 €
				2	0,00	0,00	0,00	2,00			

								03 02	**2,00**	279,82 €	**559,64 €**
03 03	Partida	Ud	Válvula de mariposa con actuador DN 110 Válvula automática de mariposa con actuador neumático de doble efecto						5,00	331,99 €	1.659,95 €
				5	0,00	0,00	0,00	5,00			
								03 03	**5,00**	331,99 €	**1.659,95 €**
03 04	Partida	Ud	Válvula de mariposa con actuador DN 125 Válvula automática de mariposa con actuador neumático de doble efecto						2,00	358,84 €	717,68 €
				2	0,00	0,00	0,00	2,00			
								03 04	**2,00**	358,84 €	**717,68 €**
03 04 01	Partida	Ud	Válvula de mariposa con actuador DN 50 Válvula automática de mariposa con actuador neumático de simple efecto						1,00	278,47 €	278,47 €
				1	0,00	0,00	0,00	1,00			
								03 04	**1,00**	278,47 €	**278,47 €**
03 04 02	Partida	Ud	Válvula de mariposa con actuador DN 110 Válvula automática de mariposa con actuador neumático de simple efecto						1,00	358,84 €	358,84 €
				1	0,00	0,00	0,00	1,00			
								03 04	**1,00**	358,84 €	**358,84 €**
03 05	Partida	Ud	Válvula manual de bola DN 1/4 " Válvula manual de bola PVC encolar UP61 SF6 20 (DN 1/4").						4,00	4,31 €	17,24 €
				4	0,00	0,00	0,00	4,00			
								03 05	**4,00**	4,31 €	**17,24 €**
03 06	Partida	Ud	Válvula manual de bola DN 40 Válvula manual de bola PVC encolar UP61 SF6 50 (DN 40).						14,00	10,79 €	151,06 €
				14	0,00	0,00	0,00	14,00			
								03 06	**14,00**	10,79 €	**151,06 €**
03 07	Partida	Ud	Válvula manual de bola DN 110 Válvula manual de bola PVC encolar DN 110 (DN 110).						14,00	104,84 €	1.467,76 €
				14	0,00	0,00	0,00	14,00			
								03 07	**14,00**	104,84 €	**1.467,76 €**
03 08	Partida	Ud	Válvula manual de bola DN 125						2,00	134,09 €	268,18 €

			Válvula manual de bola PVC encolar DN 125 (DN 125).									
				2	0,00	0,00	0,00	2,00				
								03 08	**2,00**	134,09 €	**268,18 €**
03 09	Partida	Ud	Válvula reguladora de aguja DN 110 Válvula reguladora de aguja DN 110.						1,00	202,50 €	202,50 €
				1	0,00	0,00	0,00	1,00			
								03 09	**1,00**	202,50 €	**202,50 €**
03 10	Partida	Ud	Válvula reguladora manual DN 110 Válvula reguladora manual de aguja DN 110.						1,00	337,50 €	337,50 €
				1	0,00	0,00	0,00	1,00			
								03 10	**1,00**	337,50 €	**337,50 €**
03 11	Partida	Ud	Válvulas antirretorno DN 1/4 " Válvula de retención de PVC DN 1/4 ".						4,00	3,56 €	14,24 €
				4	0,00	0,00	0,00	4,00			
								03 11	**4,00**	3,56 €	**14,24 €**
03 12	Partida	Ud	Válvulas antirretorno DN 40 Válvula de retención de PVC DN 4 ".						1,00	88,43 €	88,43 €
				1	0,00	0,00	0,00	1,00			
								03 12	**1,00**	88,43 €	**88,43 €**
03 13	Partida	Ud	Válvulas antirretorno DN 110 Válvulas antirretorno DN 110								
				1	0,00	0,00	0,00	1,00			
								03 VALVULERÍA	1	**7.155,00 €**	**7.155,00 €**
04 ACCESORIOS	**Capítulo**		**ACCESORIOS VALVULERÍA**						**1**	**176,44 €**	**176,44 €**
04 01	Partida	Ud	Manguito PVC 50 Manguito brida PVC serie lisa 50.						4,00	1,12 €	4,48 €
				4	0,00	0,00	0,00	4,00			
								04 01	**4,00**	1,12 €	**4,48 €**
04 02	Partida	Ud	Brida PVC 50 Brida PVC serie lisa 50.						4,00	2,36 €	9,44 €
				4	0,00	0,00	0,00	4,00			
								04 02	**4,00**	2,36 €	**9,44 €**
04 03	Partida	Ud	Manguito PVC 63 Manguito brida PVC serie lisa 63.						4,00	1,39 €	5,56 €
				4	0,00	0,00	0,00	4,00			
								04 03	**4,00**	1,39 €	**5,56 €**

04 04	Partida	Ud	Brida PVC 63 Brida PVC serie lisa 63.							4,00	2,58 €	10,32 €
				4	0,00	0,00	0,00	4,00				
								04 04		**4,00**	2,58 €	**10,32 €**
04 05	Partida	Ud	Manguito PVC 110 Manguito brida PVC serie lisa 110.							12,00	3,53 €	42,36 €
				12	0,00	0,00	0,00	12,00				
								04 05		**12,00**	3,53 €	**42,36 €**
04 06	Partida	Ud	Brida PVC 110 Brida PVC serie lisa 110.							12,00	4,83 €	57,96 €
				12	0,00	0,00	0,00	12,00				
								04 06		**12,00**	4,83 €	**57,96 €**
04 07	Partida	Ud	Manguito PVC 125 Manguito brida PVC serie lisa 125.							4,00	4,64 €	18,56 €
				4	0,00	0,00	0,00	4,00				
								04 07		**4,00**	4,64 €	**18,56 €**
04 08	Partida	Ud	Brida PVC 125 Brida PVC serie lisa 125.							4,00	6,94 €	27,76 €
				4	0,00	0,00	0,00	4,00				
								04 08		**4,00**	6,94 €	**27,76 €**
								04 ACCESORIOS		1	**176,44 €**	**176,44 €**
05 SENSORES	**Capítulo**		**SENSORES DE CONTROL**							**1**	**14.216,85 €**	**14.216,85 €**
05 01	Partida	Ud	Caudalímetro 100 L/min Caudalímetro de turbina tipo BLANCETT (100 L/min DN 1").							1,00	830,25 €	830,25 €
				1	0,00	0,00	0,00	1,00				
								05 01		**1,00**	830,25 €	**830,25 €**
05 02	Partida	Ud	Caudalímetro 1000 L/min Caudalímetro de turbina tipo BLANCETT (1000 L/min DN 2").							1,00	1.329,75 €	1.329,75 €
				1	0,00	0,00	0,00	1,00				
								05 02		**1,00**	1.329,75 €	**1.329,75 €**
05 03	Partida	Ud	Indicador de caudal/Totalizador Indicador de caudal y totalizador alimentado por baterías.							2,00	804,60 €	1.609,20 €
				2	0,00	0,00	0,00	2,00				
								05 03		**2,00**	804,60 €	**1.609,20 €**
05 04	Partida	Ud	Sensor de nivel Sensor de nivel ultrasónico PEPPER-FUCHS, MOD: UC10000-F260-IE8R2.							2,00	881,55 €	1.763,10 €
				2	0,00	0,00	0,00	2,00				

								05 04	**2,00**	881,55 €	**1.763,10 €**
05 05	Partida	Ud	Soporte nivel central Soporte universal nivel central para la disposición del sensor de nivel en el centro superior del depósito.						2,00	405,00 €	810,00 €
				2	0,00	0,00	0,00	2,00			
								05 05	**2,00**	405,00 €	**810,00 €**
05 06	Partida	Ud	Refractómetro Sistema refractométrico modelo IR02 compuesto por: refractómetro digital MOD UR62 y controlador/recibidor MOD RC24.						1,00	7.874,55 €	7.874,55 €
				1	0,00	0,00	0,00	1,00			
								05 06	**1,00**	7.874,55 €	**7.874,55 €**
								05 SENSORES	1	**14.216,85 €**	**14.216,85 €**
06 TUBERÍA	**Capítulo**		**TUBERíAS Y ACCESORIOS**						**1**	**17.988,26 €**	**17.988,26 €**
06 01	Partida	Ud	Mezclador estático Mezclador estático KOMAX (40-65 m³/h) DN 4".						1,00	1.890,00 €	1.890,00 €
				1	0,00	0,00	0,00	1,00			
								06 01	**1,00**	1.890,00 €	**1.890,00 €**
06 02	Partida	m	Tubería PVC DN 40 Tuberia de PVC PN16 DN40, con parte proporcional de piezas de conexión (codos, manguitos, bridas y portabridas).						95,00	10,63 €	1.009,85 €
				1	95,00	0,00	0,00	95,00			
								06 02	**95,00**	10,63 €	**1.009,85 €**
06 03	Partida	m	Tubería PVC DN 50 Tuberia de PVC PN16 DN50, con parte proporcional de piezas de conexión (codos, manguitos, bridas y portabridas).						5,00	21,94 €	109,70 €
				1	5,00	0,00	0,00	5,00			
								06 03	**5,00**	21,94 €	**109,70 €**
06 04	Partida	m	Tubería PVC DN 110 Tuberia de PVC PN16 DN110, con parte proporcional de piezas de conexión (codos, manguitos, bridas y portabridas).						52,00	46,98 €	2.442,96 €
				1	52,00	0,00	0,00	52,00			
								06 04	**52,00**	46,98 €	**2.442,96 €**
06 05	Partida	m	Tubería PVC DN 125						7,00	58,73 €	411,11 €

			Tuberia de PVC PN16 DN125, con parte proporcional de piezas de conexión (codos, manguitos, bridas y portabridas).									
				1	7,00	0,00	0,00	7,00				
								06 05	**7,00**	58,73 €	**411,11 €**
06 06	Partida	m	Tubo flexible diámetro exterior 10 mm Tubería flexible de diámetro exterior 10 mm, con parte proporcional de piezas de conexión (codos, manguitos, bridas y portabridas).						28,00	4,88 €	136,64 €
				1	28,00	0,00	0,00	28,00				
								06 06	**28,00**	4,88 €	**136,64 €**
06 07	Partida	Ud	Bola de limpieza Bola de limpieza, difusores de lavado de tanques mezcladores. Difusores de lavado en calidad de acero inoxidable 316 L.						2,00	202,50 €	405,00 €
				2	0,00	0,00	0,00	2,00				
								06 07	**2,00**	202,50 €	**405,00 €**
06 08	Partida	Ud	Instalación y montaje de tubería Montaje de tubería y PVC.						1,00	11.583,00 €	11.583,00 €
				1	0,00	0,00	0,00	1,00				
								06 08	**1,00**	11.583,00 €	**11.583,00 €**
								06 TUBERÍA	1	**17.988,26 €**	**17.988,26 €**
07 DEPÓSITOS	**Capítulo**		**DEPÓSITOS DE LA INSTALACIÓN**						**1**	**175.536,39 €**	**175.536,39 €**
07 01	Partida	Ud	Depósito colorante (250 L) Depósito de colorante, anexo a bomba dosificadora, medidas: DN 675 X 790 (250 L). DE4, DE5, DE6 y DE7.						4,00	169,65 €	678,60 €
				4	0,00	0,00	0,00	4,00				
								07 01	**4,00**	169,65 €	**678,60 €**
07 02	Partida	Ud	Agitador eléctrico Agitador eléctrico rápido 600 PVC trifásico, para instalación vertical superior en depósitos de colorante.						4,00	352,54 €	1.410,16 €
				4	0,00	0,00	0,00	4,00				
								07 02	**4,00**	352,54 €	**1.410,16 €**
07 03	Partida	Ud	Depósito mezclador (3000L) Silo decantador cilíndrico vertical con cono, fabricado en poliester y reforzado con fibra de vidrio. Volumen total de 3000 L. DE8 y DE9.						1,00	2.362,50 €	2.362,50 €
				2	0,00	0,00	0,00	2,00				
								07 03	**2,00**	2.362,50 €	**4.725,00 €**

07 04	Partida	Ud	Depósito DEMI (90.000L) Depósito DE 3 de 90.000L de capacidad para la recepción y posterior suministro de agua osmotizada).							1,00	50.546,65 €	50.546,65 €
				1	0,00	0,00	0,00	1,00				
								07 04		**1,00**	50.546,65 €	**50.546,65 €**
07 05	Partida	Ud	Depósitos PEG Depósitos de PEG de 1000L para su suministro. Depósitos GRG.							2,00	867,35 €	1.734,70 €
				2	0,00	0,00	0,00	2,00				
								07 05		**2,00**	867,35 €	**1.734,70 €**
07 06	Partida	Ud	Depósitos Recepción de PEG Depósitos para la recepción del PEG con capacidad de 90.000L . DE1 y DE2.							2,00	50.546,65 €	101.093,30 €
				2	0,00	0,00	0,00	2,00				
								07 06		**2,00**	50.546,65 €	**101.093,30 €**
07 07	Partida	Ud	Depósitos Recepción PEG Depósito auxiliar para la recepción de PEG con capacidad de 20.800L							1,00	15.347,98 €	15.347,98 €
				1	0,00	0,00						
								07 07		**1,00**	15.347,98 €	**15.347,98 €**
								07 DEPÓSITOS		1	**175.536,39 €**	**175.536,39 €**
08 ÓSMOSIS	**Capítulo**		**PLANTA DE ÓSMOSIS**							**1**	**107.750,00 €**	**107.750,00 €**
08 01	Partida	Ud	Planta de ósmosis inversa Planta de ósmosis inversa para tratamiento de agua de pozo con capacidad de 11000 L/h. Formada por 2 etapas de filtración por membranas de ósmosis inversa. Las aguas depuradas en la primera etapa serán tratadas en la segunda y el rechazo será recirculado de nuevo a la entrada de la primera fase. Obtención de aguas que cumplan con los parámetros necesarios para el proceso fabril.							1,00	107.750,00 €	107.750,00 €
				1	0,00	0,00	0,00	1,00				
								08 01		**1,00**	107.750,00 €	**107.750,00 €**
								08 ÓSMOSIS		1	**107.750,00 €**	**107.750,00 €**
09 ING.ELEC	**Capítulo**		**INGENIERÍA ELÉCTRICA Y CONTROL**							**1**	**20.000,00 €**	**20.000,00 €**
09 01	Partida	Ud	Partida de ingeniería eléctrica y control Partida de ingeniería eléctrica y control.							1,00	20.000,00 €	20.000,00 €
				1	0,00	0,00	0,00	1,00				
								09 01		**1,00**	20.000,00 €	**20.000,00 €**

	09 ING.ELEC	1	**20.000,00 €**	**20.000,00 €**
	ESTRUCARG	1	**399.515,59 €**	**399.515,59 €**

Tabla 5: Cálculo del presupuesto. Fuente: elaboración propia.

Como se observa en los cálculos realizados, el presupuesto es dividido en varias secciones para una realización y compresión más fácil. Cada sección asociada a unos gastos propios según el elemento y el número requerido de éstos.

Presupuesto por secciones:

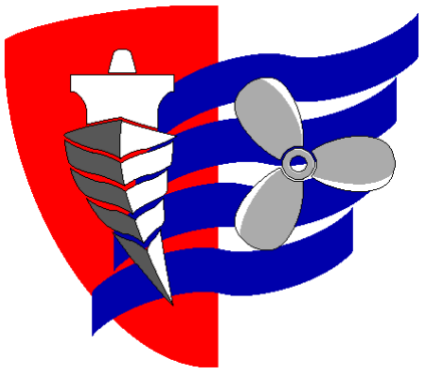
En lo que respecta a las secciones tomadas, son contabilizados todos los elementos que sean necesarios, especificando los gastos de forma individual y conjunta.

- La estructura del cabrete : 34.533,53€.
- Las bombas: 22.159,12€
- Las válvulas de la instalación: 7.155,00€
- Los accesorios de las válvulas: 176,44€
- Los sensores de control: 14.216,85€
- Las tuberías y accesorios: 17.988,26€
- Los depósitos de la instalación: 175.536,39€
- La planta de ósmosis: 107.750,00€
- La ingeniería eléctrica y de control: 20.000,00€

De manera conjunta, el presupuesto total de la instalación se define en 399.515,59€.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Capítulo 8. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

8. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

8.1. Memoria

8.1.1. Objeto del proyecto

El presente Plan tiene por objeto definir las condiciones de seguridad y salud para las obras referentes al Proyecto de Diseño de Planta de Dosificación de Líquido anticongelante en un astillero para el Servicio a Buques – Cantabria.

Se redacta para dar cumplimiento al R.D. 1627/97 por el que se establecen las condiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, en el marco de la ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.

En él se indican las previsiones respecto a la prevención de accidentes y enfermedades profesionales, los medios y normas de actuación para evitar los riesgos propios de la obra.

En caso de que estas condiciones cambiaran o que se detectaran riesgos aquí no contemplados, será necesario por parte de los trabajadores responsables de la ejecución de los trabajos, comunicarlo a la empresa con la mayor brevedad posible para tomar las medidas adecuadas.

8.1.2. Ámbito de aplicación

estudio de seguridad afecta a todos los trabajadores que intervengan en la obra y a los subcontratistas y trabajadores autónomos que la empresa contratista emplee en los trabajos a realizar.

8.1.3. Carácter del estudio

El Estudio de Seguridad y Salud, constituye un instrumento básico de ordenación de las actividades de identificación y, en su caso, evaluación de los riesgos y planificación de la actividad preventiva a las que se refiere el capítulo II del R.D.39/97 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como aquellas personas con responsabilidades en materia de prevención de riesgos laborales, representantes de los trabajadores, etc., podrán presentar por escrito y de forma razonada las sugerencias y alternativas que estimen oportunas.

8.1.4. Características de la obra

- Denominación: Diseño de Planta de Dosificación para la Fabricación de Líquido Anticongelante en un astillero para su Suministro a Buques.

- Situada en: El Astillero, Cantabria

- Se estima un plazo de duración de la obra de: 6 meses

- El presupuesto de la instalación es de: 399.515,59€

- El número de trabajadores que como media intervengan en los trabajos se estima de: 10 trabajadores

8.1.5. Interferencias y servicios afectados

Cuando en un mismo centro de trabajo se desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, estas deberán cooperar en la aplicación de la normativa vigente en prevención de riesgos laborales. A tal fin, se establecerán los medios de coordinación que sean necesarios en cuanto a la protección y prevención de riesgos laborales y la información sobre los mismos a sus respectivos trabajadores, según los términos previstos en los artículos 18 y 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, este último referente a coordinación de actividades empresariales.

Antes de iniciar el trabajo, el encargado o responsable del mismo, deberá informarse de la existencia o situación de las diversas canalizaciones de servicios existentes, tales como electricidad, agua, gas, etc., y su zona de influencia (La información de no estar recogida en el estudio o estudio básico, será facilitada por el coordinador de seguridad en obra o en su defecto por la dirección facultativa).

Caso que durante la obra se encuentren con ellas se dará aviso al coordinador o a la dirección facultativa que pondrán los medios adecuados (Señalización, protección, etc.) y si fuese necesario se pondrán en contacto con el responsable del servicio que afecte al área de los trabajos para decidir en común acuerdo las medidas preventivas a adoptar, o en caso extremo, solicitar la suspensión temporal del suministro en cuestión.

8.1.6. Suministro de energía eléctrica y agua potable

En el caso de que el centro de trabajo no disponga de servicios higiénicos, vestuarios, etc. Será por parte de la propiedad la acometida a las obras proporcionando un punto de enganche en el lugar del emplazamiento de las mismas. En caso de ser de nueva construcción será necesario abastecerse mediante grupo electrógeno.

Se consultará a la propiedad sobre la posible conexión en el emplazamiento de la obra para suministro de agua. En caso de que el suministro no exista o no pueda realizarse, se dispondrán de los medios necesarios para abastecerse desde el exterior antes del comienzo de la obra.

8.1.7. Análisis de riesgos y su prevención

En este apartado se describirán primeramente las fases del trabajo y los equipos de trabajo a utilizar, seguidamente se valoraran los riesgos y medidas preventivas a adoptar (Protecciones colectivas, Equipos de protección individual, normas, etc.), en cada fase del trabajo.

8.1.7.1. Montaje / ejecución

8.1.7.1.1. Evaluación de riesgos y medidas preventivas

Generalidades

En este apartado se recogerán aquellos que afectan a las distintas tareas. Para efectuar la evaluación de cada puesto / Tarea, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos.

- - Las tareas que se realizan.
- - El entorno de trabajo.
- - Las particularidades de los trabajadores, formación, información.
- - Las sustancias y productos que se manejan y el estado en que se encuentran.
- - Las medidas de control y, especialmente la señalización, los EPI.
- - El histórico de daños a la salud producidos.
- *.- El histórico de daños a la salud producidos.

Los criterios de evaluación de riesgos son los siguientes:

- Probabilidad de que ocurra el daño:
- **(A) Alta:** el daño ocurrirá siempre o casi siempre.
- **(M) Media**: el daño ocurrirá en algunas ocasiones.
- **(B) Baja:** el daño ocurrirá raras veces.
- Consecuencias:

(LD) Ligeramente dañino: cortes y magulladuras pequeñas, irritación de los ojos por polvo, dolor de cabeza.

(D) Dañino: laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores, sordera, dermatitis, asma, trastornos músculos-esqueléticos, enfermedad que conduce a una incapacidad menor.

(ED) Extremadamente dañino: amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones fatales, cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida.

Se elegirá siempre en primer lugar la severidad más probable y racional del peligro a analizar (Alta, media, baja), y después la probabilidad asociada a la severidad escogida.

Con los criterios escogidos se entraría a la siguiente tabla que nos daría como combinación de ambos factores la estimación de los niveles de riesgo.

		CONSECUENCIAS		
		Ligeramente Dañina (LD)	**Dañina (D)**	**Extremadamente Dañina (ED)**
PROBABILIDAD	**BAJA (B)**	Trivial	Tolerable	Moderado
	MEDIA (M)	Tolerable	Moderado	Importante
	ALTA (A)	Moderado	Importante	Intolerable

Tabla 6: Consecuencias. Fuente propia.

RIESGO	ACCIÓN y TEMPORIZACIÓN
Trivial (T)	***-** No se requiere acción específica.
Tolerable (TO)	***-** No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejorar que no supongan una carga económica importante.
Moderado (M)	***-** Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un periodo determinado. ***-** Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con mayor precisión, la probabilidad de dar como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante (I)	***-** No se debe comenzar el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. ***-** Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. ***-** Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos.
Intolerable (IN)	***-** No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. ***-** Si no es posible reducir el riesgo. Incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

Tabla 7: acción y temporización. Fuente propia.

En cuanto a las causas de accidente y formas en que se producen se utilizará la codificación siguiente:

SEGURIDAD:

01.- Caídas de personas a distinto nivel.

02.- Caídas de personas al mismo nivel.

03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento

04.- Caídas de objetos en manipulación.

05.- Caídas de objetos desprendidos.

06.- Pisadas sobre objetos.

07.- Choques contra objetos inmóviles.

08.- Choques contra objetos móviles.

09.- Golpes, cortes y pinchazos por objetos o herramientas.

10.- Proyección de fragmentos o partículas.

11.- Atrapamiento por o entre objetos.

12.- Atrapamiento por vuelco de maquinas o vehículos.

13.- Sobreesfuerzos.

14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas.

15.- Contactos térmicos.

16.- Contactos eléctricos.

17.- Exposición o ingestión de sustancias nocivas.

18.- Contactos a sustancias cáusticas y/o corrosivas.

19.- Exposición a radiaciones.

20.- Explosiones.

21.- Incendios.

22.- Accidentes causados por seres vivos.

23.- Atropellos o golpes con vehículos.

24.- Vibraciones y ruido

25.- Al ir o al volver del trabajo, causas naturales(Infartos, embolias, etc.)

26.- Desprendimiento de tierras

SENSIBILIDAD ESPECIAL (Artículos: 25-26-27)

30.-ES- Especialmente Sensibles.

31.- MA- Maternidad.

32.- ME- Menores

HIGIENE INDUSTRIAL (Enfermedades Profesionales del Trabajo)

40.- Por Agentes Químicos

41.- Por Agentes Físicos

42.- Por Agentes Biológicos

43.- Por Otros Agentes.

8.1.7.1.2. Descripción y fichas de las fases del trabajo

En las siguientes fichas se recogen los riesgos y medidas preventivas a adoptar para reducir o anular el riesgo.

La primera ficha corresponde a los riesgos generales que se pueden dar en la obra.

En las restantes fichas, se dan los riesgos y medidas preventivas de los trabajos estudiados en apartados anteriores por fase de trabajo.

Riesgos generales.

Corresponden a los riesgos generales que se pueden producir en alguna de las fases de la obra.

EVALUACIÓN DE RIESGOS													
		PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			ESTIMACIÓN DEL RIESGO					SOLUCIONES
COD	RIESGO IDENTIFICADO	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN	
01	Caídas de Personas al distinto nivel	X					X			X			* Los equipos de trabajo utilizados (escaleras, andamios, cestas, etc.) para el acceso de los trabajadores a las zonas de trabajo serán seguros y en perfectas condiciones de uso. * Los accesos a zonas de trabajo situadas a más de 2mts de altura, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, solo se efectuaran con el arnés de seguridad o se adoptaran otras medidas de protección alternativas(andamios, elevadores, redes, etc.). * Tapar las aberturas que se dieran a ras de suelo (Canales de paso de cables p.e.), habilitando accesos seguros en zonas de canales de cables cuando se retiran tapas, señalizando la zona de trabajo. * Seguir el manual de trabajos en altura.
02	Caídas de Personas al mismo nivel	X			X			X					* Orden y limpieza en las áreas de trabajo * Extremar la precaución * Señalización
04 05	Caídas de Objetos	X					X			X			* Utilización de casco de seguridad * Uso de calzado de seguridad * No pasar bajo cargas suspendidas. * Señalizar partes inferiores de trabajos.
06	Pisadas sobre objetos	X			X			X					* Extremar la Precaución * Uso de calzado de protección * Orden y limpieza en las áreas de trabajo
07	Choques, golpes contra objetos	X			x			X					* Utilización de calzado y casco de seguridad * Orden y limpieza en el puesto de trabajo. * Iluminar convenientemente las áreas de trabajo.
10	Proyecciones de fragmentos o partículas.	X				X			X				* Uso de gafas de seguridad ante el riesgo de proyecciones al transitar en las inmediaciones de operarios trabajando con radiales. * Uso de mamparas separadoras siempre que sea posible.

14	Temperaturas ambientales extremas	X				X			X				* Ingestión abundante de líquidos en ambientes calurosos * Ropa de abrigo en invierno. * Uso de casco en trabajos en el exterior (Frío, radiación solar).
21	Incendio	X				X			X				* Informar a los trabajadores sobre el uso de extintores y actuaciones a realizar en caso de emergencia.
23	Atropellos o golpes por vehículos en obra	X					X			X			* Extremar la precaución. * Señalización zonas de carga y descarga de equipos. * Coordinación diferentes gremios
25	Al ir o al volver del trabajo	X					X			X			* Extremar la precaución * I.T.V. de los vehículos

Tabla 8: Riesgos generales. Fuente propia.

Montaje estructura metálica

Corresponde a las tareas de montaje de la estructura metálica donde se montara el aparellaje eléctrico. Los trabajos se realizaran con grúas y aparejos para izado de cargas para el posicionamiento de la estructura y herramientas de mano (Llaves). Se realizan trabajos en altura con ayuda de cestas, andamios, escaleras, etc.

EVALUACIÓN DE RIESGOS													
		PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			ESTIMACIÓN DEL RIESGO					SOLUCIONES
COD	RIESGO IDENTIFICADO	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN	
01	Caídas de Personas al distinto nivel	X					X			X			* Los equipos de trabajo utilizados (escaleras, andamios, cestas, etc.) para el acceso de los trabajadores a las zonas de trabajo serán seguros y en perfectas condiciones de uso. * Los accesos a zonas de trabajo situadas a mas de 2mts de altura, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, solo se efectuaran con el arnés de seguridad o se adoptaran otras medidas de protección alternativas(andamios, elevadores, redes, etc.). * Tapar las aberturas que se dieran a ras de suelo (Canales de paso de cables p.e.), habilitando accesos seguros en zonas de canales de cables cuando se retiran tapas, señalizando la zona de trabajo. * Seguir el manual de trabajos en altura.

04 05	Caídas de Objetos	X					X			X			* Utilización de casco de seguridad * Uso de calzado de seguridad * No pasar bajo cargas suspendidas. * Señalizar partes inferiores de trabajos.
09	Cortes en manos	X			X			X					*Uso de guantes de protección para manipulación de materiales, herramienta. Buen uso de la herramienta.
11	Atrapamientos por la carga	X					X			X			*No guiar la carga con las manos, utilizar útiles adecuados (Cuerdas, p.e).
13	Sobreesfuerzos	X				X			X				* Instruir a los operarios en lo referente a manipulación manual de cargas. *Utilización de medios mecánicos. *Uso de fajas dorso-lumbares en caso necesario.
16	Riesgo eléctrico ante la proximidad de instalaciones con tensión	X					X			X			*Si se realizan trabajos con grúas en proximidad de líneas eléctricas, antes del comienzo de los trabajos se delimitaran los movimientos de las grúas manteniendo las distancias de seguridad.(El encargado verificara esta medida).
23	Atropellos o golpes contra vehículos	X				X			X				* Extremar la precaución. * Señalización zonas de carga y descarga de materiales. * Coordinación diferentes gremios

Tabla 9: Montaje estructura metálica. Fuente propia.

Montaje de bandeja

Corresponde a las tareas de montaje de canalizaciones a base de bandeja portacables en salas eléctricas del edificio y parque.

Cuando los trabajos se realizan en altura (Altura media de las salas 3mts) con ayuda de escaleras.

Se utilizan sierras para el mecanizado de la bandeja, así como taladros eléctricos y herramienta de mano (Llaves).

EVALUACIÓN DE RIESGOS													
		PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			ESTIMACIÓN DEL RIESGO					SOLUCIONES
COD	RIESGO IDENTIFICADO	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN	
01	Caídas de Personas al distinto nivel	X					X			X			*Uso de casco con barbuquejo para trabajos en altura.
09	Golpes, cortes, enganchones por la herramienta o en manipulación de materiales	X			X			X					*Utilización de guantes de protección en labores de mecanizado, y manipulación de materiales, utilizando la herramienta adecuada al trabajo. *Revisión de la herramienta de trabajo.

													*Formación y vigilancia en el uso de la herramienta.
10	Proyección de fragmentos o partículas	X				X			X				*Utilización de gafas o caretas faciales en el corte de bandeja con radial, en labores de perforado mediante taladros o pistolas.
13	Posturas forzadas de montaje		X		X				X				*Intentar evitar posiciones continuadas de los brazos y codos por encima de los hombros, en caso de utilizar escaleras o plataformas intentar que la zona de trabajo este comprendida entre la cadera y el pecho, evitando elevar los brazos y el cuello. *No mantener prolongadamente la posición de piernas extremadamente flexionadas ó en cuclillas, alternar con otras posturas utilizando almohadillas o rodilleras de apoyo.
16	Riesgo eléctrico	X					X			X			*Utilización de herramientas eléctricas clase 2. *Alimentar la herramienta eléctrica desde tomas de corriente con protección diferencial. *Utilización de tomas de corriente seguras, sin empalmes.
21	Incendios	X					X			X			*Ante el riesgo de proyecciones de partículas en estado de fusión (Trabajo con radiales), se realizara limpieza de la zona (Retirando materiales combustibles), disponiendo u extintor en la zona de trabajo. *El cable de masa de la máquina de soldar se conectara lo más cerca del punto de soldadura

Tabla 10: Montaje de bandeja. Fuente propia.

Tendido de cables de interconexión de fuerza y control.

Corresponde a las labores de tendido de cables A.T (De interconexión entre aparellaje eléctrico en el parque y celdas en edificio) y de cables control (De interconexión entre distintos elementos del parque y paneles/bastidores en el edificio de la S.T).

Las labores realizadas son las siguientes:

-Montaje en casos necesarios de soportes de bobinas Gatos.

-Montaje de estructuras de apoyo si estas son necesarias (Escaleras, andamios, cestas, etc).

-Retirada de losetas en canales de paso de cables.

-Montaje de guías pasacable en el caso de canalizaciones mediante tubería.

-Tendido de conductores mediante tirado manual mediante guía pasacables/utilizando tráctels/tendiendo el cable directamente sobre bandeja.

-Grapado de conductores en bandeja.

EVALUACIÓN DE RIESGOS													
		PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			ESTIMACIÓN DEL RIESGO					SOLUCIONES
COD	RIESGO IDENTIFICADO	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN	
01	Caídas de Personas al distinto nivel	X					X			X			*Uso obligatorio de casco de protección. *Los equipos de trabajo a utilizar (Escaleras, Andamios o elevadores) homologados y seguros. *En trabajos con riesgo de caída >2mts, uso obligatorio de arnés de seguridad sujeto a celosías o líneas de vida. *Uso de sistemas anti-caídas móviles (Ranas), para el ascenso o descenso de personas a dinteles o estructuras en caso necesario.. *Seguir el manual de trabajos en altura.
09	Golpes, cortes, enganchones por la herramienta o en manipulación de materiales	X			X			X					* Utilización de guantes de protección en labores de tendido de conductores ante el riesgo de cortes con elementos circundantes (Bandejas p.e.). * Precaución en las tareas de tirado de cables, observando los objetos que estén en el radio de acción.
11	Atrapamientos	X				X			X				* Cuando se utilicen gatos para elevación de bobinas, comprobar que estos estén asentados sobre superficies horizontales y estables.
13	Sobreesfuerzos	X				X			X				*No realizar movimientos bruscos y en frío en las labores de tirado manual de conductores.(Utilizando medios mecánicos cuando sea posible) *Utilización de medios mecánicos para movimientos de bobinas(Si no es posible, organizar el equipo de trabajo en función con el peso a trasladar). *Uso de fajas dorso-lumbares en caso necesario.

Tabla 11: Tendido de cables de interconexión de fuerza y control. Fuente propia.

Conexionado de conductores BT

Las labores realizadas son las siguientes:

-Identificación de los conductores.

-Cortado y pelado e los conductores (Mediante pelacables, cizallas, etc.).

-Señalización de los conductores.(Mediante ferrules, etiquetas, etc.).

-Montaje de terminales (Apretado mediante prensa- terminales, manual o neumático).

-Conexionado final en la borna o equipo correspondiente.

Cabe la posibilidad de que por continuidad de servicio, se deban realizar trabajos de conexionado con elementos (Aparellaje, embarrados, etc.), próximos con tensión.

EVALUACIÓN DE RIESGOS													
		PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			ESTIMACIÓN DEL RIESGO					SOLUCIONES
COD	RIESGO IDENTIFICADO	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN	
09	Cortes en manos	X			X			X					*Uso de guantes de protección en la manipulación de herramienta u objetos cortantes (Pelado de cables). *Uso de herramienta segura.
16	Riesgo de contactos/arcos eléctrico	X					X			X			*Cuando se deban realizar trabajos de conexionado, estos se realizaran sin tensión (Proceder según el manual de trabajos eléctricos). * Cuando por continuidad del servicio, se deban realizar trabajos de conexionado con equipos en tensión o en su proximidad, se aislaran aquellas partes con tensión situadas en el radio de acción del trabajador (Trabajadores cualificados según RD614) * La herramienta será aislante y se utilizaran guantes y cascos también aislantes para trabajos en tensión o en su proximidad, así mismo se utilizara pantalla facial homologada cuando exista la posibilidad de provocar cortocircuitos o arcos eléctricos. * Formación de los trabajadores sobre el riesgo eléctrico según RD614/2001.
29	Cansancio Visual	X			X			X					*Utilización de alumbrado localizado en caso necesario.

31	Cansancio postural	X			X			X					*Intentar evitar posiciones continuadas de los brazos y codos por encima de los hombros, en caso de utilizar escaleras o plataformas intentar que la zona de trabajo este comprendida entre la cadera y el pecho, evitando elevar los brazos y el cuello. *No mantener prolongadamente la posición de piernas extremadamente flexionadas ó en cuclillas, alternar con otras posturas utilizando almohadillas, rodilleras de apoyo o banquetas.

Tabla 12: Conexionados de conductores BT. Fuente propia.

Montaje de Andamios

Corresponde a las labores de montaje de tubos, barandillas, etc., elementos constituyentes de los andamios.

Generalmente se trata de pequeñas andamiadas y cuando la complejidad del montaje lo requiere se cuenta con empresas montadoras de andamios.

Trabajos con máquina herramienta fija.

Corresponde a las labores realizadas generalmente en bancos fijos de trabajo, trabajando con esmeriladoras, tronzadoras y taladros de pie.

EVALUACIÓN DE RIESGOS													
		PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			ESTIMACIÓN DEL RIESGO					SOLUCIONES
COD	RIESGO IDENTIFICADO	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN	
01	Caídas de Personas al distinto nivel	X					X			X			* Uso de arnés para trabajos en altura. * Montaje de líneas de vida en caso necesario.
02	Caídas de Personas al mismo nivel												* Orden y limpieza en las áreas de trabajo. * Extremar la precaución. * Señalización.
04 05	Caídas de objetos												* Utilización de casco de protección * No depositar herramienta en andamios o estructuras sin rodapiés. * No pasar bajo cargas suspendidas. * Señalizar partes inferiores de trabajos.
06	Pisadas sobre Objetos		X		X				X				* Extremar la precaución. * Uso de calzado de protección.

													* Orden y limpieza en plataformas de trabajo.
09	Cortes en manos	X			X			X					* Uso de guantes de protección para montaje de andamios y manipulación de objetos cortantes.

Tabla 13: Montaje de andamios. Fuente propia.

Trabajos con máquina y herramienta fija

Corresponde a las labores que se hagan en máquinas y herramientas fijas como son las esmeriladoras, tronzadoras y taladros, etc.

EVALUACIÓN DE RIESGOS													
		PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			ESTIMACIÓN DEL RIESGO					SOLUCIONES
COD	RIESGO IDENTIFICADO	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN	
09	Cortes en manos	X				X			X				*Utilización de guantes de protección en trabajos con máquina herramienta y manipulación de materiales.
10	Proyecciones de fragmentos o partículas	X				X			X				*Uso de gafas o pantallas faciales en trabajos con esmeriladoras, tronzadoras y taladros instalando mamparas en caso necesario.
11	Atrapamientos en las maquinas	X				X			X				*Antes de utilizar la esmeriladora observar el estado de la misma (Distancia del portapiezas a la piedra) Apoyando la pieza a esmerilar en el porta-piezas. *Todos los trabajos de mantenimiento en máquinas se realizara con esta desenergizada. *Toda máquina a utilizar estará en perfecto estado cumpliendo las normas de seguridad aplicables (RD1215, certificados CE, etc.)

Tabla 14: Trabajos con máquinas y herramienta fija. Fuente propia.

8.1.7.2. Procedimiento seguro en el trabajo

En las siguientes fichas se muestran de forma genérica, los procedimientos seguros en el trabajo diario y las medidas preventivas y equipos de protección individual a utilizar.

Al inicio de la jornada

PROCEDIMIENTO SEGURO EN EL TRABAJO

		EQUIPO DE PROTECCIÓN
EQUIPAMIENTO COMPLEMENTARIO DE TRABAJO	**MODO DE TRABAJO**	**Ropa de Trabajo** **Casco** **Calzado de protección**
* Pantalla de Protección facial. * Gafas seguridad. * Guantes * Arnés de seguridad. * Protecciones auditivas * Telas y alfombras aislantes * Banquetas aislantes * Pértiga detectora de tensión * Juego de tierras * TODO TIPO DE PROTECCIÓN DE SEGURIDAD ESPECÍFICA Y NECESARIA QUE REQUIERA LA OBRA.	Al inicio de la obra y siempre que la peligrosidad del trabajo lo requiera se realizará una reunión de seguridad dirigida por el encargado, con el personal que va a intervenir en la misma, exponiéndose los riesgos del trabajo y las medidas a tomar en cada caso. **1.-** ***AL INICIO DE LA JORNADA:*** ***** Antes de comenzar el trabajo, el encargado de la obra realizará una inspección de obra al objeto de comprobar que esta cumple las condiciones de seguridad, al objeto de dar comienzo el trabajo. ***** El encargado vigilará en cumplimiento estricto de prohibición de trabajar en estado de embriaguez y de consumo de bebidas alcohólicas durante la jornada laboral. ***** El encargado, vigilará que todo trabajador a su cargo vaya equipado con las prendas, botas y casco de seguridad obligatorias así como equipos de protección individual específicos de la tarea. ***** Los trabajadores revisarán la herramienta y máquinas a utilizar, y en caso de observar algún defecto, éste, lo pondrá en conocimiento del jefe de equipo o encargado de obra. ***** En trabajos eléctricos y antes de comenzar, el encargado se cerciorará de la no existencia de tensión en la zona de trabajo y que se cumplen todas las condiciones de seguridad eléctrica. Cuando por razones de continuidad de servicio se tengan que realizar trabajos en proximidad, se delimitará la zona de trabajo (Señalización, pantallas, barreras físicas), cumpliendo los preceptos dados en el R.D.614/2001.	**PELIGROS** *Riesgo de proyecciones durante el uso de radial, sierras, etc., será obligatorio la utilización de gafas o pantallas de protección. * Golpes y enganchones, caída de materiales, por lo que será obligatorio el uso de calzado de protección, casco y prendas de seguridad. *Cortes y lesiones en manos en la manipulación de objetos cortantes ó en el tendido de conductores y estrobado de cargas, por lo que será necesario el uso de guantes de protección. *Ante el riesgo de caída de altura, será obligatorio el uso del arnés de seguridad si no se dan sistemas de protección colectivos. *Ante el riesgo de caída de materiales en trabajos con camión grúa, se revisarán eslingas, estrobos, ganchos, antes de realizar maniobras con cargas.

Tabla 15: Procedimiento seguro en el trabajo al inicio de la jornada. Fuente propia.

Durante la jornada

PROCEDIMIENTO SEGURO EN EL TRABAJO

		EQUIPO DE PROTECCIÓN
EQUIPAMIENTO COMPLEMENTARIO DE TRABAJO	**MODO DE TRABAJO**	**Ropa de Trabajo** **Casco** **Calzado de protección**
* Pantalla de Protección facial. * Gafas seguridad. * Guantes * Arnés de seguridad. * Protecciones auditivas * Telas y alfombras aislantes * Banquetas aislantes * Pértiga detectora de tensión * Juego de tierras * TODO TIPO DE PROTECCIÓN DE SEGURIDAD ESPECÍFICA Y NECESARIA QUE REQUIERA LA OBRA.	***2.- DURANTE LA JORNADA:*** * Cada trabajador, vigilará y mantendrá toda la herramienta y material a utilizar durante la jornada agrupado y en orden. * Ningún trabajador podrá tener acceso a zonas del centro fuera de la zona de trabajo sin autorización. * En caso de que durante la jornada se ocupen zonas normales de tránsito, se librarán en cuanto sea posible. * Se vigilará que en los trabajos a desarrollar en alturas superiores a 2 metros y exista riesgo de caída, los operarios utilicen obligatoriamente el cinturón de seguridad homologado, debiendo estar estos amarrados en todo momento a estructuras fijas o líneas de vida. * Está prohibido circular y trabajar bajo zonas con cargas suspendidas y bajo lugares donde exista riesgo de caídas o desprendimiento de materiales. * Se avisará del uso de grúa, teniendo precaución de no circular por debajo de ella siendo responsabilidad del Jefe de grupo u oficial encargado de la maniobra el hacer cumplir esta norma. * Para el movimiento de celdas, equipos, bobinas, cuadros, etc. y cuando se necesite camión-grúa se acotará la zona de riesgo y el encargado dirigirá la maniobra. * Nadie utilizará ninguna máquina, grúa, o aparato mecánico, etc. para el que no esté convenientemente instruido y debidamente autorizado. * Todas las máquinas portátiles, (taladros, radiales, etc.) se conectarán a cuadros de obras dotados de diferencial.	**PELIGROS** *Riesgo de proyecciones durante el uso de radial, sierras, etc., será obligatorio la utilización de gafas o pantallas de protección**.** * Golpes y enganchones, caída de materiales, por lo que será obligatorio el uso de calzado de protección, casco y prendas de seguridad. *Cortes y lesiones en manos en la manipulación de objetos cortantes o en el tendido de conductores y estrobado de cargas, por lo que será necesario el uso de guantes de protección. *Ante el riesgo de caída de altura, será obligatorio el uso del arnés de seguridad si no se dan sistemas de protección colectivos. *Ante el riesgo de caída de materiales en trabajos con camión grúa, se revisarán eslingas, estrobos, ganchos, antes de realizar maniobras con cargas.

		EQUIPO DE PROTECCIÓN
EQUIPAMIENTO COMPLEMENTARIO DE TRABAJO	**MODO DE TRABAJO**	**Ropa de Trabajo** **Casco** **Calzado de protección**
* Pantalla de Protección facial. * Gafas seguridad. * Guantes * Arnés de seguridad. * Protecciones auditivas * Telas y alfombras aislantes * Banquetas aislantes * Pértiga detectora de tensión * Juego de tierras * TODO TIPO DE PROTECCIÓN DE SEGURIDAD ESPECÍFICA Y NECESARIA QUE REQUIERA LA OBRA.	* Se señalizará siempre todas las zonas donde se retiren tapas, arquetas, rejillas, etc. y los lugares donde se realicen zanjas. * Siempre que sea necesario la utilización de camiones, o cualquier otro vehículo, se atendrán a las normas de circulación de la empresa en la que se esté desarrollando la obra o se seguirán las indicaciones del personal autorizado al efecto. * Todo trabajador de soldadura eléctrica irá equipado de careta de protección, guantes de soldador, así como de polainas y mandil. * Cuando se conecte alguna instalación que haya estado fuera de servicio, se requerirá la presencia del encargado de la empresa contratante o persona debidamente autorizada y se recabará de éste la correspondiente autorización de conexión.	**PELIGROS** *Riesgo de proyecciones durante el uso de radial, sierras, etc., será obligatorio la utilización de gafas o pantallas de protección. * Golpes y enganchones, caída de materiales, por lo que será obligatorio el uso de calzado de protección, casco y prendas de seguridad. *Cortes y lesiones en manos en la manipulación de objetos cortantes ó en el tendido de conductores y estrobado de cargas, por lo que será necesario el uso de guantes de protección. *Ante el riesgo de caída de altura, será obligatorio el uso del arnés de seguridad si no se dan sistemas de protección colectivos. *Ante el riesgo de caída de materiales en trabajos con camión grúa, se revisarán eslingas, estrobos, ganchos, antes de realizar maniobras con cargas.

Tabla 16: Procedimiento seguro en el trabajo durante la jornada. Fuente propia.

Al finalizar la jornada

PROCEDIMIENTO SEGURO EN EL TRABAJO

		EQUIPO DE PROTECCIÓN
EQUIPAMIENTO COMPLEMENTARIO DE TRABAJO	**MODO DE TRABAJO**	**Ropa de Trabajo** **Casco** **Calzado de protección**
* Pantalla de Protección facial. * Gafas seguridad. * Guantes * Arnés de seguridad. * Protecciones auditivas * Telas y alfombras aislantes * Banquetas aislantes * Pértiga detectora de tensión * Juego de tierras * TODO TIPO DE PROTECCIÓN DE SEGURIDAD ESPECÍFICA Y NECESARIA QUE REQUIERA LA OBRA.	***3.- AL FINALIZAR LA JORNADA:*** * El encargado se responsabilizará de que todos los operarios a sus órdenes, recojan toda la herramienta utilizada durante la jornada y quede guardada convenientemente. * Se vigilará, que todas las zanjas, o cualquier tipo de agujero abierto a nivel de suelo, por haberse retirado tapas, alcantarillas, rejillas, etc. queden perfectamente señalizadas y a ser posible tapados. * El encargado se responsabilizará de que los trabajadores cumplan estrictamente con el orden y limpieza obligatorios, tanto en el área de trabajo, como en las casetas vestuarios.	**PELIGROS** *Riesgo de proyecciones durante el uso de radial, sierras, etc., será obligatorio la utilización de gafas o pantallas de protección.. * Golpes y enganchones, caída de materiales, por lo que será obligatorio el uso de calzado de protección, casco y prendas de seguridad. *Cortes y lesiones en manos en la manipulación de objetos cortantes o en el tendido de conductores y estrobado de cargas, por lo que será necesario el uso de guantes de protección. *Ante el riesgo de caída de altura, será obligatorio el uso del arnés de seguridad si no se dan sistemas de protección colectivos. *Ante el riesgo de caída de materiales en trabajos con camión grúa, se revisarán eslingas, estrobos, ganchos, antes de realizar maniobras con cargas.

Tabla 17: Procedimiento seguro en el trabajo al finalizar la jornada. Fuente propia.

8.1.7.3. Tareas auxiliares

Corresponde esta unidad a la definición de los riesgos específicos de las actividades o trabajos auxiliares que se dan en la ejecución de la obra.

La documentación relativa está contenida en el anexo 1 del presente documento.

-Trabajos que impliquen manipulación manual de cargas.

-Izado de cargas.

-Trabajos de soldadura y corte.

-Manipulación mecánica de cargas.

-Trabajos eléctricos.

-Trabajos en altura.

-Riesgos Propios de maquinaria a emplear.

-Andamios, escaleras, plataformas elevadoras.

8.1.8. Instalaciones de higiene y vestuarios

Antes del comienzo de las obras se pedirá autorización en el centro de trabajo, para hacer uso de las instalaciones higiénicas propias del centro.

De no disponer el centro de trabajo de dichas instalaciones, se instalaran vestuarios y servicios higiénicos adecuados en función al número máximo de trabajadores que intervengan en obra.

8.1.9. Vigilancia de la salud

Todos los trabajadores que intervengan en obra serán aptos para realizar los trabajos objeto del contrato.

8.1.10. Asistencia accidentados

8.1.10.1.Centros asistenciales en caso de accidente

En caso de accidente, se indicara el centro asistencial más próximo a trasladar al trabajador accidentado, facilitando los medios de transporte (Ambulancias en caso necesario).

El hospital más cercano es el Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, comarcal de Santander, a 7 kilómetros de distancia.

8.1.10.2.Botiquines de primeros auxilios

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

El botiquín contendrá lo reflejado en el manual de primeros auxilios

El material empleado se repondrá inmediatamente, y al menos una vez al mes, se hará una revisión general del botiquín, desechando aquellos elementos que estén en mal estado o caducados. La ubicación del botiquín debe estar suficientemente señalizada.

8.2. **Pliego de condiciones**

8.2.1. Legislación aplicable a la obra

8.2.1.1. Normas oficiales

• Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

• Reglamentos Técnicos de la Industria aplicables y demás disposiciones relativas a Medicina, Higiene y Seguridad en el trabajo que puedan afectar al tipo de trabajos que se realiza.

• Reglamento Electrotécnico para baja tensión (R.D.842/2002 de 2 de Agosto).

• Reglamento de Alta Tensión.

8.2.1.2. Normas particulares

• Normas de Seguridad (adjuntas).

• Manuales de Seguridad (adjuntos).

8.2.2. Consideraciones de seguridad de los equipos de protección

Los equipos de protección individual proporcionarán una protección eficaz frente a los riesgos que motivan su uso, sin suponer por si mismos u ocasionar riesgos adicionales ni molestias innecesarias.

A tal fin deberán:

• Responder a las condiciones existentes en el lugar de trabajo

• Tener en cuenta las condiciones anatómicas y fisiológicas y el estado de salud del trabajador.

• Adecuarse al portador, tras los ajustes necesarios.

En caso de riesgos múltiples que exijan la utilización simultanea de varios equipos de protección individual, estos deberán ser compatibles entre si y mantener su eficacia en relación con el riesgo o riesgos correspondiente.

En cualquier caso, los equipos de protección individual que se utilicen de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 4 del R.D.773/1997, deberán reunir los requisitos establecidos en cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación, en particular en lo relativo a su diseño y fabricación.

8.2.3. Condiciones de seguridad de medios auxiliares, maquinas y equipos

Los equipos de trabajo a utilizar (Herramienta, Camión grúa, escaleras, cestas etc.) serán seguros cumpliendo las normativas de seguridad vigentes (RD 1215)

8.2.4. Formación e información a los trabajadores

Los trabajadores que intervengan en obra estarán debidamente formados en los métodos de trabajo seguros, teniendo conocimientos de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individual necesarios.

Asimismo todos los trabajadores deberán conocer y estar informados sobre el plan de seguridad especifico de la obra, como paso previo a su incorporación al trabajo.

Se acreditará que el personal que intervenga en la obra posee la formación, la experiencia y el nivel profesional adecuado a los trabajos a realizar, indicando de forma diferenciada con respecto al resto al resto de trabajadores para los trabajadores autorizados y cualificados según los criterios del R.D.614/2001.

Los trabajos que se realicen en tensión (Apertura de seccionadores, interruptores) y en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios, según el R.D. 614/2001.

8.2.5. Actuaciones en caso de accidente laboral

Cuando se produzca un accidente, bien el afectado, si es posible, o un compañero o testigo lo comunicará inmediatamente al Mando Directo, el cual en el momento de ser informado o de tener conocimiento del hecho deberá hacerse cargo de la situación y dar las instrucciones precisas al personal adecuado para evitar la extensión o acrecentamiento de la gravedad del mismo. Debe mantener fuera del área a todos aquellos que no sean necesarios y enviar al lesionado al Servicio Médico contratado [Mutua], si es que no lo ha sido ya.

El jefe de obra y/o la Dirección Facultativa deberán ser informados del suceso, así como será notificado a la autoridad laboral en los plazos y términos requeridos en normas oficiales.

8.2.6. Investigación de accidentes

De acuerdo con lo establecido en el artículo 16.3 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, cuando se produzca un daño para la salud de uno o más trabajadores, se llevará a cabo la investigación, a fin de detectar las causas que lo propiciaron y establecer medidas que eviten su repetición.

8.2.7. Organización de seguridad en obra

Se nombrará al inicio de obra un responsable de Seguridad que coincidirá con el responsable de obra y será el encargado de velar por el cumplimiento de todo lo estipulado en el Plan de Seguridad y Salud que se desarrollara lo expuesto en el presente estudio.

Se nombrara así mismo al trabajador encargado de seguridad en obra (A pié de obra) el cual ante la ausencia del responsable de obra se comprometerá a cumplir y hacer cumplir a los trabajadores a su cargo y a las empresas subcontratadas, en su caso, las obligaciones en materia de prevención de Riesgos Laborales contempladas en la Ley 31/95, así como las enumeradas en el Plan de seguridad y Salud.

8.2.8. Obligaciones del contratista en materia de seguridad y salud

Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente del Estado Español y sus comunidades Autónomas, referida a la seguridad y salud en el trabajo y concordantes, de aplicación a la obra.

Presentar el Plan de Seguridad para la aprobación por parte del Coordinador (En caso necesario) de seguridad y salud durante la ejecución de la Obra antes del comienzo de la misma, incluyendo todas las modificaciones y/o observaciones que éste pueda sugerirle. Formar e informar sobre el contenido del Plan de Seguridad y salud aprobado, a todos los trabajadores propios, subcontratistas y autónomos de la obra y hacerles cumplir con las medidas de prevención en él expresadas. Por parte de las subcontratas se firmará un documento de adhesión al Plan de Seguridad de la contrata principal.

Entregar a todos los trabajadores de obra los equipos de protección individual definidos en el Plan de Seguridad y Salud aprobado, para que puedan usarse de forma inmediata y eficaz. Cumplir fielmente con lo expresado en el pliego de condiciones en el apartado “Acciones a seguir en caso de accidente laboral”.

Informar de inmediato de los accidentes leves, graves, mortales o sin víctimas al Coordinador en materia de seguridad y salud y/o Dirección Facultativa durante la ejecución de la obra, tal como queda definido en el apartado “Acciones a seguir en caso de accidente laboral”.

Colaborar con la Dirección facultativa, en la solución técnico preventiva, de los posibles imprevistos del proyecto o motivados por los cambios de ejecución decididos sobre la marcha, durante la ejecución de la obra.

8.3. Normas y manuales de seguridad

8.3.1. Normas generales de seguridad de obligado cumplimiento

1. No ingerir bebidas alcohólicas durante la jornada laboral.

2. Es obligatorio mantener el **ORDEN Y LA LIMPIEZA** en tu puesto de trabajo.

3. Es obligatorio siempre el uso del **Equipo de Protección Individual de Seguridad**, **Ropa, Botas y Casco y siempre que el trabajo lo requiera,** gafas o pantalla, guantes, arneses o cinturones, etc. así como cuantos medios fuesen necesarios para garantizar al máximo tu seguridad.

4. Es obligatorio utilizar siempre **el arnés de seguridad** cuando trabajes en alturas superiores a 2 metros o en lugares de difícil acceso y estancia.

5. Está prohibido utilizar equipos de trabajo en trabajos distintos al específico para el que fue fabricada.

6. Es obligatorio cuidar con esmero la herramienta y mantenerla en perfecto estado de conservación.

7. Es obligatorio utilizar en cada momento la herramienta adecuada para cada trabajo.

8. Está prohibido subirse sobre cargas suspendidas o en movimiento así como permanecer, trabajar y transitar por debajo de ellas.

9. Está prohibido subir más de una persona sobre una misma escalera.

10. Está prohibido alterar o modificar las especificaciones técnicas de cualquier tipo de máquina, aparato o dispositivo de seguridad, es muy peligroso.

11. Está prohibido utilizar lámparas portátiles que no sean de **24 v** en locales húmedos.

12. Es obligatorio señalizar siempre todos los lugares peligrosos.

13. Es obligatorio poner en conocimiento de tu encargado cualquier situación de peligro que conozcas.

14. Es obligatorio usar casco de protección aislante en todos los trabajos eléctricos.

15. Es obligatorio realizar el transporte con carretilla elevadora a la menor altura posible.

16. Es obligatorio asegurarse, que las cargas sobre carretillas, grúas, etc. están bien sujetas y niveladas.

17. Está prohibido retirar las protecciones de aparatos mecánicos sin verificar antes su desconexión.

18. Está prohibido sobrecargar la capacidad de montacargas, elevadores, etc.

19. Está prohibido manejar cualquier máquina sin estar instruido en su manejo y autorizado para ello.

20. Es obligatorio antes de utilizar cualquier aparato, máquina, etc. verificar su perfecto estado.

21. Está prohibido utilizar cualquier medio de trabajo, herramienta, cable, arnés, eslinga, etc. que parezca dudoso o no esté en perfectas condiciones.

22. Es obligatorio en la suspensión de cargas, equipos de tracción, etc. **asegurarse** que los cables, eslingas, tráctel, etc. que se utilicen, tienen la resistencia adecuada para el trabajo a desarrollar, es preferible ante la duda utilizar varias a la vez y de mayor resistencia.

23. Es obligatorio que las escaleras en el sector eléctrico, sean de madera, sin pintar aunque pueden estar barnizadas, y que tengan en su base tacos anti deslizantes.

24. Es obligatorio siempre amarrar las escaleras portátiles, y que la separación desde la vertical del apoyo, sea de al menos de ¼ de la altura del apoyo y que sobrepasen en al menos un metro la cota.

25. Es obligatorio al soldar, desbastar, cortar con radial, etc. tener a mano un extintor.

26. Está prohibido el uso de disolventes organoclorados.

MUY IMPORTANTE

• **TIENES QUE SABER**: Que todos los medios que se utilizan en el trabajo tienen un periodo útil de vida y dependiendo de su cuidado y mantenimiento este periodo puede acortarse mucho.

• **Que** las eslingas textiles se deben cuidar con esmero y desechar todas las deshilachadas o deterioradas.

• **Que** las eslingas textiles no se deben apilar en el suelo.-

• **Que** no deben entrar en contacto con productos abrasivos, disolventes, etc. y • **Que** si se mojan se deben secar siempre a la sombra nunca al sol.

• **Que** las eslingas textiles se utilizan para no rayar o deteriorar la pieza a izar protegiéndola siempre de los ángulos cortantes o muy agudos para evitar su deterioro.

• **Que** las eslingas para utilizar sobre hierro, o sobre cualquier medio que pudiera ser cortante, serán siempre de acero y se protegerán de los ángulos a fin de evitar su deterioro.

• **Que** durante su utilización, el tráctel debe ser fácil de manejar y no ofrecer resistencia, cuando esto ocurre se cesará el trabajo de inmediato pues algo no va bien, puede estar enganchado el cable en algún punto, puede que la carga sea mayor que la que soporta el tráctel, etc.

8.3.2. Material de protección individual “EPIS”

Cascos protectores

Se usaran en atención de los siguientes riesgos:

- Caídas de objetos, choques y aplastamiento lateral.
- Puntas de pistola.
- Trabajos en tensión.
- Frío o calor excesivos.

Así mismo, deberá permitir que el trabajador tenga la suficiente percepción del entorno y un mínimo confort de uso, siendo cómodos, no dando calor y lo más ligeros posible.

Para trabajos eléctricos se exigirá que sean aislantes de la electricidad.

Los cascos pueden completarse con pantallas para los ojos, cubre nucas, orejeras, etc.

Protección del pie

Los zapatos y botas de seguridad se utilizan en atención de los siguientes riesgos:

- Caídas de objetos o aplastamiento de la parte anterior del pie.
- Caída e impacto sobre el talón del pie.
- Caída por resbalón.
- Riesgo de caminar sobre objetos cortantes o puntiagudos.
- Trabajos en baja, media y alta tensión (material aislante).
- Frío o calor.
- Proyección de metales en fusión.
- Polvos o líquidos abrasivos.

Además de protección, el calzado de seguridad, ofrecerá un mínimo confort de uso.

Protección ocular facial

El uso de gafas de protección, pantallas o pantallas faciales, deberá evitar los siguientes riesgos.

- Penetración de cuerpos extraños en ojos.
- Partículas incandescentes (resistencia a cuerpos incandescentes)
- Hipotermia en los ojos por efecto del frío.
- Protección en actividades en un entorno de calor radiante.
- Irritación causada por: Gases, Aerosoles, Polvo, Humo.

Protección del oído

Deberán prestar protección ante trabajos con:

- Ruido continuo.
- Ruido repentino.
- Proyecciones.

Los protectores deben reducir notablemente el nivel sonoro y permitir las comunicaciones orales.

Sin embargo, si el nivel de ruido es muy elevado, deben usarse tapones.

Protección de las manos:

Los guantes se deberán usar ante el riesgo de:

- Objetos cortantes o puntiagudos.
- Choques.
- Productos ardientes o fríos.
- Contacto con llamas.
- Trabajos de soldadura.
- Con tensión eléctrica.
- Sustancias químicas.
- Vibraciones mecánicas.

Se utilizarán siempre que no exista riesgo de quedar atrapado con alguna máquina.

Equipos de protección anti-caídas

Se deberá usar siempre que exista riesgo de:

- Caída de altura.
- Pérdida de equilibrio.

En todos los trabajos que se realicen en alturas igual o superior a 2 metros, requerirán el uso del arnés de seguridad, siempre que se carezca de protecciones colectivas que eliminen por completo el riesgo de caída.

El diseño de estos equipos deberá evitar la incomodidad y las molestias en el trabajo.

Es de suma importancia la elección del equipo necesario previo análisis y en función a la naturaleza e importancia del riesgo, condiciones industriales y factores individuales del usuario.

Serán revisados siempre y antes de su uso y siendo desechados aquellos en los que se apreciasen cortes, grietas, deshilachados o cualquier otro deterioro que comprometiese su resistencia.

Ropa de protección:

Deberá utilizarse cuando se presenten los siguientes riesgos:

- Presencia de objetos puntiagudos y/o cortantes.
- Productos ardientes o fríos.
- Protección frente a la temperatura ambiente.
- Contacto con llamas.
- Trabajos de soldadura.
- Trabajos en tensión eléctrica.

- Posibles daños debidos a acciones químicas.

- Trabajos en presencia de agua.

La ropa deberá quedar ajustada al cuerpo, incluso en brazos y piernas, llevándose siempre abrochada, pero sin aprisionar ni limitar los movimientos.

Protección respiratoria

Se usaran en atención de los siguientes riesgos:

*- Partículas de polvo contaminante o peligroso en suspensión.

*- Retención o descenso del oxígeno.

*- Respiración peligrosa por diversos agentes contaminantes.

*- Intervenciones específicas en caso de emergencia, recate, etc.

CONCLUSIONES.

En todos los casos anteriores, el encargado, será responsable de hacer cumplir la normativa y deberá asegurarse del buen mantenimiento del material, realizando revisiones periódicas del mismo y asegurándose de que se cumplan las normas de uso del fabricante, facilitando la sustitución del mismo en caso de deterioro.

8.3.3. Manual de seguridad para movimiento manual de cargas

Técnicas de elevación

El levantamiento de pesos, se deberá hacer de acuerdo con la siguiente técnica:

- Poner los pies a los lados de la carga con las piernas ligeramente separadas.

- Adoptar una posición agachada y equilibrada, enderezar la espalda y tensar los músculos dorsales y abdominales.

- Mantener los brazos y la carga tan cerca del cuerpo como sea posible.

- A ser posible, se asirá la carga con la mano completa y no solamente con los dedos.

- Elevar la carga mediante el enderezamiento de las piernas sin tirones bruscos.

- Erguir la parte superior del cuerpo.

Este método de levantamiento, se basa fundamentalmente en la elevación de la carga mediante una extensión de las piernas.

La elevación de cargas con este método, permite que la presión sobre los discos de la columna vertebral sea un 20% menor que con la elevación de cargas con la espalda curvada.

Posiciones y movimientos peligrosos

Cuando la espalda es encorvada hacia delante o hacia atrás, se produce una desviación de la columna, sometiendo a los músculos y ligamentos del lado contrario a la concavidad a una fuerte tracción y a las aristas de las vértebras y los discos en este lado cóncavo a una sobre presión. De esta forma cualquier esfuerzo repentino y suplementario aumenta el riesgo de lesión.

Así pues, el levantamiento y traslado de cargas, tirar o empujar carretillas o contenedores, la subida por escaleras con carga, etc. , deberá hacerse sin brusquedades y con sumo cuidado, evitando siempre el arqueo peligroso de la espalda con la concavidad en la parte posterior.

Así mismo, durante el trabajo no debe deformarse la columna hacia atrás, hacia adelante o alrededor de su eje y nunca el levantamiento o descenso de cargas se ligara a la torsión.

Reglas esenciales para transporte de cargas

A) Transportar la carga manteniéndose erguido.

B) Cargar los cuerpos simétricamente.

C) Soportar la carga con el esqueleto corporal.

D) Aproximar la carga al cuerpo lo más posible.

C) Utilizar elementos auxiliares tales como cinchas, yugos, albardas, etc.

8.3.4. Manual de seguridad para el uso de herramientas manuales

Están consideradas con herramientas manuales aquellos útiles simples para cuyo funcionamiento actúa única y exclusivamente el esfuerzo físico del hombre, también las que se sostienen con las manos, pero son accionadas por energía eléctrica, medios neumáticos, carga explosiva o combustión.

Los accidentes se producen por cuatro factores determinantes:

a) No seleccionar la herramienta adecuada al trabajo a realizar.

b) Mantener las herramientas en deficiente estado.

c) Uso incorrecto de las herramientas.

d) Mal almacenamiento de las herramientas.

La fabricación del útil y material elegido en la misma son condicionantes primarios que inciden en la siniestralidad.

Elección de herramientas

Tanto la herramienta así como sus mangos tendrán la forma, el peso y las dimensiones adecuadas al trabajo a realizar, no utilizándose para otro fin que para el que se fabricó.

Se desechará aquella herramienta que presente los siguientes defectos:

- Cabezas aplastadas, con fisuras o rebabas.

- Mangos rajados o recubiertos con alambre.

- Filos mellados o mal afilados.

En trabajos eléctricos se utilizarán herramientas con aislamiento adecuado.

Mantenimiento.

El perfecto estado de las herramientas requiere una revisión periódica mediante el control y supervisión de las mismas a cargo de los jefes de grupo o equipo y del propio usuario.

Almacenamiento.

Debe hacerse de tal forma que su colocación sea correcta, que la falta de alguna de ellas sea fácilmente detectada y comprobada, que estén protegidas contra su deterioro por choques o caídas y que se tenga fácil acceso a las mismas, sin riego de cortes, golpes, etc.

No se dejarán en el suelo, en zonas de paso o en lugares elevados como escaleras de mano, ya que pueden ocasionar lesiones por caída.

Las herramientas cortantes o con puntas agudas se guardarán provistas de protectores de cuero o metálicos para evitar lesiones accidentales.

Es preciso establecer un procedimiento para el control de las herramientas en la empresa, tal como un sistema de anotación de salida, lo que permite controlar cuáles están disponibles.

Transporte.

Para efectuar su transporte se utilizarán cajas especiales, bolsas o cinturones porta herramientas según las condiciones de trabajo y los útiles empleados.

No se portarán herramientas, que de alguna forma puedan obstaculizar el empleo de las manos cuando se trabaje en escaleras, andamios, estructuras, etc.

8.3.4.1. Herramientas Básicas.

Martillos.

Utilizados para clavar, enderezar y remachar.

Defectos más frecuentes

a). En la herramienta.

Mango flojo, astillado, cabeza en mal estado, mango mal alineado.

b). En el método.

Asir el mango demasiado cerca de su cabeza, golpear con excesiva violencia, utilizar el mango para golpear.

c). En el uso.

Utilizar el mango a modo de palanca, emplear el martillo para apretar tuercas valiéndose de corta fríos, botador o destornillador o utilizarlo para cualquier otro menester para el que no fue concebido.

Medidas preventivas

Seleccionar el tamaño adecuado, mangos de madera sólidamente ajustados, no usar el mango como palanca. Comprobar que el mango está en buen estado. Colocarse adecuadamente al golpear. Utilizar gafas de seguridad.

Cinceles

Se emplean para labrar, cortar o marcar a golpes de martillo toda clase de materiales.

Las condiciones de trabajo requieren que el material sea tenaz para que resista sin deformarse y suficientemente grueso para que no se combe ni alabee al ser golpeado.

Como protección, se usarán gafas de seguridad en todos los trabajos con esta herramienta, los operarios próximos se protegerán de igual forma o se colocará una pantalla que elimine el riesgo.

Defectos más frecuentes.

a) En la herramienta.

Cabeza con rebaba, filo mellado, falta de filo, vástago excesivamente corto o largo.

b) En el método.

Cincelar oblicuamente con el martillo, cincelar hacia dentro o hacia otros operarios.

c) En el uso.

Usarlos como palanca, para aflojar o apretar tuercas, o como destornillador.

Medidas preventivas.

Mantener las cabezas limpias de aceite y grasa. Mirar hacia el corte, trabajar en dirección contraria a uno mismo, fijar las piezas pequeñas mediante tornillo, no llevarlos en los bolsillos.

Destornilladores.

Diseñados exclusivamente para aflojar o apretar tornillos.

Defectos más frecuentes.

a) En la herramienta.

Mango rajado, flojo, vástago torcido, mellado, falta de filo.

b) En el método.

Trabajar oblicuamente, sostener la pieza con la mano, aumentar el esfuerzo mediante llave.

c) En el uso.

Usar los inadecuados al tamaño del tornillo, utilizarlo como palanca, cincel, etc.

Medidas preventivas.

Elección adecuada en tipo y tamaño, vigilar estado de filo, no llevarlo en los bolsillos, no sujetar las piezas con la mano.

Alicates y Tenazas.

Los alicates y Tenazas son instrumentos metálicos compuestos de dos brazos trabados por un perno y con una cabeza cortante. Han sido concebidos para operaciones de agarre y corte, siendo necesario usar gafas de seguridad durante su uso.

Defectos más frecuentes.

a) En la herramienta.

Inadecuada para el trabajo a realizar, melladuras o deformaciones de las bocas.

b) En el método.

Mala sujeción de la pieza, martillear sobre ellos para cortar, apretar excesivamente o demasiado poco, utilizar alguno de sus brazos para realizar palanca.

c) En el uso.

Utilizar sus mangos como palancas, usar los alicates para sacar clavos o usar tenazas como alicates, usarlos para apretar o aflojar tuercas.

Medidas preventivas.

No utilizarlos como llaves, no emplearlos para sujetar piezas que se van a taladrar, no utilizarlos como martillos ni martillear sobre ellos para favorecer el corte, no usar los mangos a modo de palanca.

8.3.4.2. Herramientas Manuales Dieléctricas

Las herramientas manuales utilizadas en trabajos eléctricos en instalaciones de baja tensión han de tener un aislamiento que cumpla los requisitos mínimos.

8.3.4.3. Herramientas manuales a motor

La fuente de energía puede ser eléctrica, neumática, de explosión, de combustión, y todas ellas presentan peligros similares a una máquina fija de la misma clase, además de los peligros propios de su manipulación.

La fuente de energía debe desconectarse siempre antes de cambiar cualquier accesorio, volviendo a colocar y ajustar los resguardos protectores antes de usar nuevamente la herramienta.

Se han de depositar en un lugar donde no exista posibilidad de caída al tirar del cordón o manguera, realizándose el recorrido de éstos, elevado sobre pasillos o áreas de trabajo y siendo preciso introducirlos en conductos protectores especiales si se mantienen en el suelo.

Las inspecciones periódicas son indispensables para su mantenimiento.

8.3.4.4. Herramientas Eléctricas

La descarga eléctrica es el principal peligro que presentan, estando clasificadas según su grado de protección contra choques eléctricos.

a) Herramienta de clase I - Su grado de aislamiento corresponde al grado funcional.

b) Herramienta de clase II - Posee un aislamiento completo bien sea doble reforzado.

c) Herramienta de clase III - Previstas para su alimentación a muy baja tensión.

Las carcasas o envolturas no deben presentar más aberturas que las precisas para el manejo y funcionamiento de la herramienta.

Las herramientas especialmente concebidas para su uso a la intemperie serán de la clase II o de la clase III.

Las herramientas ordinarias estarán provistas de un cable flexible y fijo de modo permanente, o bien de una base fija de conector. Los cables fijados de forma permanente deben ser como mínimo:

a) Con aislamiento ordinario de goma o de poli cloruro de vinilo, para las herramientas cuya masa no exceda de 2,5 kg.

b) Con aislamiento grueso de goma, para las demás herramientas.

Si son fijados de forma permanente en herramientas de clase I, deben estar provistos de conductor de protección. En todos los casos, las herramientas deberán tener un dispositivo de anclaje que libere los cables de esfuerzos de tracción o torsión en los lugares que estén conectados a los bornes y que proteja su revestimiento exterior de la abrasión. Si ésta fuera de clase II, el dispositivo de anclaje ha de ser aislante, o si es metálico estar aislado de forma satisfactoria.

Los cables permanentemente fijados irán provistos de una clavija de enchufe.

Ante posibles fallos o averías debidos a sobrecargas, contactos entre fases y neutro o contacto entre fase y tierra, se pueden realizar como sistemas de protección los dispositivos de corte automático, que irán asociados a la puesta a tierra de las masas, reduciendo o eliminando el riesgo ocasionado por choques o contactos eléctricos indirectos.

La protección de las personas se realizará mediante interruptores diferenciales de alta sensibilidad.

El conductor de protección no se puede interrumpir, ya que la actuación de los dispositivos de corte depende de ello, por lo cual se revisarán periódicamente y de forma exhaustiva.

La descarga eléctrica se produce con frecuencia por reducción de la capacidad de aislamiento, al haberse alterado las condiciones de trabajo, debido a la entrada de agua y polvo por los orificios de ventilación de la herramienta. Los cables flexibles de alimentación se pueden dañar si se tensan por encima de aristas vivas, se aplastan por vehículos o entran en contacto con partes de máquinas en movimiento, con disolventes o se exponen al calor, posibilitándose así el choque eléctrico.

Siempre que sea posible, el útil se protegerá de forma adecuada.

Las protecciones en mal estado, el cambio de útil con la herramienta conectada, trabajar en alturas sin tomar precauciones y falta de adiestramiento en el manejo son algunas de las causas de origen de accidentes.

Para cambiar el útil se desconectará la herramienta y si se utiliza llave para el apretado, se cuidará de retirarla antes de empezar a trabajar.

Los operarios que las utilicen no llevarán prendas holgadas que favorezcan los atrapamientos.

Quien maneje una herramienta portátil debe estar adiestrado en su uso, respetando el tiempo de funcionamiento ya que puede calentarse y deteriorarse.

En los trabajos se utilizará:

- Siempre gafas de seguridad.
- Mascarillas adecuadas, cuando los operarios estén expuestos a polvo.
- Calzado de seguridad.

Rotaflex / Radial

Normas y medidas preventivas

Utilizar la rotaflex para cortar no para desbastar con el plano del disco, ya que el disco de widia o carborundum se rompería.

Cortar siempre sin forzar el disco, no apretándolo lateralmente contra la pieza ya que podría romperse y saltar.

Utilizar carcasa superior de protección del disco así como protección inferior deslizante.

Vigilar el desgaste del disco, ya que si pierde mucho espesor queda frágil y casca.

Apretar la tuerca del disco firmemente, para evitar oscilaciones.

El interruptor debe ser del tipo «hombre muerto», de forma que al dejar de presionarlo queda la máquina desconectada.

Utilizar únicamente el tipo de disco adecuado al material que se quiera cortar.

Riesgos más frecuentes

- Proyección de partículas
- Rotura del disco.
- Cortes.
- Polvo.

Protecciones personales

- Guantes de cuero
- Gafas o protector facial
- Mascarilla.

Rozadora eléctrica

Normas y medidas preventivas:

Antes de comenzar a utilizar el aparato se debe comprobar que la carcasa de protección esté completa y no le falte ninguna pieza.

Se debe comprobar también el buen estado del cable y de la clavija de conexión.

Hay que utilizar el disco adecuado para el material a rozar.

No se debe intentar hacer rozas en zonas poco accesibles ni en posición inclinada lateralmente; el disco se puede romper y causar lesiones al operario que lo maneja.

Se suele observar que por el afán de ir más rápido se golpea el material a rozar al mismo tiempo que se corta. Este uso encierra el riesgo de que el disco se rompa y le produzca lesiones al operario.

Los discos gastados o fisurados hay que sustituirlos inmediatamente. Antes de iniciar las manipulaciones del cambio de disco hay que desconectar la máquina de la red eléctrica.

Dado que durante el corte se produce polvo, el operario que realice esta operación deberá utilizar mascarilla.

Las rozadoras estarán protegidas mediante doble aislamiento eléctrico.

Riesgos más frecuentes

-Contactos eléctricos.

-Cortes.

-Proyección de partículas.

-Polvo.

-Ruido.

-Caídas al mismo nivel.

-Caídas a diferente nivel.

Protecciones personales

- Casco.

- Calzado de seguridad.

- Gafas de seguridad.

- Guantes de cuero

- Mascarilla.

- Tapones.

Taladro portátil

Normas y medidas preventivas:

Se debe seleccionar la broca correcta para el material que se va a taladrar.

Si la broca es lo bastante larga como para atravesar el material, deberá resguardarse la parte posterior para evitar posibles lesiones directas o por fragmentos.

No se debe utilizar la broca empujando lateralmente para ampliar el diámetro del agujero ya que se puede producir la rotura de la misma y ser causa de accidente.

Riesgos más frecuentes:

- Contacto eléctrico.
- Cortes por la broca.
- Proyección de partículas.

Protecciones personales

- Casco.
- Calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad.

Pistola clavadora

Normas y medidas preventivas

Debido a la peligrosidad de esta herramienta sólo debe ser usada por personal adiestrado.

Elegir los impulsores adecuados en función del material.

Hay que incidir con la herramienta perpendicularmente a la superficie de tiro y el cuerpo debe estar siempre detrás del eje de la herramienta.

No fijar a una distancia menor a 5 cm. de otra fijación o de una fallida, ni a menos de 10 cm.

del borde. No cargar la herramienta hasta el momento de uso hacerlo lo más próximo posible al lugar a aplicar.

Nunca apuntar con la herramienta hacia nadie, ni estando descargada.

Para hacer comprobaciones en la herramienta descargarla previamente.

Protecciones personales:

- Casco.
- Gafas anti-proyecciones.

8.3.5. Manual de seguridad para trabajos en instalaciones eléctricas

8.3.5.1. Trabajos en instalaciones de baja tensión

Una instalación de baja tensión o en su proximidad, en la que deban efectuarse trabajos, no podrá considerarse sin tensión, si no se ha verificado la ausencia de la misma.

Las instalaciones de baja tensión, con tensión, siempre son peligrosas, especialmente cuando se encuentran en condiciones de aislamiento desfavorable.

En la adopción de las medidas de Prevención de Accidentes, debe tenerse en cuenta, que incluso contactos con instalaciones en tensión, que por su naturaleza no son peligrosos, pueden provocar movimientos irreflexivos que produzcan pérdida de equilibrio y caídas graves.

8.3.5.1.1. Trabajos en instalaciones de BT, con tensión

Formalidades preliminares.

La decisión de realizar un trabajo en tensión, corresponde al Jefe de Obra.

El Jefe de Obra, que deberá conocer las condiciones de seguridad necesarias para realizar un trabajo en tensión, y determinará, en el propio lugar del trabajo, si en función de las medidas de seguridad previstas, puede o no realizarse el trabajo.

Ejecución de los trabajos.

Todo el personal que realice trabajos de baja tensión, debe estar adiestrado en los métodos de trabajo a seguir en cada caso y debe disponer y hacer correcto uso del equipo establecido a tal fin.

Las personas que realicen el trabajo en tensión, cumplirán las prescripciones siguientes:

a) A nivel del suelo, se situaran sobre objetos aislantes.(alfombra, banqueta, madera seca, etc.).

b) Utilizaran casco y guantes aislantes así como herramientas aisladas.

c) Utilizaran gafas de protección, si existe riesgo de accidente ocular.

d) Utilizarán ropa seca y adecuada en caso de lluvia, que no tenga partes conductoras y cubran totalmente brazos y piernas.

e) Se aislará, siempre que sea posible, los conductos o partes conductoras que estén en tensión y próximos al lugar de trabajo, incluido el neutro, este aislamiento se efectuará mediante fundas, telas aislantes, capuchones, etc.

Trabajos en lugares con riesgo de explosión.

Está prohibido realizar trabajos en tensión, en los lugares en los que exista riesgo de explosión.

8.3.5.1.2. Trabajos eléctricos en instalaciones de BT, sin tensión

Antes de iniciar todo trabajo, se realizarán las operaciones siguientes:

1º.- En el lugar de corte:

Se abrirán los circuitos, a fin de aislar todas las fuentes de tensión que pudieran alimentar la instalación en la que deba trabajarse. Esta apertura deberá efectuarse en cada uno de los conductores, incluido el neutro y en los conductores de alumbrado público, si los hubiere. Si existiesen redes de neutro en bucle, no se efectuará el corte del neutro y se comprobará en el punto de trabajo la ausencia de tensión en el mismo. Caso de existir tensión en el neutro, es necesario abrir en el origen.

Bloquear, si es posible y en posición de apertura, los aparatos de corte. En cualquier caso, colocar en el mando de estos aparatos una señalización de “Prohibido Maniobrarlo”.

Verificar la ausencia de tensión, esta verificación se realizará en cada uno de los conductores y en una zona lo más próxima posible al punto de corte.

2º.-En el propio lugar de trabajo:

Verificar la ausencia de tensión.

Puesta en corto circuito. En caso de redes aéreas, y una vez efectuada la verificación de ausencia de tensión, se procederá a la puesta en corto circuito, esta operación, debe efectuarse lo más cerca posible del lugar de trabajo y en cada uno de los conductores sin tensión, incluyendo el neutro y en los conductores de alumbrado público.

En el caso de redes conductoras aisladas, si la puesta en corto circuito no puede efectuarse, debe procederse como si la red estuviera en tensión, en cuanto a protección personal se refiere.

Delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente, cuando haya posibilidad de error en la identificación.

8.3.5.1.3. Trabajos en proximidad de tensión en instalaciones de BT

En trabajos a realizar próximos a zonas conductoras desnudas, en instalaciones de baja tensión y no sea posible dejarlas sin tensión, se tomarán medidas de protección, para garantizar la seguridad del personal:

- Delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente.

- Aislar las partes desnudas bajo tensión dentro de la zona de trabajo mediante pantallas, fundas, etc. Si estas operaciones no se hacen con corte previo, debe actuarse como en un trabajo en tensión.

8.3.5.1.4. Reposición de la tensión después del trabajo

Después de la ejecución del trabajo y antes de dar tensión a la instalación, debe efectuarse las operaciones siguientes:

En el lugar de trabajo:

Si se ha necesitado la participación de varias personas, el responsable, reunirá a los operarios y notificará que se va a proceder a dar tensión.

Retirar las puestas en corto circuito, si las hubiere.

En el lugar del corte:

Retirar el enclavamiento o bloqueo y/o señalización.

Cerrar circuitos.

8.3.6. Manual de seguridad corte y soldadura con oxiacetileno

ESTA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO EL CORTE Y SOLDADURA EN LAS INMEDIACIONES DE PRODUCTOS INFLAMABLES SIN ANTES TOMAR TODO TIPO DE PRECAUCIONES.

Botellas

Las botellas que contienen distintos gases combustibles, deben almacenarse separadas entre sí, sobre todo las de oxígeno, no deben almacenarse botellas llenas junto a botellas vacías. Las botellas deben estar sujetas a bastidores o carros y protegidas de los rayos del sol.

Para el manejo y transporte de las botellas se utilizarán carros o soportes adecuados para tal fin. Las botellas se manejarán con cuidado y sin golpearlas.

Antes de transportar cualquier botella, llena o vacía, hay que asegurarse de que el grifo esté cerrado y la caperuza de protección colocada.

No se manejará ninguna botella, llena o vacía, asiéndola por el grifo.

Si la botella se maneja con grúa o polipasto, se utilizará una caja o contenedor para evitar que puedan caerse. No se utilizarán electroimanes.

Las botellas de acetileno, llenas, deberán mantenerse necesariamente en posición vertical, a menos 12 horas antes de ser utilizadas. Cuando sea necesario tumbarlas, se cuidará de que el grifo quede con el orificio de salida hacia arriba, y nunca a menos de 50 cm. del suelo.

Las botellas en servicio deben mantenerse en posición vertical en su soporte o carro, o atadas para que no se caigan. Para que, en caso de fugas, no se mezcle el oxígeno con el acetileno, los grifos se situarán paralelos o mejor con sus bocas de salida apuntando en direcciones opuestas.

Las botellas deben mantenerse separadas de las fuentes de calor, a resguardo de contactos eléctricos y del pleno sol.

Las botellas en servicio han de estar siempre a la vista. No debe colocarse nada sobre ellas, ni estando vacías. Es conveniente que estén alejadas de la zona de trabajo, entre 5 y 10 m.

Antes de empezar una botella, comprobar que el manómetro marca “cero” con el grifo cerrado.

Si el grifo de una botella se atasca, no se debe forzarlo nunca. La botella debe ser devuelta.

Antes de colocar el manoreductor, debe purgarse el grifo de la botella de oxígeno, abriendo un cuarto de vuelta y cerrando a la mayor brevedad.

Mangueras

Las mangueras deben estar siempre en perfectas condiciones de uso y sólidamente fijadas a las tuercas de empalme.

Conecte correctamente las mangueras. Las de acetileno suelen ser negras, y las de oxígeno, rojas, siendo el diámetro interior de estas últimas, menor que el de las primeras.

Para impedir el deterioro de las mangueras, se evitará su contacto con superficies, calientes, charcos, bordes afilados o ángulos vivos, y se procurará que no formen bucles ni cocas. Se evitará, además, que las chispas caigan sobre ellas.

Las mangueras no deberán atravesar una vía de tránsito, sin estar debidamente protegidas con apoyos de paso resistentes a la compresión.

Cuando las mangueras opongan resistencia a su manejo, no se tirará de ellas. Pueden deteriorarse y provocar un accidente grave.

Antes de comenzar el trabajo, se comprobará que no existen pérdidas en las conexiones de las mangueras. Está prohibido localizar fugas utilizando una llama; debe utilizarse agua jabonosa o un detector adecuado.

No se debe trabajar con las mangueras entre las piernas o sobre el hombro.

No se dejarán las mangueras enrolladas en las ojivas de las botellas.

Después de un retorno de llama, se deben cambiar las mangueras para reconocerlas, antes de decidir si pueden seguir usándose.

Soplete

El soplete es una herramienta delicada, y ha de manejarse con cuidado. Está prohibido utilizarlo para golpear.

Para el encendido del soplete, se abrirá primero ligeramente la válvula de oxígeno, y a continuación la de acetileno, en mayor proporción, y siempre por este orden. Se enciende a seguidamente la mezcla, regulando la llama hasta obtener un dardo correcto.

No encender el soplete mediante una llama, pues pueden producirse quemaduras graves.

Debe utilizarse el encendedor de chispa.

Para apagar el soplete, cerrar primero la válvula de acetileno, y a continuación la de oxígeno.

No colgar nunca el soplete sobre las botellas, ni aun apagado.

No depositar los sopletes conectados a las botellas, en recipientes cerrados, como por ejemplo cajas de herramientas, etc.

Cuando se produzca un retorno de llama y la combustión continúe dentro del soplete, no se deben doblar las mangueras para interrumpir el paso del gas más que en último extremo, ya que puede ser muy peligroso. En estos casos, deben cerrarse los grifos de las botellas, además de interrumpir en el acto la entrada de acetileno al soplete.

La reparación de los sopletes debe ser realizada por especialistas.

Deberá cuidarse la limpieza de las toberas del soplete pues sucia produce retornos de llama.

Para su limpieza se utilizará una aguja de latón.

Si se observan fugas en el soplete se devolverá éste al almacén para su reparación. Las fugas de oxígeno, especialmente en lugares cerrados, pueden resultar muy peligrosas.

8.3.7. Manual de seguridad para trabajos en altura

A la hora de utilizar o montar las estructuras de apoyo para el montaje de canalizaciones, equipos etc. se tendrán en cuenta las siguientes normas en función de los equipos a utilizar:

Escaleras de mano

Lo primero que se debe considerar antes de utilizar una escalera de mano es el tipo de trabajo a realizar, para trabajos que precisen esfuerzos y el uso de las dos manos, trabajos en intemperie con condiciones climáticas desfavorables, con visibilidad reducida u otros peligros,

deben sustituirse las escaleras por otros medios tales como andamios o plataformas elevadoras.

El apoyo de la escalera debe realizarse sobre una base perfectamente horizontal y estable.

La distancia de la base de la escalera al paramento vertical de apoyo no será inferior a ¼ de la altura de la misma respecto al punto de apoyo en la zona de desembarco (Equivalente a un ángulo de 75º con la horizontal).

Cuando la escalera se utilice para acceder a lugares elevados sus largueros deberán prolongarse al menos 1 metro por encima de ésta y para evitar posibles separaciones, se sujetaran en su parte superior o zona de desembarco.

Se debe de subir ayudándose de las manos, por lo que estas deberán estar libres de objetos o herramientas (Utilizar bolsas porta-herramientas).

No se debe subir nunca por encima del tercer peldaño contando desde arriba.

Tanto el descenso como ascensión por la escalera se efectuará de frente a la misma, nunca de espaldas.

Solo subirá, permanecerá o descenderá por la escalera una única persona, el trabajador mantendrá el cuerpo dentro de los largueros de la escalera a la hora de realizar el trabajo.

Las escaleras llevaran dispositivos antideslizantes en su base.

Cuando la escalera sea del tipo de tijera, esta deberá disponer obligatoriamente de la cadena que evite su involuntaria apertura, en cuanto a su uso, no se debe pasar de un lado a otro por la parte superior, ni tampoco trabajar a caballo.

No se emplearán escaleras de mano y en particular escaleras de más de 5 metros de longitud, de cuya resistencia no se tengan garantías, cumplirán los siguientes preceptos:

- Solo se utilizarán escaleras con resistencia adecuada, en función de la altura.

- Solo se empalmaran escaleras que lleven dispositivos especiales preparados para ello.

- Para alturas superiores a 7mts, las escaleras llevaran elementos de sujeción en su parte superior e inferior, siendo obligatorio el uso de arnés de seguridad.

En el caso que sea necesario el uso del arnés de seguridad, este nunca se sujetará a la escalera.

Se desecharan las escaleras que se observen deterioradas por el uso, con peldaños en mal estado o antideslizantes en mal estado.

Las escaleras de madera estarán pintadas con barnices transparentes que posibiliten observar el estado de la misma.

Los trabajos a más de 3,5 metros de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, solo se efectuaran si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan otras medidas de protección alternativas.

Andamios de borriquetas

La base de sustentación de las borriquetas debe estar perfectamente horizontal, sobre una superficie lisa y sin suplementos improvisados inestables.

La distancia máxima entre borriquetas será de 3,5mts. Para plataformas con tableros con un espesor mínimo de 50mm.

Solo se utilizaran borriquetas para la constitución de pequeñas andamiadas, cargando en el andamio el menor peso posible (Nunca superar 50Kg).

El ancho mínimo de la base de trabajo será de 0,6mts. o su equivalente de tres tablones de 0,2 cm.

Cuando el andamio de borriquetas supere los 2mts de altura se colocarán barandillas rígidas en todo el contorno de la plataforma de trabajo.

Cuando se superen los 3mts de altura las borriquetas se arriostrarán.

Las borriquetas de tijera dispondrán de la cadena o sistema análogo que eviten su apertura.

En los trabajos en que la posible caída desde el andamio aunque este se encuentre formado de borriquetas de menos de 2mts de altura pueda ocasionar una caída de altura mayor (Por ejemplo borriquetas colocadas al borde de un forjado), se adoptarán mecanismo como la colocación de barreras, redes, etc. que eviten de forma efectiva la caída al vacío del trabajador.

Andamios Tubulares:

Los andamios deberán cumplir:

- Constituir un conjunto rígido, resistente y estable.

- Disponer de barandillas resistentes cuando la base de trabajo supere los 2mts.de altura así como barandillas a 1metro y 0,5 metros de la base de la plataforma y rodapié de 0,15mts.

- El acceso a los diferentes niveles o plataformas de trabajo se realizara por medio de escaleras y trampillas de acceso.

- Disponer de un cable fiador para sujeción del arnés de seguridad como sistema anticaída.

- Las torretas de andamio, dispuestas en forma móvil mediante ruedas, reunirán todas las características exigidas anteriormente, pero además cumplirán obligatoriamente:

- Solo se utilizaran en superficies lisas y horizontales.

- Solo se moverán de situación, cuando no se encuentre ningún trabajador en su plataforma.

- Únicamente se utilizaran ruedas que dispongan mecanismos de inmovilización.

- La altura máxima del andamio móvil será de 3,5 veces el lado menor de este.

- Efectuado su traslado y colocada en su punto de trabajo se colocaran obligatoriamente los pasadores o mordientes de las ruedas.

Para el montaje de andamios se cumplirán las siguientes normas:

- Son obligatorios los siguientes equipos de protección individual para estos trabajos: Casco, botas con puntera reforzada y suela antideslizante, guantes de serraje, bolsa portaherramientas y arnés de seguridad.

Como medios auxiliares para la elevación de las piezas, se utilizaran cuerdas y garruchas.

Se subirá el andamio arriostrando los tramos con sus diagonales.

Como norma general corresponde un anclaje al frente de trabajo cada tres metros en altura y cada 6 metros en horizontal, por lo tanto no se construirá ninguna tramada de andamio sin haber anclado la anterior como se ha expresado o según las especificaciones del fabricante del sistema tubular empleado.

Se desecharán las piezas que se observen muy deterioradas por golpes, herrumbre, etc.

La superficie de apoyo de la base del andamio debe ser lisa, resistente y horizontal.

Se utilizaran siempre durmientes de madera para apoyar sobre ellos las bases del tubular.

En superficies irregulares, se utilizarán husillos de nivelación.

Se utilizarán siempre placas de reparto en las bases de apoyo.

La carga sobre la plataforma, incluido el peso de dos personas como máximo será de 250Kgs.

La máxima separación permitida al paramento vertical de trabajo es de 45cms.

Siempre que se utilicen redes como implemento de seguridad para la andamiada, no se debe olvidar el efecto de vela por causa del viento que las mismas pueden ocasionar en el andamio, se revisara con frecuencia y se reforzaran sus elementos de anclaje si es preciso.

Para el desmontaje se utilizaran el mismo Equipo de protección e idénticas precauciones que en el montaje, pero en sentido descendente.

En ningún caso se procederá a la eliminación de los anclajes con anterioridad al desmontaje de los cuerpos del andamio.

En los andamios en los que hayan colocado redes de protección suplementaria, estas serán las primeras en ser desmontadas, evitando con ello el efecto del viento sobre partes de la andamiada.

Plataformas elevadoras

Los tipos más comunes son:

- Tipo tijera
- Telescópica
- Telescópica articulada
- Telescópica sobre camión

Las Normas de Seguridad para hacer uso de estos equipos de trabajo son las siguientes:

-Es necesario llevar siempre puesto el arnés de seguridad fijado en la barandilla de la plataforma.

-Rehusar utilizar o subir a una plataforma que no funcione correctamente, ni permitir que ninguna persona la utilice sin autorización ni formación de su huso seguro.

-Antes de utilizar la plataforma, asegurarse que todos los sistemas funcionan correctamente y que todos los dispositivos de seguridad operan satisfactoriamente.

-Se debe tener en cuenta el estado del tiempo antes de trabajar con la plataforma. No elevar plumas cuando la velocidad del viento excede de 38Km/h.

-Se deben guardar siempre las distancias mínimas de seguridad en trabajos en cercanía de líneas eléctricas.

-No manipular materiales voluminosos, ni elevar cargas con la plataforma.

-Se deben respetar todas las recomendaciones de precaución e instrucciones de los adhesivos colocados en el bastidor del portante, en la pluma y en la plataforma.

-Antes de manejar los mandos de desplazamiento de la máquina, comprobar la posición de la torreta con respecto al sentido de marcha previsto.

-Colocar siempre la pluma orientada en la dirección de desplazamiento. Una persona debe guiar siempre la maniobra si algún obstáculo impide la visibilidad reconociendo previamente la superficie de rodadura de la estructura.

-La plataforma no deberá conducirse ni circular por pendientes superiores a 5 grados.

-Evitar las arrancadas y paradas bruscas ya que originan un aumento de la carga y puede provocar el vuelco de la máquina o una avería estructural.

-Antes de elevar la pluma de la plataforma, esta deberá encontrarse situada sobre una superficie firme y perfectamente horizontal, con los neumáticos inflados a la presión correcta.

Durante el trabajo la plataforma ha de estar correctamente nivelada.

-Comprobar siempre que haya espacio suficiente para el giro de la parte posterior de la superestructura antes de hacer girar la pluma.

-No deberá sobrepasarse la capacidad nominal máxima de la carga, esta comprende el peso del personal, los accesorios y todos los demás elementos colocados o incorporados a la plataforma, las cargas deberán distribuirse uniformemente por el piso de la plataforma elevadora.

8.3.8. Equipos auxiliares de elevación de cargas

En esta sección se estudiaran los medios auxiliares más utilizados para el izado de cargas, ya sea mediante grúas o mediante poleas.

Los medios auxiliares que estudiaremos son las eslingas y estrobos.

Eslingas y estrobos

Las eslingas son elementos utilizados para el enganche de la carga al medio de elevación utilizado.

Pueden fabricarse mediante cable, cadena o fibras (Poliéster, poliamida, polipropileno) y están provistas en sus dos extremos de unos ojales denominados gazas al objeto de enganchar la carga.(Figura 1).

Cuando la eslinga es de cable, generalmente las gazas están protegidas mediante guardacabos con el fin de evitar que el cable se deteriore, estas gazas se pueden confeccionar, tanto si están protegidos con guardacabos como si no lo están, por los procedimientos siguientes:

- Gazas cerradas con GRAPAS
- Gazas cerradas con CASQUILLOS PRENSADOS

Imagen 17: Diferentes tipos de eslingas. Fuente: Lic Mondolo.

Al igual que las eslingas, los estrobos (Figura 2), se fabrican mediante cable, cadena o fibras, también son llamados Sin-Fin, pudiendo ser sin empalme o con empalme.

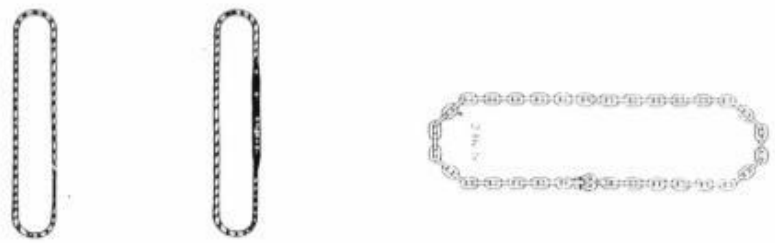


Imagen 18: Diferentes tipos de estrobos. Fuente: Lic Mondolo.

En los estrobos también se pueden formar gazas, aun cuando se utilizan frecuentemente sin gazas por su fácil manejo.

Gazas cerradas con grapas

Las horquillas de las grapas se colocarán, invariablemente, sobre el ramal muerto del cable, quedando la base estriada de la grapa sobre el ramal tenso, de la forma que se indica en la figura.

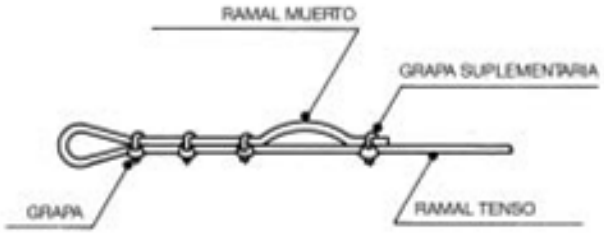


Imagen 19: gazas cerradas con grapas. Fuente: Línea Prevención.

El número de grapas y la separación entre ellas que para cada diámetro de cables se requiere, se indican en la siguiente tabla:

Diámetro de cable en m/m.	Número de grapas	Distancia entre grapas en m/m
6 a 10	2	50
10 a 12	3	75
12 a 16	3	95
16 a 19	4	115
19 a 22	4	135
22 a 25	5	150
25 a 30	5	190

Tabla 18: Número de grapas según diámetro. Fuente propia.

Después de colocadas las grapas y una vez sometida la gaza a unas cuantas maniobras, es conveniente volver a apretar las tuercas de las grapas.

En maniobras de alguna importancia, es una medida prudente colocar una grapa más de las indicadas para el diámetro de cable que se trate, de forma que entre esta grapa y la última reglamentaria se pueda dejar el ramal muerto del cable un tanto flojo, con el fin de observar cualquier deslizamiento del empalme. Este detalle está representado en la figura anterior.

Gazas con casquillos prensados:

Este procedimiento de confección de gazas, se caracteriza fundamentalmente porque se realiza el cierre absoluto de los dos tamales del cable entre sí mediante un casquillo metálico que es fuertemente prensado sobre el cable.

Imagen 20: Gazas con casquillos prensados. Fuente: Elevación y Trincajes.

8.3.8.1. Cálculo de eslingas y estrobos

Definiciones

-Carga de trabajo (CT): Es la carga máxima a la que debe ser sometida, diferente a la carga nominal, ya que va en función de la forma de trabajo de la eslinga.

-Carga de rotura (CR): Es la máxima carga capaz de producir la rotura del material.

(CR) = (CT)x(Cs)

-Coeficiente de seguridad (Cs): El coeficiente de seguridad indica el margen que tiene el material para resistir esfuerzos imprevistos.

Coeficientes de seguridad recomendados:

-Planos inclinados y vientos: 5.

-Elevación y grúas: 6 a 9.

-Instalaciones peligrosas: 8 a 12.

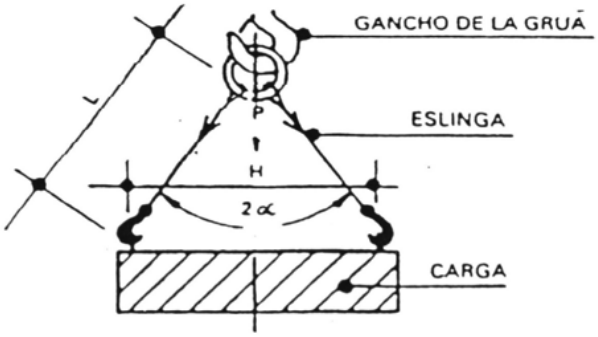
-Transporte de personal: 8 a 12.

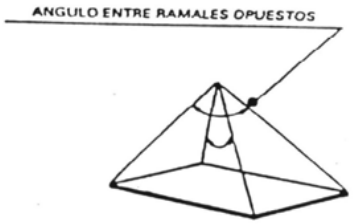
Como norma general el coeficiente de seguridad mínimo será de 6.

Influencia del ángulo formado por los cables:

Cuando los ramales de las eslingas que soportan una carga forman un ángulo, disminuye su capacidad de carga; por tanto, cuanto mayor es el ángulo, menor es la carga que la eslinga puede soportar.

Es preciso tener en cuenta este ángulo al realizar el cálculo de las eslingas.





Imágenes 21 y 22: Influencia del ángulo formado por los cables. Fuente: Slideshare.

No sobrepasar nunca un ángulo de 90º, sobre todo sin tener la seguridad absoluta de que las eslingas han sido calculadas para soportar los esfuerzos correspondientes.

Para tener seguridad de que no se sobrepasa un ángulo de 90º, se debe comprobar que la distancia (H), entre puntos de amarre, sea siempre menor que vez y media la longitud (L) de un ramal, es decir, H < 1,5 L.

Para calcular la carga de trabajo se utilizará la siguiente formula: CT = (P/n)x K, siendo **P** la carga en kilogramos, **n** el número de ramales y **K** un coeficiente (Coeficiente de modo) que depende del ángulo entre ramales (Ver tabla adjunta).

Cuando un amarre está dispuesto con más de dos ramales, se tendrá en cuenta el ángulo mayor. Por ejemplo, con cuatro ramales, se tomará el ángulo ente ramales opuestos, de forma que indica la figura anterior.

TABLA DE COEFICIENTES EN FUNCIÓN DEL ANGULO FORMADO POR LOS CABLES

Angulo 2α En grados	30	45	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
Coeficiente K	1,03	1,08	1,10	1,16	1,22	1,31	1,42	1,56	1,75	2	2,37	2,93	3,86	5,76

Tabla 19. Tabla de coeficientes en función del ángulo formado por los cables. Fuente: INSST.

Es decir cuando por ejemplo utilicemos dos eslingas para elevar una carga de 250kg y el ángulo formado por los ramales es de 45º, la carga de trabajo en cada ramal será:

$$C_T = (250/2)x\ 1{,}08 = 135\ Kg$$

Luego la eslinga que utilicemos tendrá una carga de trabajo igual o superior a la calculada.

Si en el ejemplo anterior el ángulo formado por los ramales fuese de 90º, la carga de trabajo de cada ramal sería:

$$C_T = (250/2)x\ 1{,}42 = 177{,}5\ Kg$$

Precauciones en la utilización de eslingas:

Eslingas de fibra o cable:

- Evitar dejarlas en el suelo, la arena y gravilla penetran en los cordones.

- Evitar la formación de cocas que habitualmente se forman al tirar en línea recta de un cable que forma una espira sin que el cable haya sido suficientemente liberado para compensar la deformación por una rotación alrededor de su eje.

- Protegerlas en las aristas vivas, utilizando cantoneras.

- No someter nunca, de inmediato, un cable nuevo a su carga máxima. Utilícese varias veces bajo una carga reducida, con el fin de obtener un asentamiento y tensión uniforme de todos los hilos que la componen.

-Antes de utilizar un cable que ha estado expuesto al frío, debe calentarse.

-Elegir eslingas suficientemente largas para que el ángulo formado por los ramales no sobrepase los 90º, es preciso esforzarse para reducir este ángulo.

-En los anillos y ojales textiles formados por la misma banda, no enganchar nunca elementos que puedan deteriorarlos (Elementos con bordes cortantes, ángulos agudos, etc.)

-Las eslingas textiles no deben emplearse en lugares donde existan temperaturas elevadas o riesgo de contactos químicos (Consultar con el fabricante).

-Una eslinga textil húmeda pierde hasta un 15% de su resistencia.

-Toda eslinga textil que se ensucie o impregne de cualquier producto durante su uso deberá lavarse inmediatamente con agua fría evitando su secado por fuentes de calor intenso.

-Los cables se cepillaran y engrasaran periódicamente.

-El almacenamiento se realizará colgándolos sobre soportes adecuados en lugares bien ventilados, al abrigo de la intemperie, del sol y lejos de emanaciones ácidas.

-Realizar inspecciones periódicas y siempre antes de su uso, desechando aquellas que se observen deshilachadas o con cortes en las costuras (Textiles).

-Los cables se retiraran del servicio cuando se compruebe rotura de hilos o cordones.

-En las eslingas textiles se cercioraran de que no existen cortes transversales, abrasión en los bordes, deficiencias en las costuras, daños en los anillos u ojales.(Si es así se desecharan).

-El ataque químico es detectable en una eslinga textil pues las fibras de la superficie de la banda textil se sueltan por simple frotamiento, en algunos casos como si fuera polvo.

-Desechar aquellas eslingas textiles que no vengan la etiqueta con las características de las mismas.

Eslingas de cadena:

-Nunca manipule una cadena torcida.

-Las eslingas de cadena solo se acortaran con un gancho de acortar, nunca con nudos.

-Proteger la cadena contra los cantos vivos usando la protección adecuada.

-Nunca se debe cargar en la punta del gancho, el punto de carga siempre debe estar puesto correctamente sobre la base del gancho.

-Siempre use la eslinga de medidas adecuadas para la carga del tamaño correspondiente, teniendo en cuenta el ángulo y la posibilidad de una carga desigual.

-Evitar siempre cargas bruscas.

-Las cadenas con eslabones deformados o con fisuras o grietas deben ser renovadas así como cualquier componente, como anillas maestras deformadas, ganchos abiertos y otros elementos que muestren señales de deterioro.

-El desgaste de la cadena y de los elementos (Eslabones)no excederá del 10% de las dimensiones originales.

-Las eslingas de cadena sobrecargadas deben ser eliminadas del servicio, el alargamiento máximo permitido de la cadena es el 5% y el incremento máximo permitido de la apertura del gancho es de un 10%.

Llegados a estos casos deben ser retirados inmediatamente de su utilización.

Etiquetaje de eslingas y estrobos textiles:

Las eslingas y estrobos textiles poseen una anchura comprendida entre 50 y 300 mm, con un espesor variable según la carga a soportar.

Están también dotadas de un revestimiento y teñido que sirve tanto para identificar las eslingas o estrobos así como para aumentar su resistencia a la abrasión, etc.

Estas eslingas o estrobos deben llevar una etiqueta en la que conste:

-Material con la que está fabricada.

-Carga máxima de utilización

-Nombre del fabricante

-Fecha de fabricación.

Hay fabricantes que indican la carga a elevar en función del uso de la eslinga, es decir en tiro directo, Eslinga en ahorcado, en cesto (En paralelo), en cesto con ángulo de 90º (por ejemplo), conjunto de eslingas de 2 ramales en ángulo 0 a 90º , conjunto de eslingas de 4 ramales, ángulo 0 a 90º, así como el coeficiente de seguridad.

Ver figura adjunta.

Imagen 23: Etiquetaje de eslingas y estrobos textiles. Fuente: Tesicnor.

Multiplicando el factor de modo por la carga máxima admisible (Nominal), se calcula la carga máxima total que la eslinga o estrobo puede elevar.

Por ejemplo, una eslinga que en tiro directo puede elevar 250Kg, cuando se engancha a la carga en posición de ahorcado podrá elevar solo 250x0,8=200Kg.

La misma eslinga (2Unidades) cuando se utiliza en dos ramales con un ángulo comprendido entre 0 a 90º, la carga máxima que pueden elevar(En conjunto) será 250x1,4=350Kg

Datos de Catalogo de fabricantes

ESLINGAS DE ACERO

ESLINGAS CABLE DE ACERO

C.M.U.en Kgf. Carga máxima de utilización según ISO 7531(Factor de seguridad SF 5:1)

Diámetro	Tiro Directo	Lazada	Ramal Doble	2 ramales		3 - 4 ramales	
				0º - 45º	45º- 60º	0º - 45º	45º- 60º
6 mm	300 Kg.	225 Kg.	600 Kg.	420	300	630	450
8 mm	550 Kg.	412 Kg.	1.100 Kg.	770	550	1.160	825
10 mm	900 Kg.	675 Kg.	1.800 Kg.	1.250	900	1.900	1.300
12 mm	1.300 Kg.	975 Kg.	2.600 Kg.	1.800	1.300	2.700	1.900
14 mm	1.800 Kg.	1.350 Kg.	3.600 Kg.	2.500	1.800	3.800	2.700
16 mm	2.400 Kg.	1.800 Kg.	4.800 Kg.	3.300	2.400	5.000	3.600
18 mm	3.000 Kg.	2.250 Kg.	6.000 Kg.	4.200	3.000	6.300	4.500
20 mm	3.700 Kg.	2.775 Kg.	7.400 Kg.	5.200	3.700	7.800	5.500
22 mm	4.500 Kg.	3.375 Kg.	9.000 Kg.	6.300	4.500	9.400	6.700
24 mm	5.400 Kg.	4.050 Kg.	10.800 Kg.	7.500	5.400	11.300	8.100
26 mm	6.300 Kg.	4.725 Kg.	12.600 Kg.	8.800	6.300	13.200	9.400
28 mm	7.300 Kg.	5.475 Kg.	14.600 Kg.	10.200	7.300	15.300	10.900
30 mm	8.500 Kg.	6.375 Kg.	17.000 Kg.	11.900	8.500	17.850	12.750
32 mm	9.600 Kg.	7.200 Kg.	19.200 Kg.	13.400	9.600	20.100	14.400
34 mm	10.900 Kg.	8.175 Kg.	21.800 Kg.	15.260	10.900	22.900	16.350
36 mm	12.100 Kg.	9.075 Kg.	24.200 Kg.	16.900	12.100	25.400	18.100
38 mm	13.700 Kg.	10.275 Kg.	27.400 Kg.	19.200	13.700	28.800	20.600
40 mm	15.000 Kg.	11.250 Kg.	30.000 Kg.	21.000	15.000	31.500	22.500
50 mm	23.700 Kg.	17.800 Kg.	47.400 Kg.	47.400	33.200	49.800	35.600
60 mm	33.500	25.125	67.000	46.900	33.500	70.300	50.200

Imagen 24: Eslingas de acero. Fuente: SlideShare.

ESLINGAS DE FIBRA

TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE CARGAS PARA ESLINGAS DE POLIESTER					
CODIFICACIÓN DE SEGURIDAD MEDIANTE COLORES FACTOR DE SEGURIDAD 7:1	EN TIRO RECTO	EN AHORCADO	EN CESTO	EN ANGULO β	
				0<β<45	45<β<60
COLORES	1.0	0.8	2.0	1.4	1.0
VIOLETA	1000	800	2000	1400	1000
VERDE	2000	1600	4000	2800	2000
AMARILLO	3000	2400	6000	4200	3000
GRIS	4000	3200	8000	5600	4000
ROJO	5000	4000	10000	7000	5000
MARRÓN	6000	4800	12000	8400	6000
AZUL	8000	6400	16000	11200	8000
NARANJA	10000	8000	20000	14000	10000
NARANJA	12000	9600	24000	16800	12000
NARANJA	16000	12800	32000	22400	16000
NARANJA	20000	16000	40000	28000	20000
NARANJA	25000	20000	50000	35000	25000
NARANJA	30000	24000	60000	42000	30000
NARANJA	40000	32000	80000	56000	40000
NARANJA	50000	40000	100000	70000	50000

Imagen 25. Eslingas de fibra. Fuente: CS Beaver.

ESLINGAS DE CADENA

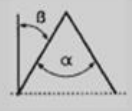
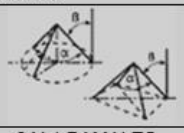
	CARGA RAMALES SIMPLES			CARGAS MULTIRAMALES			
							
NUMERO DE RAMALES	-	-	-	2 RAMALES		3 Y 4 RAMALES	
ANGULO DE INCLINACION RESPECTO A LA VERTICAL, ß	-	-	-	ß>45°	45°>ß>60°	ß>45°	45°>ß>60°
ANGULO ENTRE RAMALES OPUESTOS, a	-	-	-	a>90°	90°>a>120°	a>90°	90°>a>120°
FACTOR PARA EL CALCULO CMU, f=n.Cos ß	1	0,8	2	1,4	1	2,1	1,6
DIAMETRO NOMINAL	CARGA MAXIMA DE UTILIZACION CMU (Ton) COEFICIENTE DE SEGURIDAD 4:1						
(mm)	ESLINGAS DE CADENA CARGADAS DE MANERA UNIFORME						
6	1,12	896	2,24	1,6	1,12	2,36	1,7
7	1,5	1,2	3	2,12	1,5	3,15	2,24
8	2	1,6	4	2,8	2	4,25	3
10	3,15	2,52	6,3	4,25	3,15	6,7	4,75
13	5,3	4,24	10,6	7,5	5,3	11,2	8
16	8	6,4	16	11,2	8	17	11,8
19	11,2	8,96	22,4	16	11,2	23,6	17
22	15	12	30	21,2	15	31,5	22,4

Imagen 26: Eslingas de cadena. Fuente: FENASA.

8.3.9. Manual de seguridad para manipulación mecánica de cargas

Riesgos más frecuentes

Caídas de personas al mismo nivel

Caídas de personas a distinto nivel

Caída de objetos en manipulación o desprendidos

Atrapamientos por accesorios de elevación y/o golpes con la carga

Cortes y pinchazos

Lumbalgia por sobre esfuerzos

Contactos eléctricos

Atropellos, golpes y choques contra o con vehículos

Contacto con partes calientes de los equipos

Inhalación de gases

Vuelco de la grúa

Ruido

Caídas de objetos en manipulación

Medidas Preventivas de carácter general

Los trabajadores que realicen este tipo de tarea estarán suficientemente formado en los principios básicos de la manipulación de materiales.

Los aparatos elevadores y los accesorios de elevación utilizados deben ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

Los operarios encargados de la conducción de los vehículos y maquinaria de elevación y transporte deberán poseer una autorización de conducción actualizada y valida dispensada por su empresa y los organismos oficiales habilitados.

En cada maniobra se designará a una sola persona con conocimiento de los gestos convencionales de guiado que será quien ordene los movimientos correspondientes al gruista. (Ver Manual "Señales para el manejo de cargas").

Mantener los lugares de transito libres de obstáculos.

No se permitirá la elevación ni el traslado de personas colgadas en el gancho o subidas en la carga

No acompañar a los estrobos o eslingas con la mano y si es preciso guiar la carga, utilizar útiles adecuados.

El gruista debe dominar visualmente todo el campo de influencia de la carga y, si no lo consigue deberá disponer de un ayudante que le dirija en las zonas muertas. El ayudante deberá conocer los gestos convencionales de guiado.

Se restringirá el paso de personas bajo las zonas de vuelo durante las operaciones de manutención de materiales mediante el empleo de grúa colocándose balizas y señales convenientemente.

Cuando la grúa no tenga suficiente espacio libre se deberán extremar las precauciones y proceder a despejar de personas las zonas por donde deba pasar.

Si la carga está mal amarrada o mal equilibrada, se depositará en el suelo y se volverá a amarrar correctamente.

No transportar a la vez objetos de menor tamaño cuando los estrobos o eslingas se acoplan al mayor.

No permanecerá ningún operario bajo cargas suspendidas.

Se prohíbe cargas pesos superiores a la máxima carga útil.

Nunca se debe izar una carga sujetándola por los alambres que traigan las cargas para su sujeción.

Verificar que el gancho dispone de pestillos de seguridad.

No intentar nunca controlar o parar la carga pesada de forma manual.

Las operaciones con grúas se detendrán cuando haya fuertes vientos.

No se dejara caer el gancho de la grúa al suelo.

No se dejarán los aparatos de izar con cargas suspendidas.

Las cargas no se manipularan balanceándolas.

No aprisionar los cables al depositar la carga.

No debe existir personal alguno en el campo de acción de la pluma ni de cualquier otro órgano que pueda ponerse en movimiento.

El gruista supervisará esta zona para comprobar que no existe peligro para las personas y hará sonar la alarma cuando se disponga a girar la pluma o ponerse en movimiento.

No se invadirán zonas de trabajo o de transito sin el correspondiente aviso y comprobación de ausencia de personas.

No apoyarse en los escapes de los gases.

No estacionarse en la salida de los gases de escape.

Comprobar siempre si existen líneas eléctricas aéreas.

Comprobar las distancias mínimas entre la línea y el extremo de la pluma en su máxima posición de trabajo. Si la distancia es inferior a 5 metros deberá solicitarse la descarga de la línea.

8.3.10. Manejo de grúas

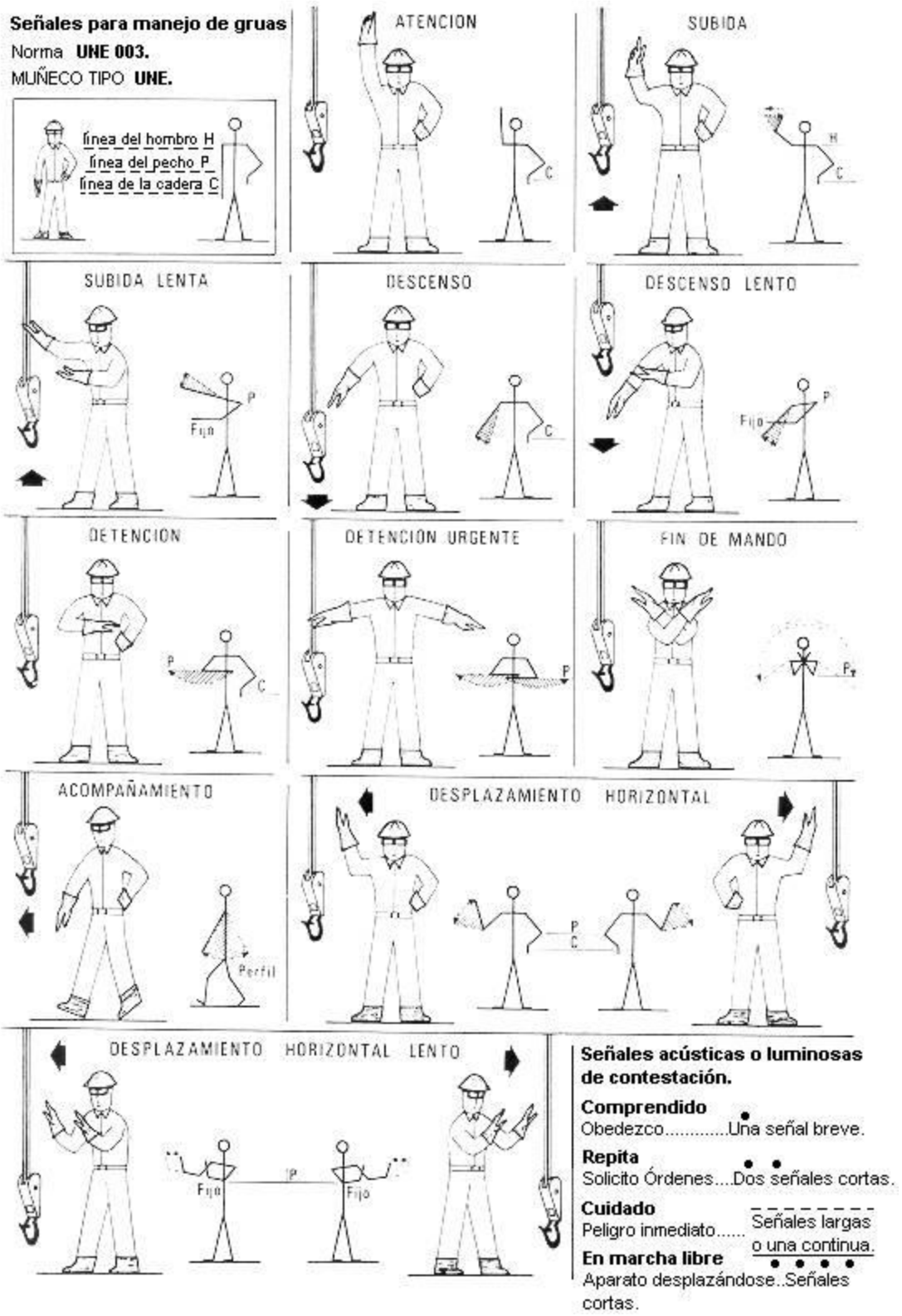


Imagen 27: Manejo de grúas. Fuente: CAD Seguridad.

8.3.11. Manuales y normas de seguridad maquinaria obra civil

Retroexcavadora

Identificación de riesgos:

- Corrimiento o desprendimiento de tierras.
- Caída de personas desde cabina.
- Volcadura de maquinaria.
- Atropellos.
- Electrocuciones.
- Desplome de estructuras adyacentes.
- Caída de objetos.
- Choque de máquinas
- Humedad.
- Ruidos.

Prevención

- Apuntalar los taludes si la pendiente es de 1/1 y el terreno es movedizo o con tendencia a desmoronarse o si la pendiente es de 1/2 y el terreno es blando pero resistente o, finalmente, si la pendiente es 1/3 y el terreno es muy compacto.

- Eliminar las viseras y las acumulaciones de arenas o rocas con riesgo de desprenderse como consecuencia de la acción de las excavadoras.

- Evitar que el frente de excavación traspase más de un metro la altura máxima de ataque del brazo de la máquina.

- En caso de presencia de agua por cualquier causa, proceder inmediatamente a su eliminación.

- Las máquinas no trabajaran en inclinaciones superiores a las máximas establecidas de acuerdo con las cargas. Las máquinas que accidentalmente podrían volcar deberán llevar un sistema de protección del conductor contra aplastamientos

- Circular con la cuchara plegada

- No circular por las zonas de desplazamiento de las máquinas que estarán balizadas.

- Prever y medir la situación de conducciones eléctricas aéreas o soterradas.

- Apuntalamiento concienzudo de aquellas estructuras cuya estabilidad pueda debilitarse por razón de los movimientos de tierras.

- No circular por las proximidades o por debajo de las partes móviles de las máquinas que lleven escombros en elevación o de las máquinas de transporte vertical.

- Balizar áreas de trabajo. Designar prioridades de paso.

- Definir velocidad máxima de circulación en obra 20 km/h.

- Mantener las máquinas en óptimas condiciones de uso.

- Señalización o balizamiento de la zona de trabajo.

- Impedir que las construcciones adyacentes puedan sufrir daños a causa de movimiento de tierras, mediante los apuntalamientos que sean necesarios

- Durante la realización de la excavación, calzar la máquina, mediante apoyos que se eleven las ruedas del suelo, para evitar desplazamientos y facilitar la inmovilidad del conjunto. Si la rodadura es sobre orugas, estas calzas son innecesarias.

- En las aperturas de zanjas, sincronizar esta actividad y la entibación que impida el derrumbamiento de las tierras.

- Si el tren de rodadura está formado por neumáticos, inflar todos con la presión adecuada.

- Extremar las precauciones en proximidades a tuberías subterráneas de gas y líneas eléctricas, así como en fosas o cerca de terrenos elevados cuyas paredes deben estar apuntaladas, apartando la máquina de estos terrenos una vez finalizada la jornada.

- El trabajo en pendientes es particularmente peligroso, por lo que si es posible, nivelar la zona de trabajo; realizar el trabajo lentamente y para no reducir la estabilidad de la máquina, evitar la oscilación del cucharón en dirección de la pendiente.

- Evitar elevar, girar el equipo bruscamente o frenar de repente, ya que estas acciones ejercen una sobrecarga en los elementos de la máquina y consiguientemente producen inestabilidad en el conjunto

- No abandonar la máquina con el motor en marcha.

- No abandonar la pala con la cuchara izada y sin apoyar en el suelo.

- Durante los transportes de tierras, mantener la cuchara lo más baja posible para poder desplazarse con la máxima estabilidad.

- Efectuar utilizando siempre marchas cortas los ascensos o descensos en carga de la máquina.

- Efectuar a velocidad lenta la circulación sobre terrenos desiguales.

- No transportar personas en el interior de la cuchara.

- No izar personas con la cuchara para acceder a trabajos puntuales.

- Dotar la máquina de un extintor timbrado y con las revisiones al día.

- Dotar la máquina de luz y bocina de retroceso.

- No arrancar el motor sin cerciorarse de que no haya nadie en el área de operación de la pala.

- Cerciorarse de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de pozos o zanjas próximos al lugar de excavación.

- Acotar a una distancia igual a la del alcance máximo del brazo excavador el entorno de la máquina.

- No realizar trabajos ni permanecer en la zona de acción de la máquina.

- No utilizar la retro como una grúa.

- No realizar trabajos en el interior de trincheras o zanjas en la zona de alcance del brazo de la retro.

- Utilizar los peldaños y asideros para subir o bajar de la máquina.

- No utilizar las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros para acceder a la máquina.

- Subir y bajar de la máquina de forma frontal asiéndose con ambas manos.

- No saltar directamente al suelo a no ser que haya una situación de peligro inminente.

- No permitir el acceso de personas no autorizadas a la máquina.

- Antes de realizar operaciones de servicio o mantenimiento, apoyar la cuchara en el suelo, parar el motor, poner el freno de mano y bloquear la máquina.

- No liberar los frenos en posición parada si no se han instalado los tacos de inmovilización.

- Vigilar la presión de los neumáticos, trabajar con la presión recomendada por el fabricante.

Camión basculante

Identificación de riesgos

- Corrimiento o desprendimiento de tierras.

- Caída de personas desde cabina.

- Vuelco del vehículo.

- Atropellos.

- Electrocuciones.

- Desplome de estructuras adyacentes.

- Caída de objetos.

- Choque de máquinas

- Humedad.

- Ruidos.

- Atrapamiento por carga

Prevención

- Apuntalar los taludes si la pendiente es de 1/1 y el terreno es movedizo o con tendencia a desmoronarse o si la pendiente es de 1/2 y el terreno es blando pero resistente o, finalmente, si la pendiente es 1/3 y el terreno es muy compacto.

- Cargado y descargado del camión en zonas seguras

- Las máquinas no trabajaran en inclinaciones superiores a las máximas establecidas de acuerdo con las cargas. Las máquinas que accidentalmente podrían volcar deberán llevar un sistema de protección del conductor contra aplastamientos

- Nunca circular con la caja levantada

- No circular por las zonas de desplazamiento de las máquinas que estarán balizadas.

- Prever y medir la situación de conducciones eléctricas aéreas.

- Apuntalamiento concienzudo de aquellas estructuras cuya estabilidad pueda debilitarse por razón de los movimientos de tierras y evitar circular cerca de éstas.

- No circular por las proximidades o por debajo de las partes móviles de las máquinas que lleven escombros en elevación o de las máquinas de transporte vertical.

- Balizar áreas de trabajo. Designar prioridades de paso.

- Definir velocidad máxima de circulación en obra 20 km/h.

- Mantener las máquinas en óptimas condiciones de uso.

- Descarga en parado. Desbloqueo del portón con caja horizontal.

- Señalización o balizamiento de la zona de trabajo.

- Impedir que las construcciones adyacentes puedan sufrir daños a causa de movimiento de tierras, mediante los apuntalamientos que sean necesarios.

Grúa

Identificación de riesgos

- Vuelco del vehículo.

- Atropellos.
- Caída de objetos.
- Choque de máquinas
- Humedad.
- Ruidos.

Prevención

- Trabajo de la grúa en zonas asentadas y sin pendiente.
- Cargas y radios de acuerdo a especificaciones del vehículo.
- Circulación con brazo horizontal. Definir velocidad máxima de circulación en obra 20 km/h.
- No circular por las zonas de desplazamiento de las máquinas que estarán balizadas.
- No circular por las proximidades o por debajo de las partes móviles de las grúas.
- Balizar áreas de trabajo.
- Definir velocidad máxima de circulación en obra 20 km/h.
- Mantener las máquinas en óptimas condiciones de uso.
- Señalización o balizamiento de la zona de trabajo.

Motovolquete autopropulsado (Dumper)

- Con el vehículo cargado bajar las rampas de espaldas a la marcha, despacio y evitando frenazos bruscos.
- Señalizar los caminos y dirección de recorrido del dúmper.
- No circular por pendientes o rampas superiores al 20% en terrenos húmedos y al 30% en terrenos secos.
- No exceder la velocidad de 20 km/h, tanto en el interior como en el exterior de la obra.
- No circular sobre los taludes.
- En el vertido de tierras, u otro material, junto a zanjas y taludes, colocar un tope que impida el avance del dúmper más allá de una distancia prudencial al borde del desnivel, teniendo en cuenta el ángulo natural del talud.
- Señalizar el fin de recorrido de avance ante el borde de taludes o cortes de vertido de carga.
- Revisar la carga antes de iniciar la marcha, observando su correcta disposición.

- Las cargas nunca dificultarán la visión del conductor.

- El conductor del dúmper debe ser persona cualificada, preferentemente en posesión del permiso de conducir. No dejar que los operarios lo manejen indiscriminadamente.

- No permitir el transporte de operarios sobre el dúmper, manejándolo únicamente el conductor.

- Cuando se deje estacionado el vehículo parar el motor y se accionar el freno de mano. Si está en pendiente, además se calzar las ruedas.

- Mantener siempre los frenos en buen estado, teniendo como norma revisarlos después del paso sobre barrizales.

- Dotarlo de pórtico de seguridad que proteja el puesto de conductor así como de cinturón de seguridad de amarre al propio vehículo.

- Comprobar que el vehículo esté bien compensado por diseño, debiendo colocarle en caso contrario un contrapeso en la parte trasera que equilibre el conjunto cuando está cargado.

- El lado del volquete próximo al conductor debe estar más elevado que el resto, para protegerlo del retroceso del propio material transportado.

- Los dúmpers deben disponer de bocina, sistema de iluminación y espejo retrovisor.

8.3.12. Manual de primeros auxilios

Principios generales sobre primeros auxilios.

1.- Conservar la calma y actuar rápidamente.

2.- Manejar al accidentado con suavidad y precaución.

3.-Tranquilizar al accidentado, dándole ánimos, mitigando su preocupación.

4.-Tumbar a la víctima sobre el suelo en el mismo lugar donde se haya producido el accidente, colocándole de costado, con la cabeza hacia atrás o inclinada hacia un lado.

5.-Proceder a un examen general para comprobar los efectos del accidente, así como las posibles condiciones de peligrosidad del lugar en que se encuentra la víctima.

6.-A menos de que sea absolutamente necesario, no debe retirarse al accidentado del lugar en que se encuentra hasta que se conozca con seguridad su lesión y se le hayan impartido los primeros auxilios.

7.-Lo primero que se atenderá es la respiración y posibles hemorragias.

8.-No dar de beber jamás en caso de pérdida de conocimiento.

9.-Procurar que la víctima no se enfríe, tapándola con mantas y manteniendo el ambiente con una temperatura agradable.

10.-Avisar al número de emergencia de FREMAP (900610061) , dando los datos conocidos para que pueda indicar las medidas a adoptar hasta su llegada.

Instrucciones particulares

Accidentados en llamas

- Cubrir con una manta o chaqueta.
- Enfriar con agua
- No retirar la ropa.
- Trasladarle urgentemente.

Envenenamiento por ácidos / álcalis

- No provocar el vómito.
- Darle de beber agua.
- Trasladarle urgentemente.

Quemaduras químicas

- Quitar la ropa.
- Sumergirlo en agua o duchas de agua
- Lavar los ojos abundantemente.
- Solicitar urgente asistencia sanitaria.

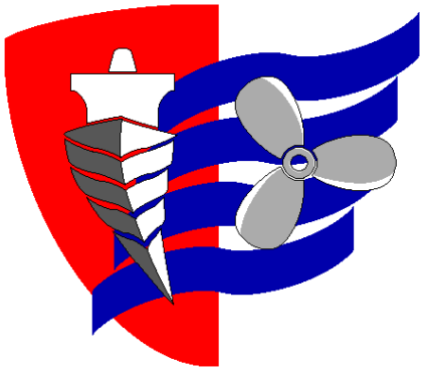
Botiquín de primeros auxilios

- Deberá estar colocado todo el material en un armario, sin cerrar, pero con llave.
- Material necesario etiquetado con las especificaciones de uso.
- Compresas de gasas esterilizadas de 10 x10 cm.
- Vendas de gasa esterilizada, en rollo de 5 cm de ancho.
- Tiritas o similar.
- Esparadrapo.
- Algodón hidrófilo.

- Alcohol de 90º.
- Jabón desinfectante.
- Antiséptico.
- Agua oxigenada.
- Vaselina esterilizada.
- Bicarbonato sódico.
- Frasco de amoníaco.
- Tijera y Pinza.
- Tira de goma para hacer torniquetes.
- Termómetro.
- Bolsas para agua caliente y hielo.
- Jeringuillas de 10 c.c.
- Seis tablillas para fracturas.
- Una camilla.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Capítulo 9 . CONCLUSIONES

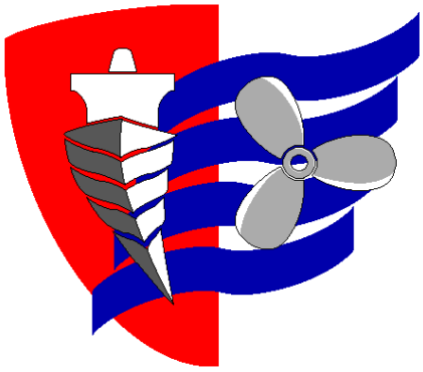
9. CONCLUSIONES

En el presente proyecto se han desarrollado los conocimientos adquiridos durante la carrera de forma transversal, de manera que ha sido posible realizar los cálculos necesarios para un correcto funcionamiento de la instalación de la planta de anticongelante, con la finalidad de elaborar un líquido que, a diferencia del resto, proporciona una mayor durabilidad y protección de los elementos del motor frente a la posible corrosión, además de resultar más económico a la par que biodegradable.

Se espera que con la realización de este proyecto quede reflejado la elaboración del líquido anticongelante (enfocado al ámbito marino), el funcionamiento de la planta de dosificación y que las explicaciones aportadas sean lo suficientemente claras para poder realizar el proceso de fabricación y dosificación.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Capítulo 10 . BIBLIOGRAFÍA

10. BIBLIOGRAFÍA

10.1. Libros

- UNIVERSIDAD DE CANTABRIA. Refrigeración de Motores de Combustión Interna. Motores de Combustion II. Autor: Félix Otero. Escuela Técnica Superior de Náutica. Cantabria, España. Marzo 2019.
- PRESSMAN. Pérdidas de carga en tuberías. 2018/04. Formato PDF, capacidad 1.8 MB. Disponible en:

  http://www.eepm.es/wp-content/uploads/2018/04/PRESSMAN-Pérdida-de-Carga-en-Tuber%C3%ADas.pdf
- Ósmosis Inversa. Fundamentos, tecnología y aplicaciones. Autor: Manuel Fariñas Iglesias. Mc Graw Hill, 1999.

10.2. Patentes

- *UNIVERSIDAD DE VIGO. Sistema de refrigeración para barcos*, UVIGO.GAL. Universidad de Vigo. Inventor: Fernández Seara, José y Jaime Sieres Atienza. España, Nº de solicitud de la patente: P200601315.

  Disponible en:

  https://www.uvigo.gal/sites/default/uvigo/DOCUMENTOS/investigacion/Escaparate_Patente_SEARA.pdf
- UNIVERSIDAD DE CANTABRIA. Diseño de Planta de Tratamiento de Agua Potable por Ósmosis Inversa para un Buque de Pasaje. Autor: López Martín, María José. Director: Jesús M.Oria Chaveli. Escuela Técnica Superior de Náutica. Cantabria, España, Julio 2015.

10.3. Catálogos y manuales

- BOME. Refrigeración del motor marino. Num. 4803-Melilla. España, 29 de Marzo de 2011. Pag: 1358.

- Formato PDF, 42 KB. Disponible en: www.melilla.es

  https://www.google.com/search?client=safari&rls=en&q=refrigeraci%C3%B3n+del+motor++marino&ie=UTF-8&oe=UTF-8

- Catálogo de Bombas KSB: dimensionado de bombas centrífugas.

- Cálculos hidráulicos. Documento nº 1. Memoria. ANEJO Nº 8. Proyecto de Modernización de la Zona Regable del Canal de las Aves.

  Formato PDF. Disponible en:

  http://www.chtajo.es/Servicios/InformPub/Documents/CanalAves/ANEJO%208%20CÁLCULOS%20HIDRÁULICOS.pdf

- Pérdidas de carga en tuberías. PRESSMAN. 2018/04.

  Formato PDF, capacidad 1.8 MB. Disponible en: http://www.eepm.es/wp-content/uploads/2018/04/PRESSMAN-Pérdida-de-Carga-en-Tuber%C3%ADas.pdf

- Diagramas de pérdida de carga y tablas. CONEX BANNIGER. Formato PDF, 980 bytes. Disponible en:

  http://www.conexbanninger.com/uploads/b694d1bc00a419007df2a45bf44c3e00427b8a12.pdf

- ARO. Bombas De Diafragma Accionadas Por Aire. Ingersoll Rand. España, 27 de Septiembre de 2019.

  Formato PDF, 12.4 MB. Disponible en: https://www.arozone.com/es-es/diaphragm-pumps

- CEPEX Extreme Series.. Válvula de mariposa CPVC Actuador neumático. Categoría: Válvula de mariposa (tipo Wafer). SKU: BTV-CPVC-PA. Barcelona, España 3 Septiembre 2020.

  Disponible en:

  https://www.cepexindustrial.com/producto/valvula-de-mariposa-cpvc-an/

10.4. **Páginas web.**

Se han accedido a las siguientes páginas web en un periodo comprendido entre Diciembre de 2020 y Febrero de 2021.

- AUTOFÁCIL TÉCNICA,Luike Iberoamericana de Revistas, SLU. Por Cristina Muñóz e Isabel Peñalvo, Madrid (España).

  Disponible en:

  https://www.autofacil.es/tecnica/2020/07/16/anticongelante-de-que-tipos-existen/57429.html

- AUTONOCIÓN, Saberlo todo sobre el líquido anticongelante o refrigerante, por Esteban Bocanegra. 2 de Octubre, 2019.

  Disponible en:

  https://www.autonocion.com/anticongenalte-coche-refrigerante-g12/

- MOTORGIGA, Anticongelante,diccionario. RedGiga. 1998-2021. Disponible en: **https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/anticongelante-definicion-significado/gmx-niv15-con215.htm**

- MOTOR PASIÓN, Disponible en:

https://www.motorpasion.com/espaciotoyota/refrigerantes-y-anticongelantes-todo-lo-que-necesitas-saber-de-cara-al-invierno

- WELLINGTON, Wellington Drive Technologies Ltd 2020.

Disponible en:

https://info.wdtl.com/ecr2-spain?utm_source=restauracionnews.com&utm_medium=referral&utm_campaign=restauracionnews.com&utm_content=36469&gclid=EAIaIQobChMIitvEn8Xz7gIVAaOyCh1jygIkEAAYASAAEgJtpPD_BwE

- ESTUDIAS O NAVEGAS, Refrigeración de motores marinos. Propulsión. Refrigeración de motores marinos. Por Guillermo Navarro. Temario PPER 2021 (versión 04).

Disponible en:

https://www.estudiasonavegas.com/116-acad-tropico-capricornio/355-refrigeracion-de-motores-marinos

- CLEANSAILING, High Performance Marine Supplies. Circuito de refrigeración de un motor marino. Autor: Clean Sailing. Categoría: Novedades, Artículas técnicos, TRAC. Publicado 29 Junio 2018.

Disponible en:

https://cleansailing.es/es/blog/5-como-limpiar-el-circuito-de-refrigeracion-de-un-motor-marino

- NAVEGAR.com, Mantenimiento del circuito de refrigeración en un motor marino. Categoría: Consejos, Motor. Por Juan Pedro Diego, 29 mayo 2015.

  Disponible en:

  http://www.navegar.com/mantenimiento-del-circuito-de-refrigeracion-en-un-motor-marino/

- INTECH. Cálculos hidráulicos de tuberías. Cálculos del diámetro de tuberías. Selección de tuberías. INTECH GmbH 2021.

Disponible en: https://intech-gmbh.es/hydraulic_calculation/

- PIROBLOC S.A. Cálculo de pérdidas de carga. Categoría: Ingeniería térmica. Pirobloc 10 Enero 2019.

Disponible en: https://www.pirobloc.com/blog-es/calculo-perdidas-carga/

- MASELLI, process analyzers. Analizadores En Línea. Refractómetros. UR62 Analizador refractométrico. BRIX/nD. Parma, Italia. 2020 Maselli Misure S.p.A.

Disponible en:

https://www.maselli.com/es/analizadores-en-linea/refractometros/ur62-analizador-refractometrico/

- KOMAX SYSTEMS.INC. Mixing by Design. Triple Action Static Mixer. Por KOMAX. Huntington Beach, California, EE.UU, 2020.

Disponible en: **https://komax.com/triple-action-static-mixer/**

- CEPEX Extreme Series.. Válvula de mariposa CPVC Actuador neumático. Categoría: Válvula de mariposa (tipo Wafer). SKU: BTV-CPVC-PA. Barcelona, España 3 Septiembre 2020.

Disponible en:

https://www.cepexindustrial.com/producto/valvula-de-mariposa-cpvc-an/

- GENEBRE, be wáter, be Genebre. Válvulas con Actuador Neumático GNP Simple Efecto. Categoría: Automatización y control. Barcelona, España Febrero 2014.

Disponible en:

http://www.genebre.es/actuador-neumatico-gnp-simple-efecto/page/3

- RAVAGNAN. Plantas de ósmosis inversa. Categoría: Plantas para el tratamiento del agua. Ravagnan S.p.A. Limena (Pd) Italia 2021.

Disponible en:

https://www.ravagnan.com/es/división-de-plantas/plantas-para-el-tratamiento-del-agua/plantas-de-osmosis-inversa.html

- FACSA. Plantas de Tratamiento por Ósmosis Inversa. España 7 Septiembre 2011. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=b0D7R1f5aDg

ANEXO II: Aviso responsabilidad UC

AVISO:

Este documento es el resultado del Trabajo Fin de Grado de un alumno, siendo su autor responsable de su contenido.

Se trata por tanto de un trabajo académico que puede contener errores detectados por el tribunal y que pueden no haber sido corregidos por el autor en la presente edición.

Debido a dicha orientación académica no debe hacerse un uso profesional de su contenido.

Este tipo de trabajos, junto con su defensa, pueden haber obtenido una nota que oscila entre 5 y 10 puntos, por lo que la calidad y el número de errores que puedan contener difieren en gran medida entre unos trabajos y otros,

La Universidad de Cantabria, la Escuela Técnica Superior de Náutica, los miembros del Tribunal de Trabajos Fin de Grado así como el profesor tutor/director no son responsables del contenido último de este Trabajo.”