

UNIVERSIDADE DE A CORUÑA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

INGENIERÍA MARINA

MANTENIMIENTO E INSTALACIONES

TFG/GEM/M- 15-14



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

**“REDUCCIÓN DE CONSUMO EN
SISTEMAS AUXILIARES DE PLANTAS
DE CICLO COMBINADO”**

TRABAJO FIN DE GRADO

JULIO – 2014

AUTOR: Juan Luis Pensado Méndez

TUTOR: Manuel Romero Gómez

REDUCCIÓN DE CONSUMO EN SISTEMAS AUXILIARES DE PLANTAS DE CICLO COMBINADO

ÍNDICE GENERAL



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

FECHA: JULIO 2014

AUTOR: Juan Luis Pensado Méndez



Fdo.: Juan Luis Pensado Méndez

0. ÍNDICE GENERAL	PÁGINA
1. MEMORIA	4
2. ANEXOS	23
3. PLANOS	78
4. PLIEGO DE CONDICIONES	85
5. MEDICIONES	105
6. PRESUPUESTO	111
7. CRONOGRAMA	116
8. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA	119

REDUCCIÓN DE CONSUMO EN SISTEMAS AUXILIARES DE PLANTAS DE CICLO COMBINADO

MEMORIA



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

FECHA: **JULIO 2014**

AUTOR: Juan Luis Pensado Méndez



Fdo.: Juan Luis Pensado Méndez

ÍNDICE	PÁGINA
1. MEMORIA	6
1.1 Objeto.	7
1.2 Alcance.	7
1.3 Antecedentes.	8
1.4 Normas y referencias.	9
1.4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas.	9
1.4.2 Programas de cálculo.	11
1.5 Definiciones y abreviaturas.	11
1.6 Requisitos de diseño.	13
1.7 Análisis de las soluciones.	14
1.8 Resultados finales y conclusiones.	18
1.8.1 Resultados finales	18
1.8.2 Conclusiones	18
1.9 Planificación.	20
1.10 Orden de prioridad entre los documentos básicos	21

1. MEMORIA.

Las Centrales de Ciclo Combinado han supuesto un gran avance en la generación eléctrica de la península Ibérica hasta el punto de posicionarse para Red Eléctrica de España, por delante de las antiguas centrales de carbón.

En un mercado dominado por las energías renovables como la solar, la hidráulica y sobretodo la eólica, las Centrales de Ciclo Combinado tienen como ventajas:

- Rapidez a la hora de arrancar y llegar a producir a la red la energía necesaria para cubrir la variabilidad de las energías renovables y los picos de demanda que se producen en la red. Ello conlleva la combinación de períodos prolongados de parada con otros de arranques intermitentes.
- Menor número de emisiones de CO₂, un 50% menos respecto a las de carbón, penalizadas en el precio del kilowatio generado, ya que existe la obligatoriedad de abonar una cuota por tonelada de gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera.
- Dado su alto grado automatización y sencillez, cuentan con un menor coste de inversión inicial unos 450 €/kW frente a los 900 €/kW de grupos de carbón, además constan con un menor número de trabajadores en plantilla que reducen sus gastos fijos en personal.
- La eficiencia de los Ciclos Combinados varía entre 50-58% superando así ampliamente el 37-44% de grupos de fuel o carbón.

Una de las principales desventajas, con las que cuentan los Ciclos Combinados y que puede llegar a suponer hasta un 71% de sus costes fijos de producción es el precio del combustible, ligado a la cotización del petróleo, del dólar y a la presión creciente de la demanda, que representa incertidumbre a parte de un incremento importante del coste.

Por ello, es interesante realizar estudios de mejoras en el rendimiento térmico y de disminución de consumo en los equipos auxiliares de las plantas, para poder llegar a ser más competitivos y eficientes energéticamente, pudiendo aumentar así las horas de generación anual, disminuir los tiempos de amortización de los grupos y por tanto aumentar los beneficios.

1.1 Objeto.

El presente proyecto, tiene como objeto, el estudio de los consumos en los equipos auxiliares implicados en la Central cuando se encuentra parada y disponible para entrar en el mercado eléctrico con un preaviso de tres horas.

Se evaluará la necesidad de mantener los equipos involucrados en marcha, de sustituirlos por otros más eficientes o incluso variar las condiciones de operación normal, en definitiva cualquier acción que reduzca al mínimo el consumo de auxiliares en la planta sin variar el tiempo de disponibilidad del grupo, ya que el aumento de horas de preaviso de arranque, condiciona negativamente a la hora de competir para entrar en red.

1.2 Alcance.

El presente proyecto será de aplicación a todas aquellas Centrales de disposición similar a la Central de Ciclo Combinado de Sabón (Arteixo), cuyas principales características constructivas y de disponibilidad de cara a poder arrancar y acoplar en el plazo predeterminado son:

- Ser un monoeje, es decir, poseer una disposición donde la turbina de gas, turbina de vapor y el generador se encuentran unidos en un eje de forma solidaria y colocado sobre cojinetes de forma axial.
- Poseer un generador refrigerado por hidrógeno cuyo cierre se haga con aceite procedente de la bomba principal de aceite de lubricación y sello.
- Disponer de un sistema de refrigeración de aceite mediante un circuito cerrado de agua desmineralizada.

- Tener un sistema de refrigeración del circuito cerrado mediante una o varias bombas del circuito abierto de refrigeración.

1.3 Antecedentes.

La Central de Ciclo Combinado donde se realiza el estudio, se encuentra situada en el Polígono Industrial de Sabón, (Arteixo, A Coruña). El grupo es un monoeje compuesto por una turbina de gas, GE 9FA Mark VI con combustión DLN 2.6 e+ y una turbina de vapor capaz de generar una potencia neta de 400 MW.

La condensación del vapor al final de la turbina de baja presión, necesaria para alimentar agua a caldera, se realiza mediante un condensador tubular de titanio situado debajo de la turbina de baja presión, por el cual se hace circular 22.000 m³/h de agua de mar que es bombeada desde la una boca toma situada en el puerto exterior de punta Langosteira para verterla por la desembocadura del río Rosadoiro al mar.

La refrigeración de los equipos auxiliares de la planta se realiza mediante un sistema cerrado de agua desmineralizada que posteriormente, se enfría en un intercambiador de placas con agua de mar procedente de la tubería principal de agua de circulación, impulsado mediante una bomba de refuerzo.

En su estado de parada, la central cuenta con distintos equipos en marcha para garantizar su disponibilidad de arranque dentro del tiempo estipulado con REE, estos equipos son:

- Una bomba de agua de mar para mantener la tubería de impulsión de las bombas principales de agua de mar o circulación llena y suministrar un flujo continuo al intercambiador de placas del circuito cerrado de refrigeración.
- Una bomba de recirculación del circuito cerrado, para hacer fluir el agua de forma continua desde el intercambiador de placas a los distintos focos a refrigerar en la instalación.

- Una bomba principal de aceite de lubricación y sello en marcha para suministrar aceite a los cojinetes del eje de turbina, así como un suministro de aceite a los cierres de hidrógeno del generador, mediante una válvula de control de presión diferencial.
- El virador para que el eje se mantenga rodando a 4 revoluciones por minuto por motivos de disponibilidad, ya que una parada del mismo obliga a tener el grupo cuatro horas antes de la hora de arranque en modo virador para evitar vibraciones y excentricidad en la turbina.

1.4 Normas y referencias.

1.4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas.

Normativa de Seguridad y Salud :

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales del 8 de Noviembre.
- Texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social. Decreto 2065. 1974 de 30 de Mayo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de Enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de Abril. Disposiciones mínimas en materia de Señalización y Salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de Abril. Manipulación manual de cargas.

- Real Decreto 773/1997, de 30 de Mayo, Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 1.495 de 26 de Mayo “Reglamento sobre Seguridad en las máquinas”.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (Orden de 9 de Marzo de 1971) (Que no hayan sido derogados por la legislación actual).
- Reglamentos Técnicos de Industria aplicables y demás disposiciones relativas a la Medicina, Higiene y Seguridad en el Trabajo, que puedan afectar al tipo de trabajos que se realiza.
- Capítulo XVI de la Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica. Orden de 28 de Agosto de 1970.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Decreto 2713/1973 de 20 de Septiembre). Instrucciones complementarias MI-BT (O.M. 31-10-1973).
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.D. 842/2002) e Instrucciones Técnicas Complementarias a dicho Reglamento (ITC-BT).
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.D. 842/2002) e Instrucciones Técnicas Complementarias a dicho Reglamento (ITC-BT).

Normativa de equipos e instalaciones frigoríficas.

- ITC MIE AP9: Recipientes Frigoríficos.
- Real Decreto 3099/1977, de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.

- REGLAMENTO (CE) No 842/2006 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 17 de mayo de 2006 sobre determinados gases fluorados de efecto invernadero.

Normativa puertas cortafuego.

- RSCIEI: Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales.
- Correcciones-RD2267-2004-RSCIEI
- Directiva 89/106/CEE: Marcado CE de Productos de la Construcción.
- Mantenimiento Puertas Peatonales con funciones de protección contra incendios.
- Real Decreto 314/2006 de 17 marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE 28-marzo-2006).

1.4.2 Programas de cálculo.

- EES- Engineering Equation Solver
- Menfis v.7 - Cálculo de presupuestos de obra civil.
- AutoCAD – Diseño de planos
- Microsoft Powerpoint – Presentación

1.5 Definiciones y abreviaturas.

- HPU-(Hidraulic Pressure Unit). Sistema de presurización de aceite hidráulico para actuación de válvulas de control y parada de turbina de vapor, consistente en un tanque de reserva de aceite, un grupo de bombeo y un enfriador tubular.
- KKS- Es un sistema estándar para la clasificación de centrales eléctricas. Sirve durante la ingeniería, la construcción, la operación y el mantenimiento de las centrales eléctricas para la identificación y la clasificación de

equipos. El sistema se sabe en fin como KKS que sea la abreviatura del término alemán. Kraftwerk-Kennzeichensystem.

- Skid de aceite. Unidad de control de aceite de lubricación y sellado del generador compuesto por un tanque de aceite principal, dos bombas principales del 100% de corriente alterna, dos bombas de emergencia de corriente continua, una bomba de aceite de levantamiento, dos enfriadores de placas, dos filtros de malla, una válvula de tres vías de control de temperatura de aceite.
- Circuito abierto de refrigeración (PGA). Sistema de bombeo de agua desde el foco frío, en nuestro caso agua de mar, hasta los distintos intercambiadores de calor para refrigeración de los equipos principales de la central, posteriormente se vierte nuevamente al mar.
- Circuito cerrado de refrigeración (PGB). Sistema compuesto por un grupo de bombeo que fluye agua desmineralizada a los distintos equipos que necesitan refrigeración en planta y que se recircula a través de un intercambiador de placas y refrigerar el fluido para ser nuevamente impulsado a los equipos.
- Refrigeración de emergencia. Sistema de refrigeración de aceite en caso de cero en planta, se usa agua desmineralizada procedente de los tanques de reserva, bombeada mediante las bombas de emergencia alimentadas desde el generador diesel de emergencia.
- “Black out” o cero de planta. Se denomina así al momento transitorio en que la central se encuentra sin energía eléctrica para sus equipos auxiliares, debido bien a la actuación de protecciones eléctricas o a problemas de suministro procedentes de la red.
- C.O.P. Es la relación entre la potencia (kW) que sale de la bomba de calor como refrigeración o calor, y la potencia (kW) que absorbe el compresor.

- Virador. Sistema compuesto por un motor y un engranaje encargado de mantener el eje de la turbina a 4 rpm tras la parada de la central, para evitar.
- Acople. Se denomina así al momento en que el interruptor de generación de un grupo sincroniza tanto las fases como la frecuencia del generador con la red para proceder al cierre del interruptor aportando su energía a la red.
- R.E.E. Red Eléctrica de España, compañía encargada del transporte y operador único de la red eléctrica en la península Ibérica.

1.6 Requisitos de diseño.

La Central de Ciclo Combinado de Sabón posee un consumo aproximado de auxiliares estipulado en una media de 20,1 MW/día, procedente de los equipos implicados para mantener el grupo disponible para su arranque, además de consumos diversos como alumbrado, climatización de sala de control y salas eléctricas.

Se desea mediante este proyecto, reducir el consumo energético diario para poder redistribuir el gasto fijo en la partida presupuestaria anual. Para esto, procederá de la siguiente forma:

- Realizar un listado de todos los equipos en marcha existentes con el grupo parado y sus consumos.
- Analizar la posibilidad de parar alguno de ellos valorando su necesidad y repercusión.
- Estudiar la posibilidad de sustituir los sistemas que obligatoriamente deban quedar en marcha por otros más eficientes.

Se deberá realizar el proyecto cumpliendo con unos requisitos mínimos en el diseño, que deberá tener en cuenta factores como:

- Las operaciones a realizar en la planta no podrán de ninguna manera aumentar las tres horas de preaviso existentes para el arranque.
- Los equipos que sean sustituidos o implementados deberán ser económicamente viables y amortizados en menos de dos años de operación normal.
- Se deberán tener en cuenta los emplazamientos de las centrales para adaptarse a sus singularidades climatológicas, de situación u operacional.

1.7 Análisis de las soluciones.

Para llevar a cabo el proyecto, se identificarán los equipos de la planta que más energía consumen y que se encuentran en funcionamiento durante el proceso de parada y disponible el grupo dentro del tiempo establecido como preaviso. Los principales consumidores energéticos por orden descendente son:

- Bombas de recirculación del circuito cerrado, dos del 100% de capacidad 81PGB26AP001 y 81PGB21AP001, cuyos consumos se estipulan en 200kW.
- Bombas principales de aceite de lubricación y sello, dos del 100% de capacidad, BPM1 y BPM2 de 186kW de potencia.
- Bombas de llenado del circuito primario de agua de circulación o agua refrigeración, son dos equipos del 100% de capacidad ,81PAC15AP001 y 81PAC17AP001 cuyos consumos son 55kW.
- Bomba de aceite de levantamiento, 37,5kW de consumo nominal.
- Bombas del sistema de aceite hidráulico (HPU) para actuación de válvulas

con un consumo de 29.8kW.

- Motor del virador del eje, con 29.8kW de consumo.
- Resto de consumos como climatización de sala de control, ventilación de salas eléctricas y alumbrado.

Tras analizar los equipos en servicio, se procederá a analizar la posibilidad de pararlos o sustituirlos por equipos de menor consumo:

- Se descarta la posibilidad de parar la bomba principal de aceite de lubricación y cierres, debido a la obligación de realizar un barrido del hidrógeno con CO_2 .
- Se descarta también, debido al mismo problema de indisponibilidad, parar la bomba de levantamiento y el motor del virador, para evitar excentricidad y vibraciones durante el proceso de subida de revoluciones de 4 a 3000 en el arranque del grupo.
- Se procede a parar la bomba del HPU (Fig.1.7.1) sin tener que realizar ningún tipo de maniobra excepcional ya que con grupo parado las válvulas que son actuadas mediante aceite hidráulico, las de admisión y parada de turbina de vapor, se encuentran cerradas hasta que se arranca el grupo y realiza el test de válvulas. Quedando además su depuradora en marcha que evita la degradación del fluido en parada por absorción de humedad.

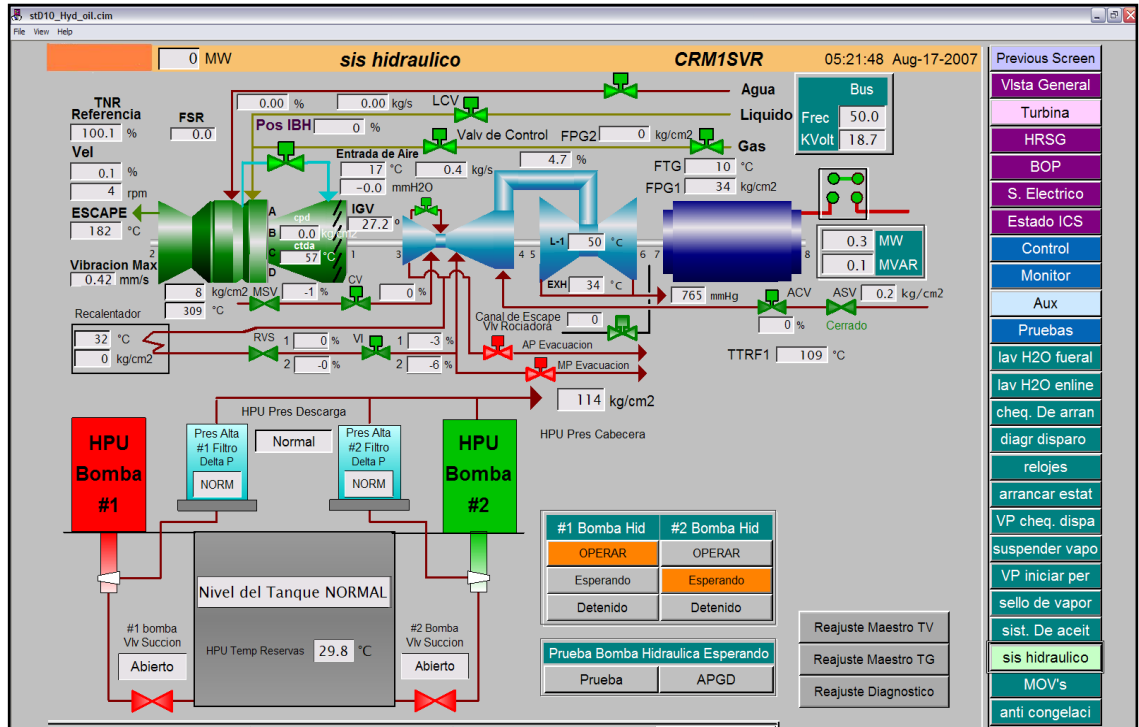


Figura 1.7.1 –Pantalla de DCS del sistema HPU.

Para poder parar las bombas de llenado del circuito primario de agua de circulación o agua refrigeración ,81PAC15AP001 y 81PAC17AP001 cuyos consumos son 55kW y las bombas de recirculación del circuito cerrado, 81PGB26AP001 y 81PGB21AP001, con consumos estipulados en 200kW cada una, es necesario refrigerar el aceite con un sistema alternativo. Se estudiaron distintas opciones, tales como:

- Refrigerar directamente con agua del circuito abierto (PGA) pudiendo así parar la bomba del circuito cerrado (PGB) pero se termina descartando ya que el circuito cerrado está lleno de agua desmineralizada tratada con inhibidor de corrosión y el agua del circuito abierto procede del agua de mar que contaminaría con cloruros las tuberías y los enfriadores.
- La segunda opción barajada, se basa en refrigerar el aceite a través de la refrigeración de emergencia con agua desmineralizada.(Fig.1.7.2) Mediante este sistema se podría parar la bomba de circuito cerrado (200 kW) y la bomba del circuito abierto (55 kW), pero se descarta también debido al elevado gasto de agua desmineralizada se estima en 17,5 m³ por

hora, excluyendo esta opción única y exclusivamente para casos de emergencia.

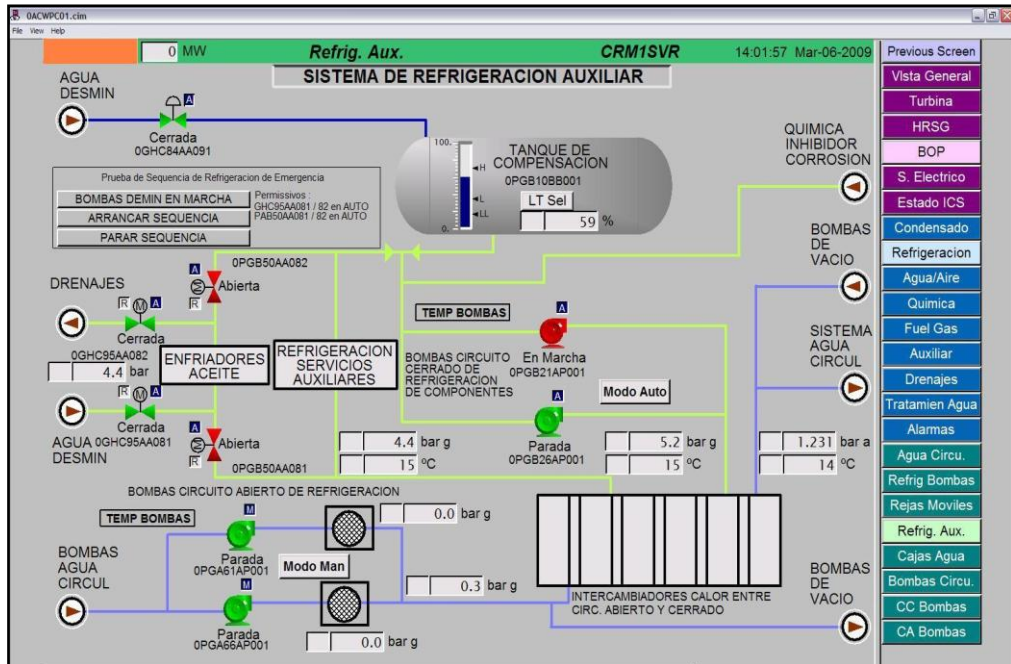


Figura 1.7.2-Pantalla DCS del sistema auxiliar de refrigeración.

- La tercera opción que se tuvo en cuenta, era parar la bomba del circuito cerrado y esperar a que la temperatura del aceite subiera hasta 60°C para volverla a arrancar y llevar la temperatura a 29°C. Esta opción también fue desestimada ya que, aunque el fabricante del aceite permite el rango de funcionamiento de temperatura sin afectar a las propiedades del mismo entre 20 y 60°C, ésta sí que afecta a la lubricación del eje, puesto que el fabricante de la turbina obliga a mantener la temperatura del aceite en 29°C cuando el grupo está en modo virador (4 rpm) puesto que un aceite más denso consigue una mejor lubricación a bajas revoluciones.
- La última opción a estudio se basa en instalar una enfriadora de agua mediante un circuito frigorífico aire-agua, que nos permite enfriar el aceite con agua del circuito cerrado y ésta con un intercambiador tubular en el evaporador de la enfriadora. Esta opción se presenta como la más interesante ya que los equipos frigoríficos pueden llegar a tener un C.O.P. de 3 reduciendo en tres veces el consumo energético necesario para

enfriar el calor generado por la bomba principal de aceite de lubricación y sello.

1.8 Resultados finales y conclusiones.

1.8.1 Resultados finales

Se pretende entonces, estudiar la posibilidad instalar una planta frigorífica agua-aire, para ello deberemos conocer el calor generado en el tanque de aceite de lubricación y sello por la bomba principal para conocer la energía necesaria que debemos disipar para mantener el aceite en el valor de temperatura de parada.

La propuesta, después de estudiar los diferentes informes existentes y de las necesidades indicadas por Operación de la Central de Ciclo Combinado descritas anteriormente, es la de la realización de las siguientes acciones:

- Se instalará una planta enfriadora de agua-aire en la parte exterior de la nave de turbina principal.
- Instalar los tramos de tubería de impulsión y retorno de agua de refrigeración, con sus correspondientes válvulas de corte y aislamiento térmico desde el lugar de instalación de la planta hasta el entronque con las tuberías del circuito cerrado de refrigeración.
- Instalar una alimentación eléctrica para la planta frigorífica desde un interruptor de reserva instalado en una barra de 400 V de la sala eléctrica de cota 0 de la Isla de Potencia del Grupo hasta el lugar de emplazamiento de la planta frigorífica.

1.8.2 Conclusiones

Esta memoria forma parte de un conjunto de documentos que conforman el proyecto de instalación de una planta frigorífica para refrigeración del tanque de aceite principal.

Por lo que debe cumplirse lo expuesto en los documentos que documentos que constituyen este proyecto, y además lo expuesto a continuación:

- La coordinación de todos ellos define la obra a realizar.
- La calidad de materiales a emplear no será inferior a las indicadas.
- Las soluciones adoptadas no podrán modificarse sin la previa autorización escrita de la dirección facultativa.
- Toda la instalación cumplirá, en cualquier caso, con las normativas vigentes.

Se entiende que en las instalaciones se incluyen todos los medios auxiliares y pequeño material necesario para el correcto montaje y funcionamiento de las mismas.

Asimismo se incluyen todas las pruebas necesarias y documentación para la legalización, funcionamiento y regulaciones de las instalaciones.

Una vez realizadas las instalaciones, y probadas, se entregara a la propiedad los planos "As built", acompañados de las instrucciones de funcionamiento, manuales de mantenimiento y listados de repuestos más importantes a tener en "Stock".

Con lo anteriormente expuesto en la presente Memoria, junto con los demás documentos del Proyecto de que se acompañan (Cálculos, Planos, Pliego de Condiciones, Estudio de Seguridad, y Mediciones y Presupuesto), se considera suficientemente descritas y justificadas las instalaciones objeto del mismo. Asimismo, creemos haber dado suficientes datos para la concesión de las oportunas autorizaciones, quedando el autor de este trabajo a disposición de los Organismos Competentes, para ampliar y/o justificar cualquier punto que se requiera.

1.9 Planificación.

El presente apartado pretende ser una guía para la ejecución de las obras descritas en este proyecto, de forma que la empresa adjudicataria pueda comprobar la viabilidad en el replanteo y sea aceptada la solución propuesta.

El personal involucrado en las obras realizara su labor en horario de lunes a viernes de 8:00 a 19:00 horas.

Las obras a realizar para la ejecución de este proyecto se realizaran de la siguiente forma:

- Realizar una base de hormigón de 3x3 metros.
- Colocar una planta frigorífica agua-aire sobre unos amortiguadores de caucho.
- Realizar un taladro en el panel de cerramiento exterior de la nave de turbina para el paso de tuberías y cables.
- Montaje de soportes para las tuberías de impulsión y retorno de agua e instalación de tuberías de 3”.
- Vaciado de hidrógeno en el generador, barrido con CO_2 para posteriormente dejarlo con aire.
- Parado del motor del virador, de la bomba de aceite principal de aceite de lubricación y sello y de la bomba de levantamiento.
- Aislado y drenaje del circuito cerrado de refrigeración auxiliar del tanque de aceite.
- Entronque de tubería del circuito cerrado con las tuberías de la planta frigorífica.

- Conducción de líneas desde el interruptor de alimentación desde la sala eléctrica de la cota 0 hasta la planta enfriadora, a través de las bandejas pasa-cables que atraviesan los muros de la sala eléctrica con el skid de aceite.
- Normalización del circuito cerrado de refrigeración auxiliar.
- Arranque de la bomba principal de aceite de lubricación y sello, presurización del generador con hidrógeno.
- Arranque de la bomba de levantamiento y del motor del virador.
- Prueba de fugas en soldaduras y conexiones embridadas.
- Aislado de tuberías mediante coquilla de espuma eslastomérica.
- Puesta en marcha de la planta y prueba de funcionamiento.

Señalización y limpieza de los lugares de trabajo:

En general se mantendrán señalizados los lugares de trabajo de acuerdo a las indicaciones establecidas en el Estudio de Seguridad y Salud.

Pruebas y puesta en servicio definitiva de la instalación eléctrica: La realización de las pruebas previas y la puesta en marcha de la instalación no interferirá en el funcionamiento cotidiano del edificio.

1.10 Orden de prioridad entre los documentos básicos

En este proyecto, el orden de prioridad de los documentos básicos es el siguiente:

- Planos.
- Pliego de condiciones.

- Presupuesto.
- Memoria.

Coruña, 16 de julio de 2014

El alumno:



Fdo.: Juan Luis Pensado Méndez
Grado en Ingeniería Marina
Especialidad Mantenimiento e Instalaciones

REDUCCIÓN DE CONSUMO EN SISTEMAS AUXILIARES DE PLANTAS DE CICLO COMBINADO

ANEXOS



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

FECHA: **JULIO 2014**

AUTOR: Juan Luis Pensado Méndez



Fdo.: Juan Luis Pensado Méndez

ÍNDICE

PÁGINA

2.0 ANEXOS

2.1 Anexo I: Descripción de la situación actual	25
2.2 Anexo II: Descripción de las necesidades	36
2.3 Anexo III: Estudio de alternativas	41
2.4 Anexo IV: Planificación	47
2.5 Anexo V: Descripción de la instalación proyectada	54
2.6 Anexo VI: Cálculos justificativos	70

REDUCCIÓN DE CONSUMO EN SISTEMAS AUXILIARES DE PLANTAS DE CICLO COMBINADO

ANEXOS I: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

FECHA: **JULIO 2014**

AUTOR: Juan Luis Pensado Méndez

Fdo.: Juan Luis Pensado Méndez

ÍNDICE

PÁGINA

ANEXO I: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1 Descripción de la situación actual	27
2.1.1 Sala del contenedor de aceite	27
2.1.1.1 Edificio de Obra civil	27
2.1.1.2 Características del skid de aceite	28
2.1.2 Descripción del circuito cerrado de refrigeración	31

2.1 Descripción de la situación actual.

A continuación se procede a realizar una descripción general de la instalación de refrigeración auxiliar del circuito cerrado y del skid de aceite, los cuales van a ser objetos de reforma en este proyecto.

2.1.1 Sistema de lubricación..

La Central de Ciclo Combinado de Sabón posee un sistema de aceite de lubricación y sello, ubicado en la planta baja de la nave del ciclo combinado, encardado del:

- Aporte de aceite, previamente enfriado y filtrado, a los cojinetes de la turbina de gas, turbina de vapor y generador.
- Aporte de aceite, previamente enfriado y filtrado, al virador de la turbina de vapor.
- Aporte de aceite, previamente enfriado y filtrado, al módulo de atomización de aire.
- Aporte de aceite, previamente enfriado y filtrado, al sistema de sellado del generador.

El sistema de lubricación puede dividirse en los siguientes subsistemas:

- Aceite de lubricación de cojinetes.
- Aceite de elevación.
- Aceite de sellado.

2.1.1.1 Edificio de Obra Civil.

El skid de aceite está ubicado en un recinto indicado para tal fin cuyas medidas son 7500 x11000 mm, con una altura útil de 5000, cuenta con una puerta de

acceso situada en cota 1500 por la que se accede a través de una escalera con barandilla, de sujeción.

La puerta de acceso al recinto cuenta con apertura mediante barra antipánico en su cara interna para facilitar la salida en dirección a la evacuación, cumple con la normativa vigente en cuanto a su protección contra el fuego.

Las paredes y techo están contruidos en placa de yeso laminado resistentes al fuego con un espesor de 150 mm para los tabiques y 90 para techos, excepto la pared del lado norte que constituye el cerramiento de la nave de turbina que está contruida en panel chapa ondulada con aislante térmico de 50 mm de espesor.

En la pared exterior de la cara norte de la sala se encuentra una rejilla aleteada de ventilación de 2000 x 2000 que facilita la entrada de aire mediante un extractor y poder disipar el calor generado por el motor de la bomba de aceite.

El sistema contraincendios se compone de dos extintores de polvo ABC de 6 kg, situados y señalizados a la entrada del skid y en el fondo de la sala. Dispone de una extinción mediante rociadores de agua actuados mediante alarma de incendios y rotura de ampolla térmica.

La detección cuenta además con una comunicación con el PLC del sistema de ventilación que detiene el extractor ante cualquier alarma de fuego, evitando así avivar la combustión en caso de incendio.

Posee cuatro pantallas de alumbrado de 2x58 w cada a una, dos de ellas conectadas al cuadro de alumbrado de esenciales, cuya alimentación proviene del generador diesel de emergencia.

2.1.1.2 Características del skid de aceite.

El módulo de aceite de lubricación (Fig.2.1.1.2.1), incluido dentro del alcance de GE, aspira el aceite de un tanque de almacenamiento integrado en el módulo. Dicho tanque incorpora medidores de temperatura, de presión y de nivel, para comprobar el correcto suministro al sistema. La parte alta del tanque sirve de base para las bombas, filtros e intercambiadores de calor.

En el sistema existen dos bombas redundantes de los 100% de capacidad, accionadas por motores de corriente alterna. En operación normal, el aceite es

impulsado únicamente por una de estas dos bombas. La selección de la bomba que entra en operación la realiza el operador desde la sala de control, quedando la otra en reserva. Existe también una bomba de aceite de lubricación de emergencia y una bomba de aceite de sellado de emergencia, ambas accionadas por motores de corriente continua.

Dichas bombas entran en servicio cuando las bombas de corriente alterna no están funcionando o desciende la presión de aceite del colector, requiriéndose aceite para lubricación o sellado.

Cada bomba dispone de válvula antirretorno en la descarga, para evitar recirculaciones de unas bombas sobre otras. Las líneas de impulsión de las bombas principales de aceite ("AC") se unen en un colector común en el cual existen dos interruptores de presión redundantes que aseguran el correcto funcionamiento del sistema.

El aceite bombeado por las bombas, pasa a través de dos intercambiadores de calor en paralelo del 100% de capacidad. Estos intercambiadores refrigeran el aceite del circuito cuando éste supera el valor de la temperatura de set point, utilizando para ello agua del sistema de refrigeración de circuito cerrado. Mientras la temperatura del aceite no supera el valor de set point los intercambiadores funcionan en bypass en el lado agua.

El aceite, aguas abajo de los intercambiadores, pasa por la etapa de filtrado, que consta de dos filtros en paralelo del 100% de capacidad. Cada filtro dispone de un indicador de presión diferencial con contacto para alarma de alta, que permite supervisar su colmatación. Aguas abajo de los filtros las dos líneas existentes se unen de nuevo en un colector común.

La impulsión de la bomba de aceite de lubricación de emergencia se conecta al colector principal de suministro de aceite aguas abajo de los filtros, ya que debe asegurar el aceite necesario para lubricación de cojinetes bajo cualquier condición. La impulsión de la bomba de aceite de sellado de emergencia "DC" se conecta justo antes de la brida de salida de aceite de sellado del módulo.

La bomba de aceite de lubricación de emergencia se dimensiona de forma que garantice el caudal de aceite suficiente a los cojinetes durante un disparo de la turbina de vapor.

La bomba de aceite de sellado de emergencia se dimensiona de forma que garantice el sellado de hidrógeno bajo cualquier condición, incluso con la turbina parada para evitar las fugas de hidrógeno del generador.

Justo a la salida de la etapa de filtrado, en el colector común de descarga, existe una ramificación que termina en la brida de conexión del sistema de aceite de sellado.

Para equilibrar el caudal de aceite de lubricación a cada uno de los cojinetes, se disponen en este colector de una serie de placas de orificio.

En este mismo colector, parte una línea para el suministro de aceite destinado al levantamiento de los cojinetes de la turbina de gas. Esta línea cuenta con una bomba de desplazamiento positivo para adecuar la presión del aceite a la requerida para este servicio, y finaliza en la brida de conexión con el sistema de lubricación.

Existen, así mismo, dos extractores de vapor de aceite del 100 % de capacidad encima del tanque principal de almacenamiento, que mantienen una ligera depresión en el tanque, extrayendo el aire o vapor que haya quedado disuelto en el aceite después de haber estado en contacto con el vapor de sellos en los sellos laberínticos de los cojinetes. En la línea de la descarga de los extractores, se dispone de un sello hidráulico, con un venteo de 6" para la evacuación del aire.

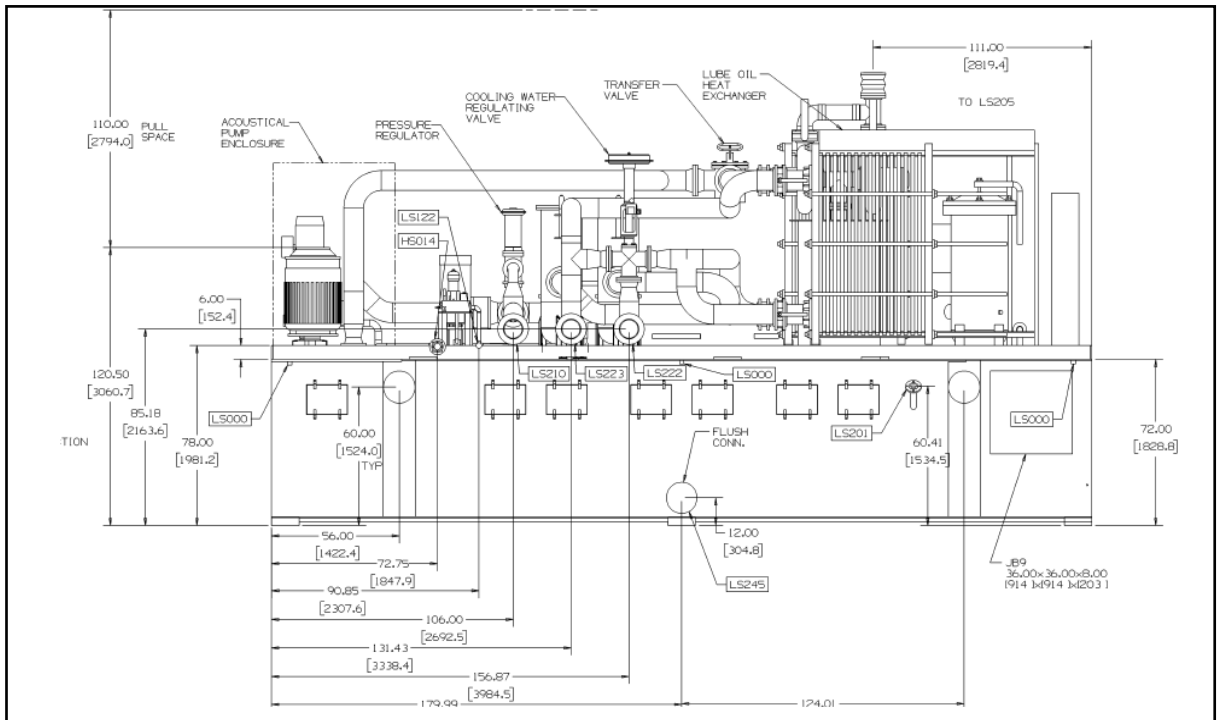


Figura 2.1.1.2.1-Plano de cotas del skid de aceite.

2.1.2 Descripción del circuito cerrado de refrigeración.

Las funciones para las que ha sido diseñado el sistema de refrigeración auxiliar son suministrar agua de refrigeración que a continuación se indican a los siguientes equipos:

A. Auxiliares Turbina de Gas, Turbina de Vapor y Generador

- Módulo detectores de llama y patas de turbina de gas
- Módulo de atomización de aire
- Enfriador del arrancador estático.
- Enfriador del tanque de aceite de lubricación y sello
- Enfriadores del HPU ("Hydraulic Power Unit")
- Enfriadores de hidrógeno del generador

- B. Bombas de agua de alimentación de media presión.
- C. Bombas de agua de alimentación de alta presión, para enfriamiento de los motores, de los variadores y de las propias bombas.
- D. Bomba de recirculación de caldera.
- E. Bastidores del sistema de muestreo.

El sistema de refrigeración auxiliar proporciona agua para el enfriamiento de los equipos auxiliares del ciclo combinado.

El circuito abierto consta de dos bombas Booster de refrigeración que impulsan el agua hacia los dos cambiadores de calor del circuito cerrado, cuando el grupo se encuentra en marcha, los cambiadores del skid de cebado de las cajas de agua del condensador y los cambiadores del sistema de vacío del condensador, para posteriormente retornar el agua a la línea de descarga, en la salida de agua de circulación del condensador.

En el lado frío de los cambiadores, el circuito cerrado se encarga de distribuir, en un bucle cerrado, el agua de refrigeración a todos y cada uno de los equipos auxiliares que lo requieren.

Consta principalmente de dos bombas de refrigeración. Se dispone de dos bombas del 100% de capacidad, fabricadas por HIDROTECAR de las cuales funciona una en operación normal. Cada bomba tiene un punto de diseño de 1243 m³ /h y 37.5 m de TDH. Estas bombas son centrífugas horizontales de carcasa partida horizontal con impulsor cerrado de doble aspiración. El acoplamiento es flexible y los sellos mecánicos.

El motor eléctrico es de 200 kW, fabricado por SIEMENS, y de un tanque de compensación, cuya función principal es absorber las variaciones de volumen de agua debidas a la variación de temperatura.

Este sistema de refrigeración auxiliar consta, por tanto, de los siguientes subsistemas:

- Circuito Abierto
- Circuito Cerrado

Control refrigeración tanque de aceite en situaciones de emergencia

Para poder refrigerar el tanque de aceite en situaciones de emergencia en las cuales no se encuentre arrancado el subsistema de refrigeración auxiliar en circuito abierto (bombas 0PGA61/66AP001) se ha diseñado un juego de cuatro válvulas motorizadas (0PGB50AA081/82 y 0GHC95AA081/82) que permiten alimentar el lado frío del enfriador del tanque de aceite desde una línea de agua desmineralizada, asegurando así el suministro de agua fría en cualquier momento (Fig.2.1.2.1).

En condiciones normales las válvulas 0PGB50AA081 y 0PGB50AA082 estarán siempre abiertas y las válvulas 0GHC95AA081 Y 0GHC95AA082 se encontrarán cerradas, refrigerándose el aceite desde el circuito de refrigeración cerrado.

Para ello es necesario que estén en funcionamiento una de las bombas 0PGB21/26AP001, una de las bombas 0PGA61/66AP001 y por lo menos una de las bombas de agua de circulación (alcance de Socoin).

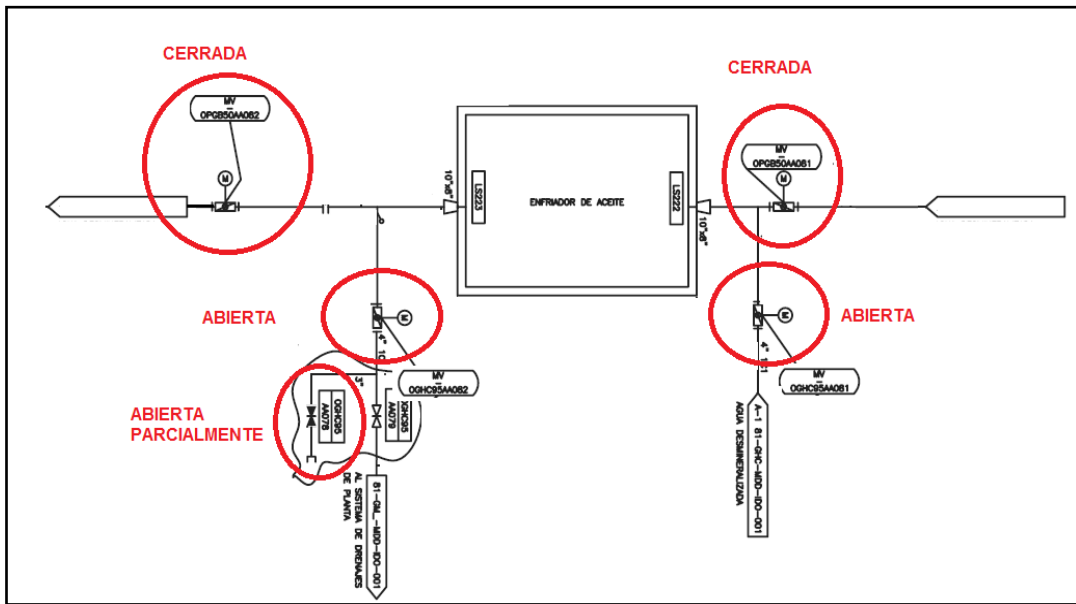


Figura 2.1.2.1-Esquema de refrigeración de emergencia de aceite.

A. Operación Manual

En cualquier momento, el operador podrá cambiar este tipo de refrigeración de forma manual, realizando la secuencia:

- Arranque bomba agua desmineralizada (alcance Socoin).
- Cierre válvulas 0PGB50AA081 y 0PGB50AA082.
- Una vez cerradas las válvulas anteriores Apertura válvula 0GHC95AA081.
- Tres segundos después, apertura válvula 0GHC95AA082.

Es necesario que, antes de proceder a esta secuencia, se considere que el agua desmineralizada una vez que pasa por el intercambiador que refrigera el aceite se lleva a la red de drenajes de planta (porque queda contaminada).

Por lo que dicha actuación debe realizarse manualmente en los casos en los que no se encuentre en marcha el sistema de agua de circulación y la temperatura del aceite alcance valores preocupantes. Para ello se ha programado el SCD de modo que genere una alarma en este caso: ambas bombas de agua de

circulación paradas y la temperatura del aceite superior a 25 °C (dicha temperatura es una señal procedente de GE).

Una vez recuperadas las condiciones normales, el operador podrá proceder manualmente a retornar el sistema a la situación inicial, realizando la secuencia inversa.

B. Operación automática.

Existe un enclavamiento en el sistema para proceder al cambio automático de refrigeración en el caso de pérdida de tensión en la planta. Las cuatro válvulas comentadas (0PGB50AA081/82 y 0GHC95AA081/82) así como la bomba de agua desmineralizada de Socoin se encuentran alimentadas desde la barra de esenciales, que es la única que recibirá alimentación desde el equipo diesel instalado en caso de una pérdida de tensión en la planta.

De este modo, una vez arrancado el diesel y en el escalón correspondiente las válvulas y la bomba recuperarán tensión. Si no se producen anomalías en ninguno de estos cinco equipos, el sistema arrancará automáticamente la bomba de agua desmineralizada, cerrará las válvulas 0PGB50AA081/82, abrirá la válvula 0GHC95AA081 y finalmente abrirá la válvula 0GHC95AA082.

REDUCCIÓN DE CONSUMO EN SISTEMAS AUXILIARES DE PLANTAS DE CICLO COMBINADO

ANEXOS II: DESCRIPCIÓN DE LAS NECESIDADES



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

FECHA: **JULIO 2014**

AUTOR: Juan Luis Pensado Méndez



Fdo.: Juan Luis Pensado Méndez

ANEXO II: DESCRIPCIÓN DE LAS NECESIDADES

2.2 Descripción de las necesidades

2.2 Descripción de las necesidades.

Se necesita conocer el calor generado por la bomba de aceite en el tanque para saber la energía necesaria que debemos disipar para mantener el aceite en el valor de temperatura de parada, para calcularlo se usa el circuito de refrigeración de emergencia, el procedimiento seguido para la obtención de los datos ha sido el siguiente:

- Se cierran las válvulas del circuito cerrado de refrigeración 0PGB50AA081, 0PGB50AA082 entrada y salida al enfriador de aceite.
- Se abren las válvulas de entrada y salida de agua desmineralizada al enfriador 0GHC95AA081, 0GHC95AA082.
- Se regula el vertido a drenajes con la válvula manual de mariposa situada en la arqueta de drenajes en el exterior al skid de aceite.

Durante este proceso de alineado de válvulas, la temperatura de aceite sube a 30,7 °C y la válvula de tres vías de control de temperatura pasa a una posición del 55% aumentando el caudal de agua al enfriador. Se pasa el control de temperatura a MANUAL dejando la válvula de tres vías fija en ese punto, para evitar fluctuaciones durante la prueba (Fig.2.2.1).

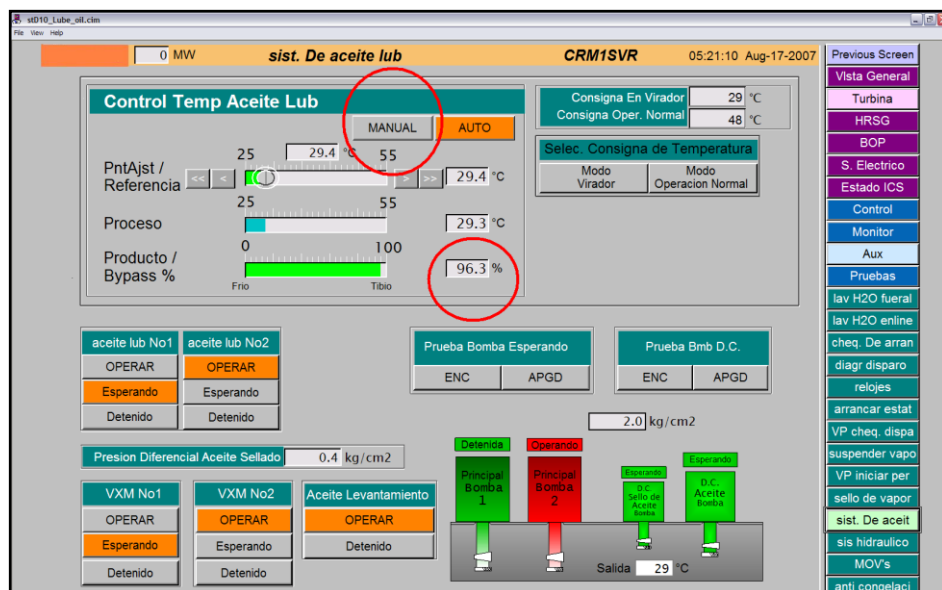


Fig.2.2.1-Pantalla DCS del sistema de lubricación y sello.

Los datos obtenidos durante diez minutos de estabilización en los cuales la temperatura de aceite queda constante en 30,6°C, son:

- Bomba de agua desmineralizada:

Presión 5,1 bar

Caudal 17,4 m³/h

- Agua desmineralizada:

Temperatura salida del tanque 17,9 °C

Temperatura salida del enfriador 21,5 °C

Cálculos:

$$T_f = 17,9 \approx 18^\circ\text{C}$$

$$P_f = 5,1 \text{ bar}$$

Siendo, T_f la temperatura del foco frío y P_f la presión de la impulsión de la bomba, la entalpía del foco frío del agua subenfriada correspondiente a ese punto es,

$$h_f = 76,08 \text{ kJ/kg}$$

La temperatura y presión a la salida del enfriador,

$$T_c = 21,5 \approx 22^\circ\text{C}$$

$$P_f = 5 \text{ bar}$$

Con lo que, la entalpía correspondiente en la salida será,

$$h_c = 92,81 \text{ kJ/kg}$$

El caudal de agua utilizado es,

$$Q = 17.4 \text{ m}^3/\text{h} \approx 18 \text{ m}^3/\text{h} = 0,005 \text{ m}^3/\text{s}$$

Siendo el flujo másico $\dot{m} = 5 \text{ kg/s}$

La potencia calorífica generada por la bomba en el tanque de aceite de lubricación equivale entonces a aplicar la fórmula (2.2.1).

$$P_c = \dot{m} \cdot (h_c - h_f) \quad (2.2.1)$$

$$P_c = 5 \cdot (92,81 - 76,08) = 83,73 \text{ kJ/s (kW)}$$

En este caso se aumenta en un 10% los cálculos, debido a que las tuberías de impulsión no están aisladas y a que los datos han sido tomados en la aspiración de la bomba y ésta aporta calor al fluido.

$$P_t = P_c + 10 \% \quad (2.2.2)$$

$$P_t = 83,73 + 8,373 = 92,103 \text{ kW}$$

Durante el proceso de toma de datos, la temperatura del aceite descendió solo una décima con la válvula de 3 vías en manual al 55%, con lo que, se da por hecho que el calor generado en el aceite es disipado por la refrigeración.

Con estos datos podemos barajar entonces las opciones más viables para reducir el consumo energético en la refrigeración del aceite.

REDUCCIÓN DE CONSUMO EN SISTEMAS AUXILIARES DE PLANTAS DE CICLO COMBINADO

ANEXOS III: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

FECHA: **JULIO 2014**

AUTOR: Juan Luis Pensado Méndez

Fdo.: Juan Luis Pensado Méndez

ÍNDICE**PÁGINA****ANEXO III: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

2.3 Estudio de alternativas	43
2.3.1 Refrigeración con circuito abierto	43
2.3.2 Refrigeración de emergencia	44
2.3.3 Arranques cíclicos de las bombas de refrigeración	45

2.3 Estudio de alternativas

La propuesta, tras haber estudiado los diferentes informes existentes, datos actuales y necesidades, se basa en la realización de las actuaciones previstas en este Proyecto que tiene como finalidad:

- Refrigerar el aceite durante el proceso de parada mediante un sistema alternativo.
- Disminución del consumo energético para refrigerar el tanque de aceite de lubricación y sello.

2.3.1 Refrigeración con circuito abierto.

La primera opción que se barajó fue en refrigerar directamente con agua del circuito abierto (PGA) pudiendo así parar la bomba del circuito cerrado (PGB).

El agua del circuito abierto procede del agua de mar, captada en la casa de bombas una vez pasado unos filtros de tambor que eliminan algas u otros elementos sólidos, además de pasar por un decantador para evitar, en lo mínimo posible, enviar arena al condensador que pueda terminar por erosionarlo y causar pinchazos en los tubos por desgaste en el material.

El agua de mar es bombeada, cuando el grupo está parado, desde la casa de bombas a través de la tubería principal de impulsión por una bomba (81PAC15/17AP001) con un consumo de 55 kW y se hace llegar hasta el condensador y el circuito abierto de refrigeración para nuevamente tirarla al mar por la desembocadura del río Rosadoiro.

La temperatura del mar varía dependiendo de las estaciones climatológicas entorno a los 13 °C del invierno a los 18 °C del verano.

El circuito cerrado distribuye agua a los equipos a refrigerar en la central, el fluido que circula por él es agua procedente de los tanques de reserva de agua desmineralizada, posteriormente se trata con inhibidor de corrosión para evitar oxidaciones internas de las tuberías que puedan ocasionar averías por desgaste o depositarse en los intercambiadores de placas disminuyendo su efectividad de intercambio.

La opción de refrigerar el circuito cerrado con agua del circuito abierto, se termina descartando debido a la contaminación que produciría la mezcla de agua con un elevado número de sales, sólidos en suspensión, materia orgánica, etc.... , en el circuito cerrado.

Limpiar el circuito cerrado una vez contaminado, constaría de una limpieza ácida, posteriormente cáustica y terminada con un aclarado con agua desmineralizada de conductividad inferior a $0,6 \mu\text{S}/\text{cm}^2$.

Todo este proceso elevaría mucho los costes, tanto en agua desmineralizada, en productos químicos como en mano de obra. Sería imposible además, poder llevar el grupo a condiciones de arranque en menos de 8 horas, en el que se estipula el proceso de limpieza del circuito cerrado, con lo que tampoco cumpliría con la condición establecida de no modificación del preaviso de arranque.

2.3.2 Refrigeración de emergencia

La segunda opción barajada, se basa en refrigerar el aceite a través de la refrigeración de emergencia con agua desmineralizada, para ello, se cierran las válvulas de entrada y salida del circuito cerrado de refrigeración, se abren las de entrada y salida de agua desmineralizada al enfriador de aceite y posteriormente se arranca la bomba de aporte desde el tanque al enfriador (Fig.2.3.2.1).

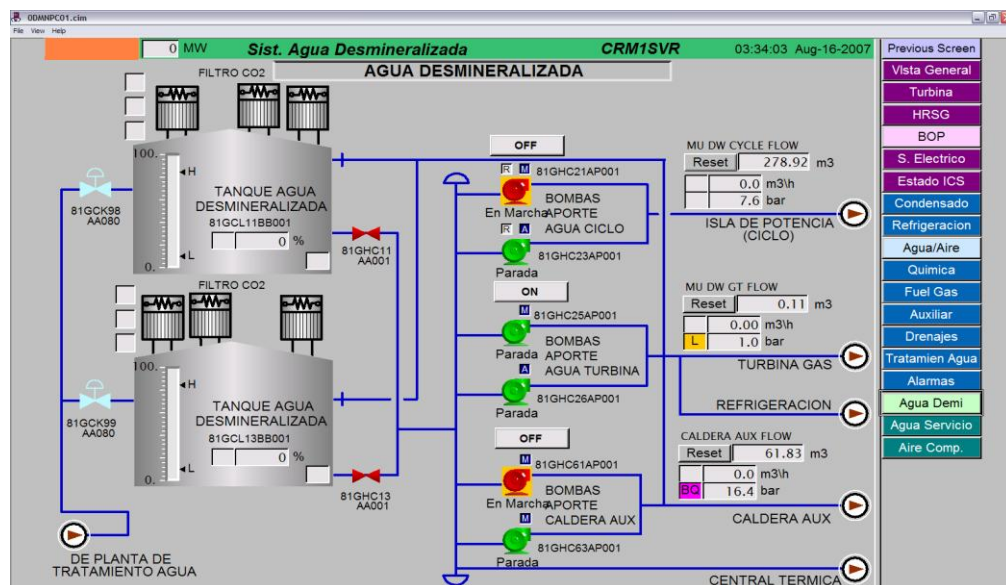


Figura 2.3.2.1-Pantalla DCS de refrigeración por agua desmineralizada.

El agua desmineralizada se produce en la planta de agua s y efluentes situada en la zona anexa al Ciclo Combinado. El agua bruta procede del embalse de Rosadoiro y es bombeada hasta la planta con una presión mantenida de 6,5 bar y a un caudal máximo de 97 m³/h, del tanque de agua bruta pasa unos bastidores de microfiltración que alimentan el tanque de agua microfiltrada.

Del tanque de agua microfiltrada se alimentan las bombas de baja y alta presión de los bastidores de ósmosis inversa, para posteriormente pasar por una electrodesionización que mantiene una conductividad de salida siempre inferior a 0,6 µS/cm² hacia los tanque s de agua desmineralizada.

Todo este proceso, crea unos rechazos estipulados que para generar un metro cúbico de agua desmineralizada se consumen 3 metros cúbicos de agua bruta. El coste aproximado del metro cúbico de agua desmineralizada está en torno a los 80 €/m³.

Usando la refrigeración con agua de emergencia se puede parar la bomba de circuito cerrado (200 kW) y la bomba del circuito abierto (55 kW), el gasto de agua desmineralizada se estima en 17,5 m³ por hora con lo que el gasto se eleva a 1400 € la hora de funcionamiento con refrigeración de emergencia.

El coste del megavatio hora contratado por la compañía como gran consumidor en el año 2014 está en 50 €/MW, con lo que el gasto de mantener las bombas de circuito abierto y cerrado en marcha es de 12,75 € por hora, con lo que en vez de reducir el coste, éste se incrementa de forma alarmante, excluyendo esta opción única y exclusivamente para casos de emergencia.

2.3.3 Arranques cíclicos de las bombas de refrigeración

La tercera opción que se tuvo en cuenta, era parar la bomba del circuito cerrado y esperar a que la temperatura del aceite subiera hasta 60 °C para volverla a arrancar y llevar la temperatura a 29 °C. Esta opción también fue desestimada ya que, aunque el fabricante del aceite permite el rango de funcionamiento de temperatura sin afectar a las propiedades del mismo entre 20 y 60 °C, ésta sí que afecta a la lubricación del eje, puesto que el fabricante de la turbina obliga a mantener la temperatura del aceite en 29 °C cuando el grupo está en modo

virador (4 rpm) puesto que un aceite más denso consigue una mejor lubricación a bajas revoluciones.

La última opción a estudio se basa en instalar una enfriadora de agua mediante un circuito frigorífico aire-agua, que nos permite enfriar el aceite con agua del circuito cerrado y ésta con un intercambiador tubular en el evaporador de la enfriadora. Esta opción se presenta como la más interesante ya que los equipos frigoríficos pueden llegar a tener un C.O.P. de 3 reduciendo en tres veces el consumo energético necesario para enfriar el calor generado por la bomba principal de aceite de lubricación y sello, calculado en 92,10 kW. Con ello, se presenta como la mejor de las opciones a estudio que llevaremos a cabo en este proyecto.

REDUCCIÓN DE CONSUMO EN SISTEMAS AUXILIARES DE PLANTAS DE CICLO COMBINADO

ANEXOS IV: PLANIFICACIÓN



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

FECHA: **JULIO 2014**

AUTOR: Juan Luis Pensado Méndez



Fdo.: Juan Luis Pensado Méndez

ÍNDICE**PÁGINA****ANEXO IV: PLANIFICACIÓN**

2.4 Planificación de las obras a realizar	49
2.4.1 Despresurización del hidrógeno del generador	52
2.4.2 Señalización y limpieza en los lugares de trabajo	53
2.4.3 Puesta en marcha y pruebas a realizar	53

2.4 Planificación de las obras a realizar.

El presente apartado pretende ser una guía para la ejecución de las obras descritas en este proyecto, de forma que la empresa adjudicataria pueda comprobar la viabilidad en el replanteo y sea aceptada la solución propuesta.

El personal involucrado en las obras realizara su labor en horario de lunes a viernes de 8:00 a 19:00 horas.

Las obras a realizar para la ejecución de este proyecto se realizaran de la siguiente forma:

- Realizar una base de hormigón de 3 x 3 metros (Fig.2.4.1)
- Instalar la planta frigorífica agua-aire sobre unos amortiguadores de caucho.
- Realizar un taladro en el panel de cerramiento exterior de la nave de turbina para el paso de tuberías y cables.



Figura .2.4.1-Lugar de emplazamiento de la planta frigorífica y taladro para paso de tuberías.

- Montaje de soportes para las tuberías de impulsión y retorno de agua e instalación de tuberías de 3”.

- Vaciado de hidrógeno en el generador, barrido con CO_2 para posteriormente dejarlo con aire.
- Parado del motor del virador, de la bomba de aceite principal de aceite de lubricación y sello y de la bomba de levantamiento.
- Aislado y drenado el circuito cerrado de refrigeración auxiliar del tanque de aceite.
- Entronque de tubería del circuito cerrado (Fig.2.4.2) con las tuberías de la planta frigorífica.



Figura .2.4.2-Punto de entronque de tubería PGB con sistema de refrigeración de la planta frigorífica.

- Conducción de líneas desde el interruptor de alimentación desde la sala eléctrica (Fig.2.4.3) de la cota 0 hasta la planta enfriadora, a través de las bandejas pasa-cables que atraviesan los muros de la sala eléctrica con el skid de aceite.



Figura .2.4.3-Sala eléctrica de cota 0

- Normalización del circuito cerrado de refrigeración auxiliar.
- Arranque de la bomba principal de aceite de lubricación y sello, presurización del generador con hidrógeno.
- Arranque de la bomba de levantamiento y del motor del virador.
- Prueba de fugas en soldaduras y conexiones embridadas.
- Aislado de tuberías mediante coquilla de espuma eslastomérica.
- Realización de la conexión eléctrica en el interruptor y en la acometida de la planta (Fig.2.4.4).



Figura .2.4.4-Interruptor de alimentación a la planta frigorífica.

- Puesta en marcha de la planta y prueba de funcionamiento.

2.4.1 Despresurización del hidrógeno del generador.

Es, conjunto a la operación de llenado de hidrógeno del generador, la operación más compleja y extensa en el tiempo, para poder realizar la conexión de las tuberías de agua de la planta frigorífica con el circuito cerrado de refrigeración.

La operación de vaciado de hidrógeno se debe realizar para poder parar la bomba de aceite de lubricación y sello sin riesgo de fuga de gas explosivo en la nave de turbina.

La obligación de parar la bomba de aceite principal de lubricación y sello radica en que el proceso de soldado del entronque de las tuberías del circuito cerrado con la planta enfriadora, ésta deberá estar aislada y drenada con lo que no existirá agua para refrigerar el calor generado por la bomba en el aceite.

El proceso de vaciado del generador comienza con el llenado de un gas inerte y más pesado que el hidrógeno como el CO_2 por la parte baja del generador venteando del hidrógeno por la parte alta a la atmósfera hasta que los medidores de pureza nos indiquen una concentración inferior al 5 %

Posteriormente, se conecta una línea de aire seco, para evitar humedad en el generador, procedente de los compresores de aire de servicios que desplazará el CO_2 del generador a la atmósfera y llenará y presurizará a 1,5 bar con aire el generador.

Finalmente, se podrá parar la bomba principal de aceite de lubricación y sello, dejando las demás bombas fuera de servicio para evitar arranques involuntarios desde Sala de Control o por los presostatos de seguridad de arranque automático.

2.4.2 Señalización y limpieza en los lugares de trabajo.

En todo momento el personal que realice las operaciones de montaje de los equipos deberá llevar con él un permiso de trabajo autorizado y ejecutado por Operación y supervisado por personal propio de mantenimiento de Gas Natural Fenosa, SDG.

Deberán en todo momento mantener el área de trabajo acotada, señalizada y limpia para evitar cualquier tipo de accidente, de acuerdo con las instrucciones establecidas en el Estudio de Seguridad y Salud.

2.4.3 Puesta en marcha y pruebas a realizar.

Las pruebas a realizar en la puesta en marcha de la planta enfriadora, se deberán realizar en condiciones de parada de la Central, debido a que, en condiciones de marcha la enfriadora no tiene el poder suficiente para evacuar el calor generado en el aceite.

REDUCCIÓN DE CONSUMO EN SISTEMAS AUXILIARES DE PLANTAS DE CICLO COMBINADO

ANEXOS V: DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN PROYECTADA



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

FECHA: **JULIO 2014**

AUTOR: Juan Luis Pensado Méndez

Fdo.: Juan Luis Pensado Méndez

ÍNDICE

PÁGINA

ANEXO V: DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN PROYECTADA

2.5.1 Línea eléctrica de alimentación al equipo	49
2.5.1.1 Características de los conductores	52
2.5.1.2 Canalización	56
2.5.2 Características de la canalización de agua	53
2.5.2.1 Válvulas	61
2.5.2.2 Aislante térmico	63
2.5.3 Características de la planta enfriadora	64

2.5.1 Línea eléctrica de alimentación al equipo.

La presente especificación establece las características técnicas del diseño, acopio de materiales, fabricación completa, inspecciones y pruebas en taller, embalaje, carga y transporte, documentación y garantías de los cables de baja tensión a instalar en la Planta de Ciclo Combinado de SABÓN en Arteixo (A Coruña), propiedad de Gas Natural Fenosa, SDG.

El diámetro de la manguera eléctrica será de 4 conductores de 16 mm², ya que la enfriadora no necesitará neutro debido a la existencia de un transformador, la longitud del tramo será de 50 metros desde el interruptor de alimentación hasta la enfriadora.

Los cables estarán fabricados con cobre electrolítico recocido de alta conductividad con un 99,95 % de pureza como mínimo. La forma de los hilos será circular.

Serán adecuados para su funcionamiento a las siguientes temperaturas:

- Temperatura máxima de servicio: 90 °C.
- Temperatura máxima de cortocircuito: 250 °C.

Todos los cables suministrados serán no propagadores de la llama y no propagadores del incendio según norma UNE o IEC 60 332-3.

Los cables de BT serán tripolares hasta una sección máxima de 95 mm² para alimentaciones a equipos y motores. Por encima de estas secciones serán obligatoriamente unipolares hasta 400 mm². No se instalarán cables de sección superior a 400 mm².

Los cables de fuerza de baja tensión 400 V tendrán las siguientes características
Tabla 2.5.1.1:



Característica	Descripción
Designación UNE:	RV ó RVMV 0,6/1 kV según UNE 21 123
Tensión aislamiento:	0,6/1 kV
Conductor:	Cobre, semirrígidos de clase 2 hasta 6mm ² o flexibles de clase 5 a partir de 10mm ² . No se admitirán conductores rígidos.
Sección de conductor:	Según se requiera en la lista de cables de BT
Mínima sección	2,5 mm ² (6 mm ² para cables en conducción enterrada) y 6 mm ² para cables de medida de tensión e intensidad.
Tipo:	Unipolar/Tripolar
Aislamiento:	XLPE
Pantalla	No
Armadura:	No
Cubierta exterior:	PVC negro con aditivos repelentes de roedores

Tabla 2.5.1.1- Características de la línea

Todos los cables llevarán impreso en la cubierta de forma legible e indeleble cada metro como mínimo los siguientes datos:

- Identificación del Fabricante.
- Denominación del cable.
- Identificación del año de fabricación (las 2 últimas cifras).
- Marca de certificación.
- Número y sección de conductores.
- Tensión de aislamiento.

- Marcado de metraje.

Se deberá respetar el código de colores en la manguera de alimentación eléctrica que irá desde el interruptor hasta la planta enfriadora:

- Conductor: (3F+T)
- Fase R: Marrón
- Fase S: Negro
- Fase T: Gris
- Tierra : Verde/Amarillo

2.5.1.1 Características de los conductores.

Los conductores a usar será una manguera de acometida dinmer cuyas características funcionales son:

- Designación técnica: SZ1-K(AS+) 0,6/1 kV
- Tensión nominal: 0.6/1 KV.
- Temperatura máxima de servicio:
Servicio permanente 90°C
Cortocircuito (5 s.) 250°C
- Tensión de ensayo:
Corriente alterna 3.5 kV.
Corriente continua 8.5kV.
- No propagador de la llama.

La composición de la cubierta de poliolefina termoplástica, asegura la no propagación de la llama según lo exigido en las normas: UNE EN- 60332-2/1-U/EN 60332-2-1 U IEC 60332-2-1.

- No propagador del incendio:
Según norma UNE EN 50266-2-4 / EN 50266-2-4 / IEC 60332-3 U UNE EN 50266-2-5 / EN 50266-2-5 / IEC 60332\$3.
- Densidad de humos:
En caso de incendio, la transmitancia lumínica del humo emanado es del 90 % a los 15 minutos, según norma UNE EN 61034-2 / EN 61034-2 / IEC 61034-2.
- Determinación de halógenos:
En caso de incendio, la emisión de monóxido de carbono, dióxido de carbono y ácido clorhídrico es inferior al 0.5 %, según norma UNE EN 50267-2-1/ EN-50267-2-1 / IEC 60754-1.
- Resistencia al fuego:
Según norma UNE-EN 50362 / EN50362.

2.5.1.2 Canalización

La alimentación eléctrica partirá de la sala eléctrica de cota 0 contigua al skid de aceite, a través de las bandejas portacables galvanizadas de tipo escalera existentes para tal fin (Fig.2.5.1.2.1).

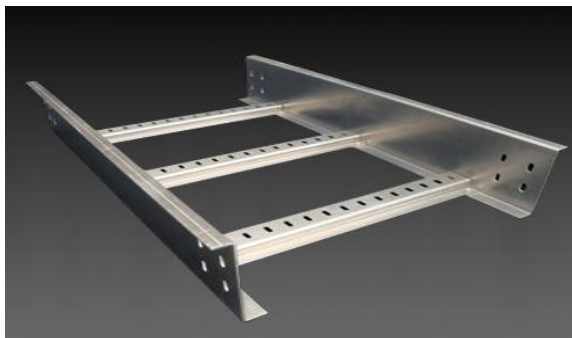


Figura .2.5.1.2.1-Bandeja pasacables.

2.5.2 Características de la canalización de agua.

La tubería a instalar será de un diámetro de 3" y deberá cumplir con la NORMA EUROPEA UNE EN 10255 para tubos de acero no aleados adecuados para la soldadura y el roscado. Condiciones técnicas de suministro:

- Esta norma europea especifica los requisitos para tubos de acero circulares no aleados aptos para la soldadura y el roscado, y proporciona diversas opciones para el acabado de los extremos de los tubos y los recubrimientos.
- Esta norma es de aplicación para tubos de diámetro exterior especificado comprendido entre 10,2 mm y 165,1 mm (tamaño de la rosca de 1/8 a 6) en dos series (media y pesada) y tres tipos (L, L1 y L2) de espesores designados.
- Los tubos fabricados conforme a esta norma pueden utilizarse para la conducción de fluidos así como para otras aplicaciones.

La composición química, las propiedades mecánicas y las tolerancias serán conformes a los requisitos de las siguientes tablas (Fig.2.5.2.1):

CALIDAD DEL ACERO		COMPOSICIÓN QUÍMICA %			
Designación simbólica	Designación numérica	C max	Mn max	P max	S max
S 195T	1.0026	0,20	1,40	0,035	0,030

Figura .2.5.2.1-Composición química del acero de las tuberías de agua.

2.5.2.1 Válvulas

Las válvulas a usar será de tipo mariposa (Fig.2.5.2.1.1) diseñada con una construcción robusta, de fácil instalación para utilización con fluidos líquidos y gaseosos en las industrias en general.

Este tipo de construcción permite su instalación en extremidades de tuberías.

Las aplicaciones típicas para estas válvulas incluyen ventilación y aire acondicionado, procesamiento químico y petroquímico, industria azucarera, alimentación y bebidas, pulpa y papel, generación de energía.

Entre sus principales características se destacan:

- Cuerpo fundido lug diseñado para instalación con bridas Clases 125/150 de los estándar ANSI, DIN y AWWA.
- Dimensiones cara a cara de acuerdo al estándar API 609.
- Testes de fabricación y hermeticidad según el estándar API 598.
- Sólida fijación del disco por ejes con encastre hexagonal o chaveta.
- Eje en acero inoxidable con alta resistencia a la torsión.
- Diseño del asiento que aísla totalmente el eje superior y demás partes del cuerpo de la válvula evitando el contacto con el fluido de proceso.
- Asiento en diversas opciones de materiales garantizando un sellado hermético y un alto grado de compatibilidad química con el fluido manipulado.
- Asiento fácilmente sustituible.

- Brida de acople según el estándar ISO 5211 permitiendo el uso de accesorios normalizados.
- Actuadores de los tipos palanca, caja reductora con volante, actuadores neumáticos de simple y doble efecto, dosificador y actuadores electro-mecánicos.



Figura .2.5.5.1.1-Válvula de mariposa.

Especificaciones técnicas:

- General: Válvula mariposa, cuerpo lug para instalación con bridas ANSI, DIN y AWWA.
- Diámetros: 1.1/2" a 24".
- Dimensión cara a cara: API 609 Clase 150.
- Clase de presión: ANSI Clase 150.

- Presión diferencial máxima: 150 psi.
- Presión de teste: 110% del diferencial máximo.
- Hermeticidad: Totalmente hermética (estándar API 598).

2.5.2.2 Aislante térmico

La necesidad de aislación térmica en la industria obedece a una serie de factores cuyo control está directamente relacionado con una buena especificación e instalación de materiales aislantes térmicos. Estos factores serán determinantes para la correcta elección del tipo de material y del espesor que se debe utilizar. Entre los factores más relevantes podemos mencionar:

a) Económico

Evitar la disipación de calor o de frío, optimizando el uso de la energía en procesos productivos.

b) Seguridad

Protección contra eventuales quemaduras que pueda sufrir el personal que circula en zonas donde existen ductos, equipos o estanques a altas temperaturas.

c) Físicas

Mantener la viscosidad de un cuerpo tal como aceites pesados, betunes, etc., durante los procesos de fabricación o durante su posterior transporte.

d) Climáticos

Evitar la condensación del aire atmosférico sobre paredes o tuberías de los equipos, o que los fluidos que circulan por cañerías y que sean almacenados en estanques se congelen.

e) Confort

Mantiene el ambiente agradable para las personas que laboran dentro de una instalación industrial.

El aislante térmico a usar será elastómero (Fig.2.5.2.2.1) debido a su fácil montaje en conductos y/o tuberías, su formato es en trozos o tiras de 2m de largo para tuberías con diámetros desde 1/4" hasta 5-1/2" (6 a 140 mm) y espesores de aislación desde 6mm hasta 50mm.

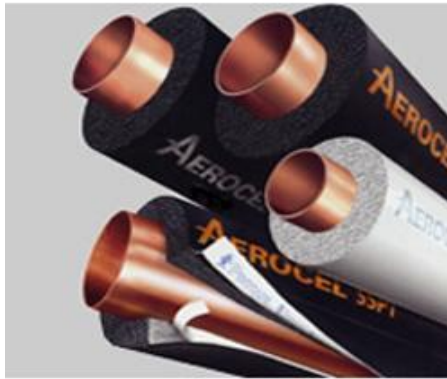


Figura 2.5.2.2.1-Aislante térmico elastómero.

Mantiene un coeficiente de conductividad térmica (K) comprendido entre 0,035 y 0,040 W/m °K (a temperatura media de -40 °C). La temperatura de trabajo está comprendida entre los -57 °C hasta +125 °C.

2.5.3 Características de la planta enfriadora.

Una vez conocidas las necesidades térmicas, se procese a elegir la planta frigorífica que cumpla con la necesidad de generar un mínimo de 92,10 kW, se elige el modelo HIDROPACK WE 600.(Fig.2.5.3.1)



Figura 2.5.3.1-Planta enfriadora Hidropack WE 600.

Hidropack WE		420	480	600	640	720
Potencias refrigeración	Potencia frigorífica neta ① (kW)	90,0	98,8	116,4	132,3	146,3
	Potencia absorbida neta ③ (kW)	30,6	34,5	44,6	46,3	53,2
	Rendimiento EER	2,9	2,9	2,6	2,9	2,8
	Rendimiento ESEER ④	3,4	3,3	3,1	3,3	3,6
Potencias calefacción	Potencia calorífica neta ② (kW)	101,5	111,5	138,5	153,7	171,5
	Potencia absorbida neta ③ (kW)	32,3	36,0	44,9	47,5	53,3
	Rendimiento COP	3,1	3,1	3,1	3,2	3,2
Ventilador helicoidal circuito exterior	Caudal aire nominal (m³/h)	39.000	37.000		40.800	
	Presión est. disp. (mm.c.a.)					
	Número	2				
	Diámetro (mm)					
	Potencia (kW)	2 x (2,0 / 1,3)				
	Velocidad (r.p.m.)	895 / 705				
Circuito interior	Caudal agua nominal (m³/h)	15,0	16,4	20,4	23,6	26,1
	Pérdida de carga (m.c.a)	2,3	2,7	4,3	2,1	2,6
	Caudal agua mínimo (m³/h)	12,4	13,5	16,5	18,2	20,6
	Caudal agua máximo (m³/h)	24,9	27,5	32,2	36,4	40,1
	Tipo conexiones hidráulicas					
	Diámetro conexiones	2 1/2"				
Compresor	Tipo					
	Número	2		4		
	Número circuitos	2				
	Número etapas					4
	Tipo aceite	R32 CF, Mobil EAL Artic 22 CC				
	Volumen de aceite (l)	4+5	4+6	2 x 6	2 x (3+4)	4 x 4
Refrigerante	Tipo	R-410A				
	Potencial calentamiento atmosférico (PCA) ⑤	1.720				
	Carga (kg)	25,0	27,0	32,0	39,0	40,5
Características eléctricas	Tensión de red	400 V / III ph / 50 Hz (+/- 10%)				
	Acometida	3 Hilos + Tierra + Neutro				
Intensidad máxima absorbida	Compresor(es) (A)	68,9	79,6	102,6	100,4	116,4
	Ventilador(es) (A)	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6
	Control (A)	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
	Total (A)	79,3	90,0	113,0	110,8	126,8
Dimensiones	Largo (mm)	2.198			2.738	
	Ancho (mm)	2.066			2.066	
	Alto (mm)	1.966			2.168	
Peso	En vacío (kg)	1.261	1.355	1.425	1.659	1.794
	En funcionamiento (kg)	1.282	1.376	1.446	1.688	1.823

Tabla 2.5.3.2- Características de la planta enfriadora

Los equipos de refrigeración Hidropack WE son unidades de construcción compacta, aire exterior/agua.

Estas unidades han sido concebidas para funcionamiento en exterior, en la producción de agua fría, aplicable a refrigeración y a la industria.

Están equipadas con ventiladores axiales, intercambiadores de placas, compresores herméticos de tipo scroll y regulación electrónica con microprocesador, componentes optimizados para el refrigerante R-410A. Esta gama también se ofrece con módulo hidráulico opcional: Hidropack WED con grupo motobomba.

Equipamiento estándar

Carrocería de chapa de acero galvanizada con pintura poliéster secada al horno, color gris grafito RAL 7024. Chasis autoportante.

Circuito exterior

- Ventilador(es) helicoidal(es) de dos velocidades con acoplamiento directo al motor (modelos 90 al 180 cableados a velocidad alta). Motor estanco, clase F, IP54 y protección térmica interna. Hélices equilibradas dinámicamente y rejilla de protección exterior.

- Batería de tubos de cobre y aletas de aluminio con recubrimiento de poliuretano

Circuito interior.

- Intercambiador(es) de placas de acero inoxidable soldadas, aislado(s) térmicamente.

Circuito frigorífico

- Compresor(es) hermético(s) tipo scroll, con aislamiento acústico, montados sobre amortiguadores. Control de equilibrio de fases y del sentido de rotación.

- Resistencia de cárter.
- Válvula(s) de expansión termostática, con igualación externa.
- Filtro(s) deshidratador(es) antiácido y calderín(es).
- Visor de líquido (del modelo 90 al 720).
- Separador de partículas (del modelo 200 al 1850).

Protecciones.

- Presostato alta presión.
- Presostato de baja presión (con μ Chiller2) o seguridad integrada en el control (con CONNECT2).
- Control de circulación de agua.
- Protección antihielo, integrada en la regulación.
- Control de la temperatura de descarga del compresor.
- Válvula antirretorno integrada en la descarga del compresor.
- Protección térmica del compresor.
- Interruptor general de puerta en el(los) cuadro(s) eléctrico(s).
- Interruptor automático circuito de mando.
- Magnetotérmicos de protección de línea de alimentación de compresor(es) y motor de ventiladores.

- Temporización a la desconexión de la bomba de circulación.
- Seguridad de fallo de la bomba de circulación.

Cuadro eléctrico

- Cuadro eléctrico completo totalmente cableado y toma de tierra general.
- Alimentación eléctrica con neutro y toma de tierra general.
- Contactores de compresor(es) y de motor de ventilador(es).

Grupo motobomba (WED)

El grupo hidráulico se compone de:

- Bomba de circulación centrífuga IP55, que puede funcionar con agua glicolada (monoetilenglicol).
- Vaso de expansión cerrado.
- Válvula de seguridad tarada a 4 bares.
- Válvula de vaciado.
- Válvulas de bola y de corte.
- Purgador de aire automático.

El grupo de bombeo, para el HIDROPACK se denomina WED y sus características más destacables son:

- Caudal nominal 20,4 m³/h

- Presión disponible 17,3 m.c.a.
- Grupo de bombeo compuesto por dos bombas de 1,5 kW centrífuga.
- Vaso de expansión de 35 litros de capacidad y 1,5 kg/cm² de presión de llenado.

La disposición del grupo de bombeo se instalará de forma similar conforme a la (Fig.2.5.3.3).

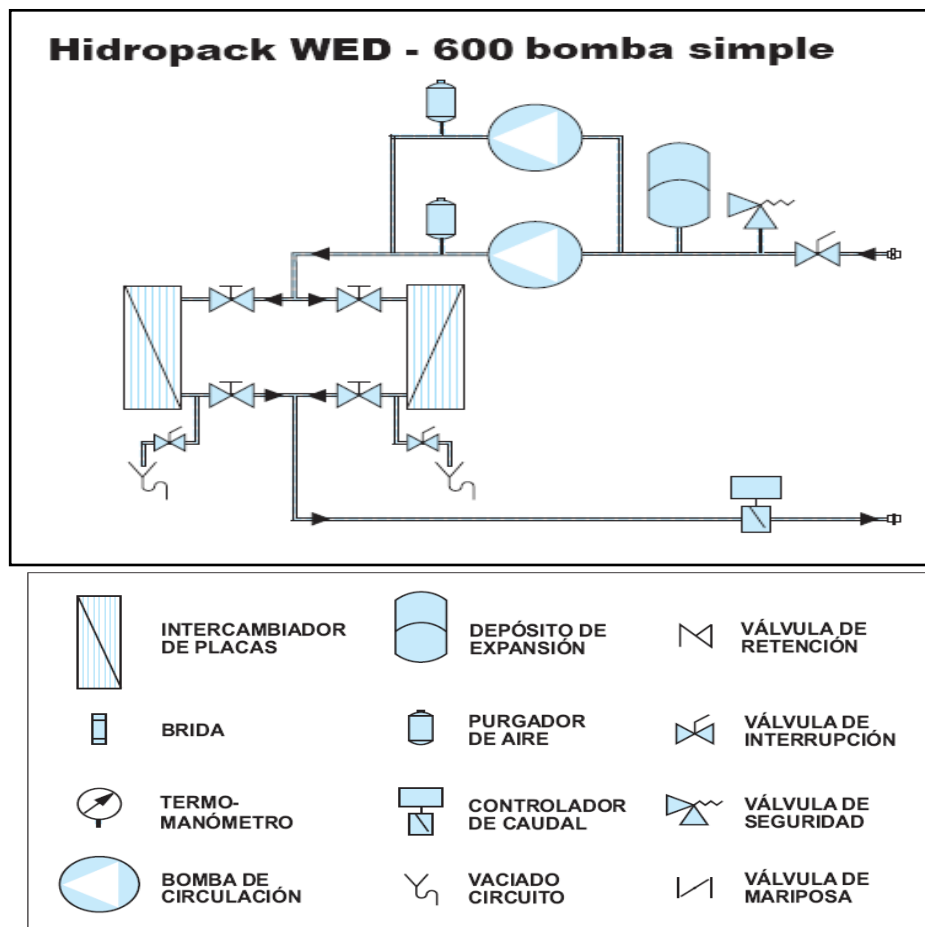


Fig.2.5.3.3-Eschema del equipo de bombeo WED.

REDUCCIÓN DE CONSUMO EN SISTEMAS AUXILIARES DE PLANTAS DE CICLO COMBINADO

ANEXOS VI: CÁLCULOS JUSTIFICADOS



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

FECHA: **JULIO 2014**

AUTOR: Juan Luis Pensado Méndez



Fdo.: Juan Luis Pensado Méndez

ÍNDICE

PÁGINA

ANEXO VI: CÁLCULOS JUSTIFICADOS

2.6.1 Cálculo del calor generado en el tanque de aceite	72
2.6.2 Alimentación mediante línea de baja tensión.	73
2.6.2.1 Formulas empleadas	74
2.6.2.2 Factores de corrección.	74
2.6.2.3 Cálculos.	76

2.6.1 Cálculo del calor generado en el tanque de aceite.

Se necesita conocer el calor generado en el tanque de aceite por el proceso de elevación de presión de las bombas principales de aceite de lubricación y sello y por la de levantamiento, así como el paso del aceite por los cojinetes.

Para ello, alineamos el sistema para refrigerar mediante agua desmineralizada y se recogen los datos de caudal y temperatura, así como los de la bomba de aporte.

- Bomba de agua desmineralizada:

Presión	5,1 bar
Caudal	17,4 m ³ /h

- Agua desmineralizada:

Temperatura salida del tanque	17,9 °C
Temperatura salida del enfriador	21,5 °C

Tomamos como datos entonces,

$$T_f = 17,9 \approx 18^\circ\text{C}$$
$$P_f = 5,1 \text{ bar}$$

Siendo, T_f la temperatura del foco frío y P_f la presión de la impulsión de la bomba, la entalpía del foco frío del agua subenfriada correspondiente a ese punto es,

$$h_f = 76,08 \text{ kJ/kg}$$

La temperatura y presión a la salida del enfriador,

$$T_c = 21,5 \approx 22^\circ\text{C}$$
$$P_f = 5 \text{ bar}$$

Con lo que, la entalpía correspondiente en la salida será,

$$h_c = 92,81 \text{ kJ/kg}$$

El caudal de agua utilizado es,

$$Q = 17.4 \text{ m}^3/\text{h} \approx 18 \text{ m}^3/\text{h} = 0,005 \text{ m}^3/\text{s}$$

Siendo el flujo másico $\dot{m} = 5 \text{ kg/s}$

La potencia calorífica generada por las bombas en el tanque de aceite de lubricación equivale entonces a aplicar la fórmula (2.6.1.1).

$$P_c = \dot{m} \cdot (h_c - h_f) \quad (2.6.1.1)$$

$$P_c = 5 \cdot (92,81 - 76,08) = 83,73 \text{ kJ/s (kW)}$$

En este caso se aumenta en un 10% los cálculos, debido a que las tuberías de impulsión no están aisladas y a que los datos han sido tomados en la aspiración de la bomba y ésta aporta calor al fluido.

$$P_t = P_c + 10 \% \quad (2.6.1.2)$$

$$P_t = 83,73 + 8,373 = 92,103 \text{ kW}$$

Durante el proceso de toma de datos, la temperatura del aceite descendió solo una décima con la válvula de 3 vías en manual al 55%, con lo que, se da por hecho que el calor generado en el aceite es disipado por la refrigeración.

Con estos datos podemos barajar entonces las opciones más viables para reducir el consumo energético en la refrigeración del aceite.

2.6.2 Alimentación mediante línea de baja tensión.

El método de cálculo utilizado corresponde a una acometida para la enfriadora de agua en Baja Tensión, corriente alterna 50 Hz, con una intensidad máxima adsorbida de 113 A a 400 V / III ph / 50 Hz (+/- 10%).

En estas condiciones de suministro, el nuevo Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en su ITC-BT-19, establece que las caídas de tensión máxima admisibles a plena carga deben ser iguales o inferiores al 4,5% en alumbrado y

del 6,5% en fuerza, consideradas a partir de las bornes del interruptor hasta el punto de conexión con la planta frigorífica.

2.6.2.1 Formulas empleadas

A continuación se detallan las formulas empleadas para los cálculos de la línea de alimentación.

a) Cálculo de secciones en trifásica:

$$\phi_3 = \frac{\sqrt{3}.L.I.\cos\varphi}{c.u} = (mm^2) \tag{2.6.2.1.1}$$

b) Cálculo de caída de tensión en voltaje:

$$u_v = \frac{CDT\% \cdot V_L}{100} = (V) \tag{2.6.2.1.2}$$

2.6.2.2 Factores de corrección.

Para el cálculo de la sección de un conductor se debe aplicar unos factores de corrección debido al sistema de instalación del conductor empleado. Estos son:


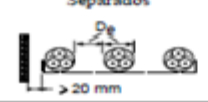
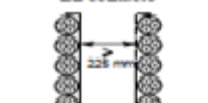

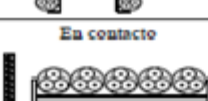

- Factor de corrección por tipo de local (ITC-BT-29), en nuestro caso será 1
- Factor de corrección por temperatura (Tabla 2.6.2.2.1).

Aislamiento	Temperatura ambiente (θ_a) (°C)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Tipo PVC (termoplástico)	1,40	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,70	0,57
Tipo XLPE o EPR (termoestable)	1,26	1,23	1,19	1,14	1,10	1,05	1,00	0,96	0,90	0,83	0,78

Tabla 2.6.2.1.1 – Tabla de corrección por temperatura

En nuestra instalación el aislamiento será tipo XLPE con una temperatura ambiente de 40 °C con lo que el factor de corrección será igualmente 1.

- Factor de corrección por agrupamiento de circuitos (Tabla 2.6.2.2.2).

Método de instalación de la tabla 52 - B2			Número de bandejas	Número de cables					
				1	2	3	4	6	9
Bandejas perforadas (nota 2)	13	En contacto 	1	1,00	0,88	0,82	0,79	0,76	0,73
		2	1,00	0,87	0,80	0,77	0,73	0,68	
		3	1,00	0,86	0,79	0,76	0,71	0,66	
		Separados 	1	1,00	1,00	0,98	0,95	0,91	-
		2	1,00	0,99	0,96	0,92	0,87	-	
		3	1,00	0,98	0,95	0,91	0,85	-	
Bandejas verticales perforadas (nota 3)	13	En contacto 	1	1,00	0,88	0,82	0,78	0,73	0,72
		2	1,00	0,88	0,81	0,76	0,71	0,70	
		Separados 	1	1,00	0,91	0,89	0,88	0,87	-
		2	1,00	0,91	0,88	0,87	0,85	-	
Escaleras de cables, abrazaderas, etc. (nota 2)	14 15 16	En contacto 	1	1,00	0,87	0,82	0,80	0,79	0,78
		2	1,00	0,86	0,80	0,78	0,76	0,73	
		3	1,00	0,85	0,79	0,76	0,73	0,70	
		Separados 	1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-
		2	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	-	
		3	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	-	

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

Tabla 2.6.2.1.2- Corrección por agrupamiento de circuitos.

En nuestra instalación la línea irá sobre una bandeja tipo escalera de tipo aérea por donde coexisten numerosos cables instalados para otros usos con lo que el factor de corrección a aplicar será de 0,7.

2.6.2.3 Cálculos.

Se necesita conocer la intensidad nominal que absorbe el equipo, para ello se identifica la marca y modelo de la planta a instalar, en sus características técnicas se indica que la intensidad máxima consumida son 113 A.

La longitud de línea desde el interruptor hasta la conexión de la planta se estipula en 18,3 m con lo que tomaremos como referencia 20 metros.

El material del conductor será cobre (Cu) con lo que usaremos un coeficiente de 56.

La caída máxima de tensión admisible en nuestro caso será del 4%, tomamos este valor debido a la existencia de circuitos electrónicos en el circuito de control de la planta enfriadora.

$$\phi_3 = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{c \cdot u} = (mm^2) \quad (2.6.2.3.1)$$

$L = 20$ metros.

$\cos\varphi = 0,8$

$u = 56$

$c = 16 \text{ V}$

$$\phi_3 = 3,49 \text{ mm}^2$$

Posteriormente pasamos a elegir la manguera comercial necesaria teniendo en cuenta que es una instalación con un cable multiconductor tipo XPL3 al aire libre con una intensidad máxima a soportar de 113 A, con lo que necesitaríamos una línea de 35 mm² de sección cuya intensidad máxima es de 137 A.

Para obtener los resultados finales deberemos aplicar los factores de corrección en función al tipo de instalación, de la temperatura existente en el emplazamiento y por la agrupación de equipos.

Para ver si cumple con la intensidad máxima que soportaría la línea, aplicamos la siguiente fórmula,

$$I_b = \frac{I_b}{F_{instal} \cdot F_{temp} \cdot F_{agrup} \cdot F_{circuit}} \quad (2.6.2.3.2)$$

Donde,

$$F_{instal} = 1$$

$$F_{temp} = 1$$

$$F_{agrup\ circuit} = 0,7$$

$$I_b = \frac{137}{0.7} = 95,90\ A$$

, con lo que no cumpliría al ser inferior a los 113 A necesarios.

Pasaremos entonces al siguiente diámetro comercial de línea que equivale a 50 mm² que soporta una intensidad de 167 A, realizaremos entonces los cálculos de corrección al igual que hemos hecho con anterioridad siendo,

$$I_b = \frac{137}{0.7} = 116,9\ A$$

, el cual cumple con la intensidad máxima del equipo estipulado en 113 A.

La línea a usar entonces será manguera XPL3 de cuatro conductores de 50 mm² de sección.

Coruña, 16 de julio de 2014

El alumno:

Fdo: Juan Luis Pensado Méndez
Grado en Ingeniería Marina
Especialidad Mantenimiento e Instalaciones

REDUCCIÓN DE CONSUMO EN SISTEMAS AUXILIARES DE PLANTAS DE CICLO COMBINADO

PLANOS



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

FECHA: **JULIO 2014**

AUTOR: Juan Luis Pensado Méndez



Fdo.: Juan Luis Pensado Méndez

ÍNDICE	PÁGINA
3.0 PLANOS	
3.1 Plano emplazamiento de la central	80
3.2 Plano de emplazamiento de la planta enfriadora 1:750	81
3.3 Plano de canalización eléctrica 1:150	82
3.4 Isométrico de tubería 1:150	83
3.5 Esquema eléctrico interruptor 81BFA10GS412	84

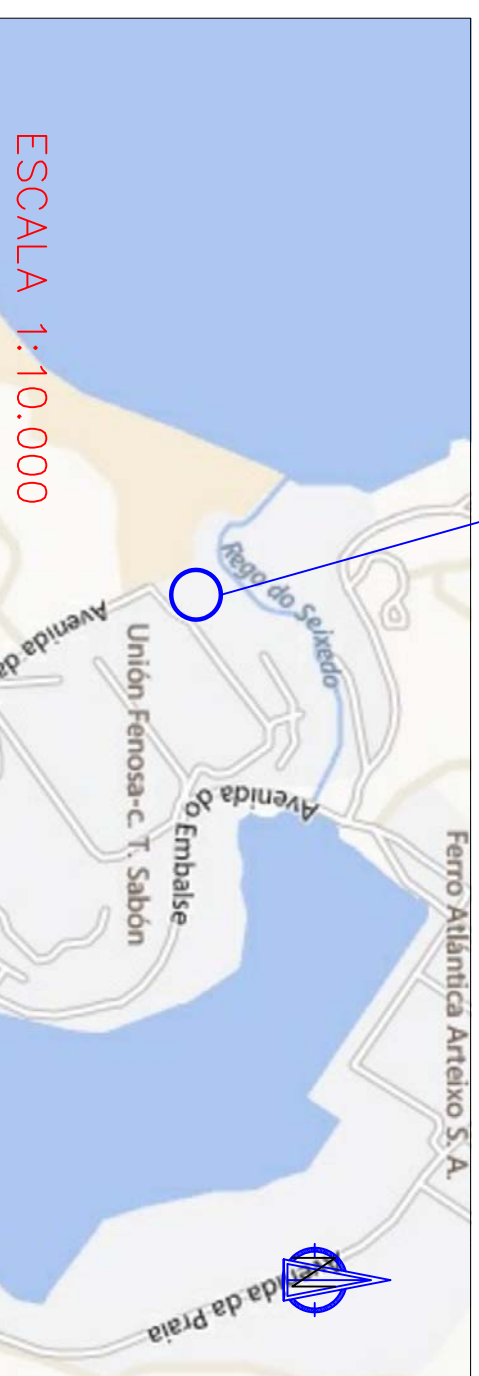
ESCALA 1:25.000




ESCALA 1:15.000



ESCALA 1:10.000



	E.T.S.N.M.	PROYECTO FIN DE CARRERA
INGENIERO MARINO - ESPECIALIDAD		NÚMERO: TFG/GEM-14-15

TÍTULO DEL PROYECTO:

REDUCCIÓN DE CONSUMO DE AUXILIARES EN PLANTAS DE CICLO COMBINADO

TÍTULO DEL PLANO:

EMPLAZAMIENTO DE LA CENTRAL

AUTOR:

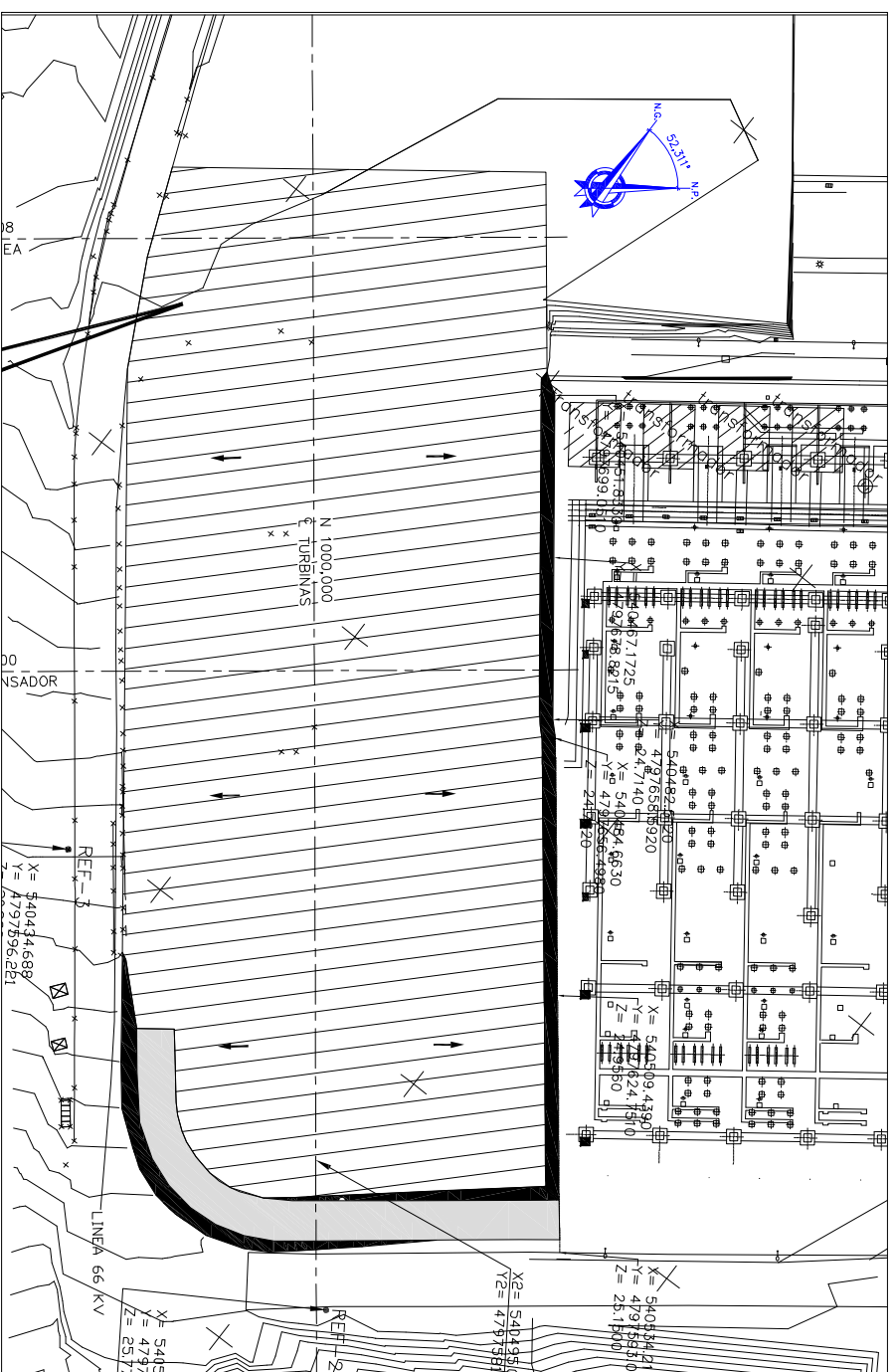
JUAN LUIS PENSADO MÉNDEZ

FIRMA:

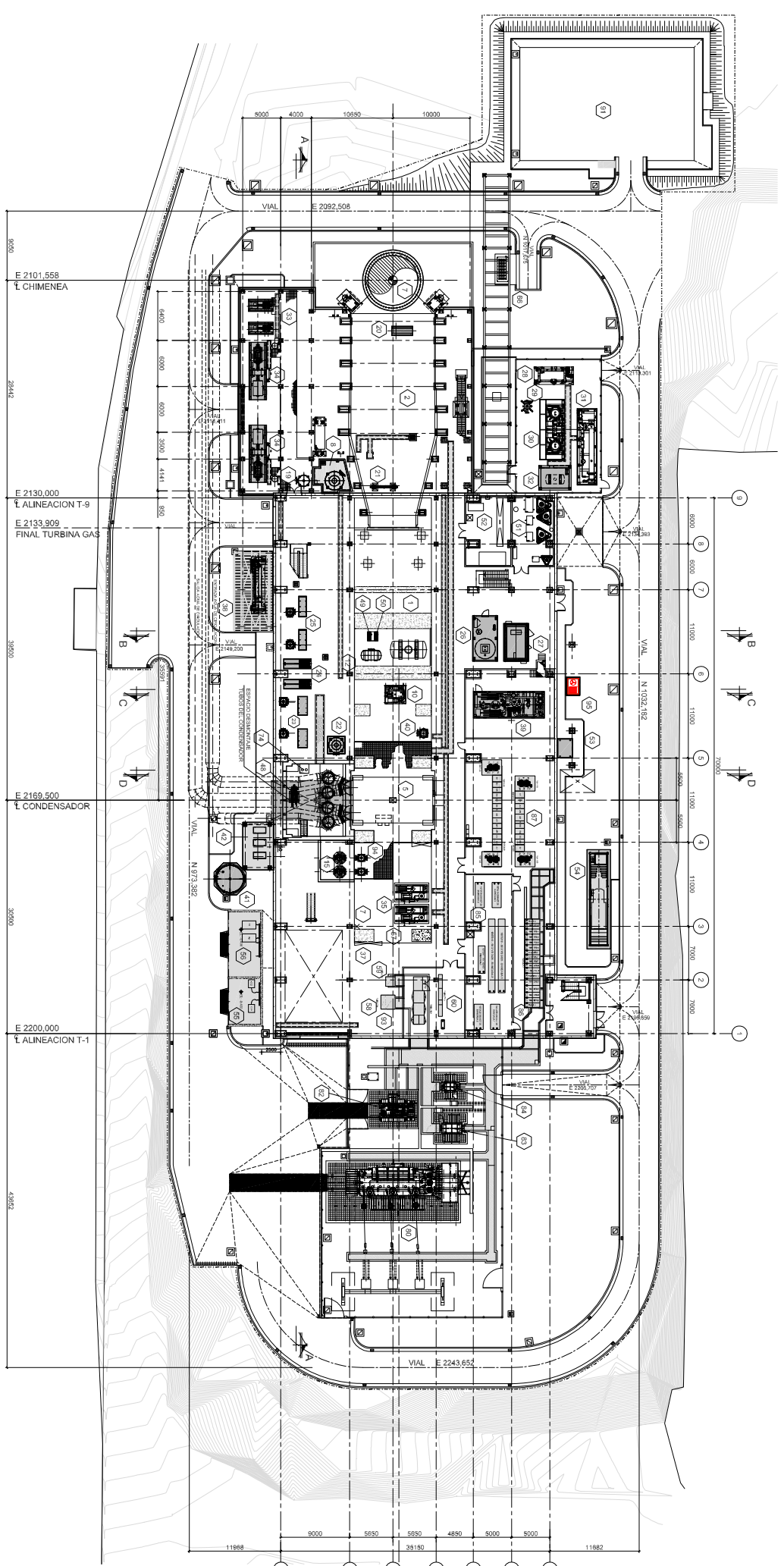
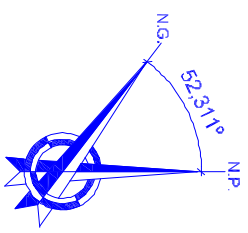


FECHA: 16-07-2014
ESCALA: VARIAS


PLANO Nº: 01/05



DIN-A3




- 1 TURBINA DE GAS
- 2 OBJETIVO DE RECUPERACION DE CALOR
- 3 TURBINA G.P.
- 4 TURBINA A.P. Y M.P.
- 5 CONDENSADOR
- 6 GENERADOR
- 7 CAMBIO
- 8 TORNILLO INFERIOR DE CALDERA
- 9 HUSILLO INTERIOR DE CONDENSADOR
- 10 HUSILLO EXTERIOR DE CONDENSADOR
- 11 HUSILLO INTERIOR DE CONDENSADOR
- 12 HUSILLO EXTERIOR DE CONDENSADOR
- 13 HUSILLO INTERIOR DE CONDENSADOR
- 14 HUSILLO EXTERIOR DE CONDENSADOR
- 15 HUSILLO INTERIOR DE CONDENSADOR
- 16 HUSILLO EXTERIOR DE CONDENSADOR
- 17 HUSILLO INTERIOR DE CONDENSADOR
- 18 HUSILLO EXTERIOR DE CONDENSADOR
- 19 HUSILLO INTERIOR DE CONDENSADOR
- 20 HUSILLO EXTERIOR DE CONDENSADOR
- 21 REFRIGERACION DE FLUIDO DE TRABAJO
- 22 TORNILLO DE CIERRE DE CONDENSADOR
- 23 ALMOCORNO DE CONDENSADOR
- 24 BOMBA DE RECUPERACION DE CALOR
- 25 ALMOCORNO DE RECUPERACION DE CALOR
- 26 ALMOCORNO DE RECUPERACION DE CALOR
- 27 ALMOCORNO DE RECUPERACION DE CALOR
- 28 ALMOCORNO DE RECUPERACION DE CALOR
- 29 ALMOCORNO DE RECUPERACION DE CALOR
- 30 ALMOCORNO DE RECUPERACION DE CALOR
- 31 ALMOCORNO DE RECUPERACION DE CALOR
- 32 ALMOCORNO DE RECUPERACION DE CALOR
- 33 ALMOCORNO DE RECUPERACION DE CALOR
- 34 ALMOCORNO DE RECUPERACION DE CALOR
- 35 ALMOCORNO DE RECUPERACION DE CALOR
- 36 ALMOCORNO DE RECUPERACION DE CALOR
- 37 ALMOCORNO DE RECUPERACION DE CALOR
- 38 ALMOCORNO DE RECUPERACION DE CALOR
- 39 ALMOCORNO DE RECUPERACION DE CALOR
- 40 ALMOCORNO DE RECUPERACION DE CALOR
- 41 ZONAS DE MANTENIMIENTO DE CONDENSADOR
- 42 ALMOCORNO DE CONDENSADOR
- 43 ALMOCORNO DE CONDENSADOR
- 44 ALMOCORNO DE CONDENSADOR
- 45 ALMOCORNO DE CONDENSADOR
- 46 ALMOCORNO DE CONDENSADOR
- 47 ALMOCORNO DE CONDENSADOR
- 48 ALMOCORNO DE CONDENSADOR
- 49 ALMOCORNO DE CONDENSADOR
- 50 ALMOCORNO DE CONDENSADOR
- 51 ALMOCORNO DE CONDENSADOR
- 52 ALMOCORNO DE CONDENSADOR
- 53 ALMOCORNO DE CONDENSADOR
- 54 ALMOCORNO DE CONDENSADOR
- 55 ALMOCORNO DE CONDENSADOR
- 56 ALMOCORNO DE CONDENSADOR
- 57 ALMOCORNO DE CONDENSADOR
- 58 ALMOCORNO DE CONDENSADOR
- 59 ALMOCORNO DE CONDENSADOR
- 60 ALMOCORNO DE CONDENSADOR
- 61 TURBINA G.P.
- 62 TURBINA G.P.
- 63 TURBINA G.P.
- 64 TURBINA G.P.
- 65 TURBINA G.P.
- 66 TURBINA G.P.
- 67 TURBINA G.P.
- 68 TURBINA G.P.
- 69 TURBINA G.P.
- 70 TURBINA G.P.
- 71 TURBINA G.P.
- 72 TURBINA G.P.
- 73 TURBINA G.P.
- 74 TURBINA G.P.
- 75 TURBINA G.P.
- 76 TURBINA G.P.
- 77 TURBINA G.P.
- 78 TURBINA G.P.
- 79 TURBINA G.P.
- 80 TURBINA G.P.
- 81 TURBINA G.P.
- 82 TURBINA G.P.
- 83 TURBINA G.P.
- 84 TURBINA G.P.
- 85 TURBINA G.P.


E.T.S.N.M.
INGENIERO MARINO - ESPECIALIDAD

TÍTULO DEL PROYECTO:
REDUCCIÓN DE CONSUMO DE AUXILIARES EN PLANTAS DE CICLO COMBINADO

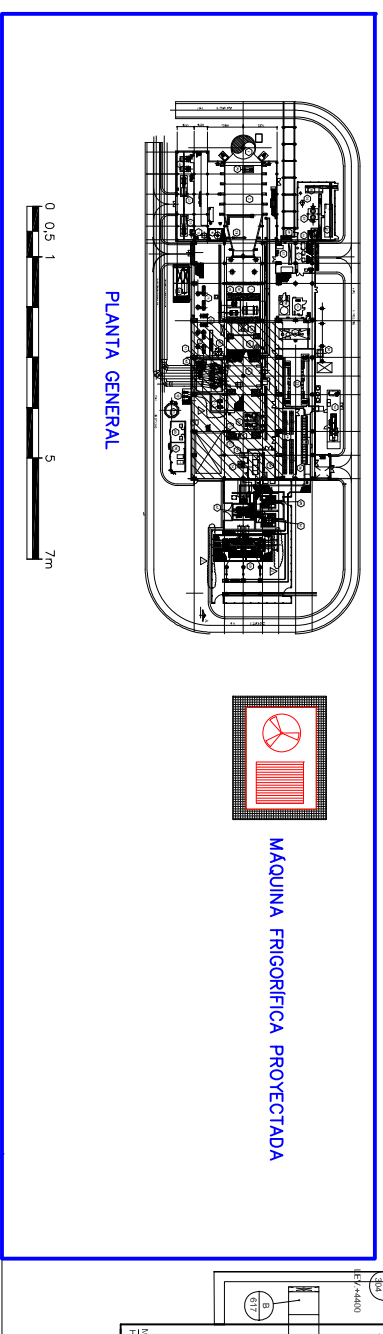
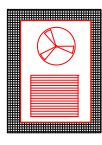
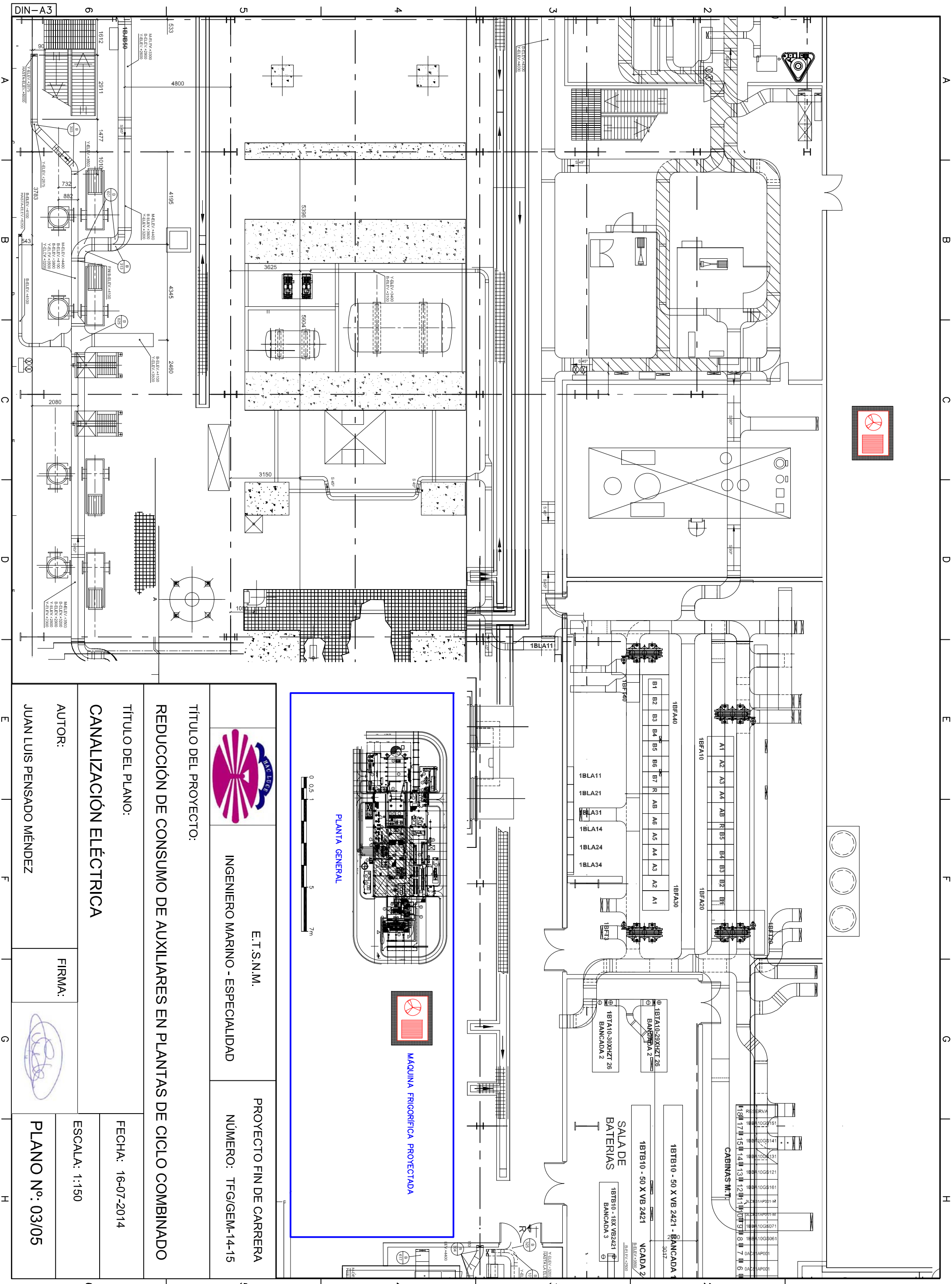
TÍTULO DEL PLANO:
EMPLAZAMIENTO DE LA PLANTA ENFRIADORA


AUTOR:
JUAN LUIS PENSADO MÉNDEZ

FIRMA:


PROYECTO FIN DE CARRERA
NÚMERO: TFG/GEM-14-15

FECHA: 16-07-2014
ESCALA: 1:750
PLANO Nº: 02/05





E.T.S.N.M.
INGENIERO MARINO - ESPECIALIDAD

TÍTULO DEL PROYECTO:
REDUCCIÓN DE CONSUMO DE AUXILIARES EN PLANTAS DE CICLO COMBINADO

TÍTULO DEL PLANO:
CANALIZACIÓN ELÉCTRICA

AUTOR:
JUAN LUIS PENSADO MÉNDEZ

FIRMA:


PROYECTO FIN DE CARRERA
NÚMERO: TFG/GEM-14-15

FECHA: 16-07-2014

ESCALA: 1:150

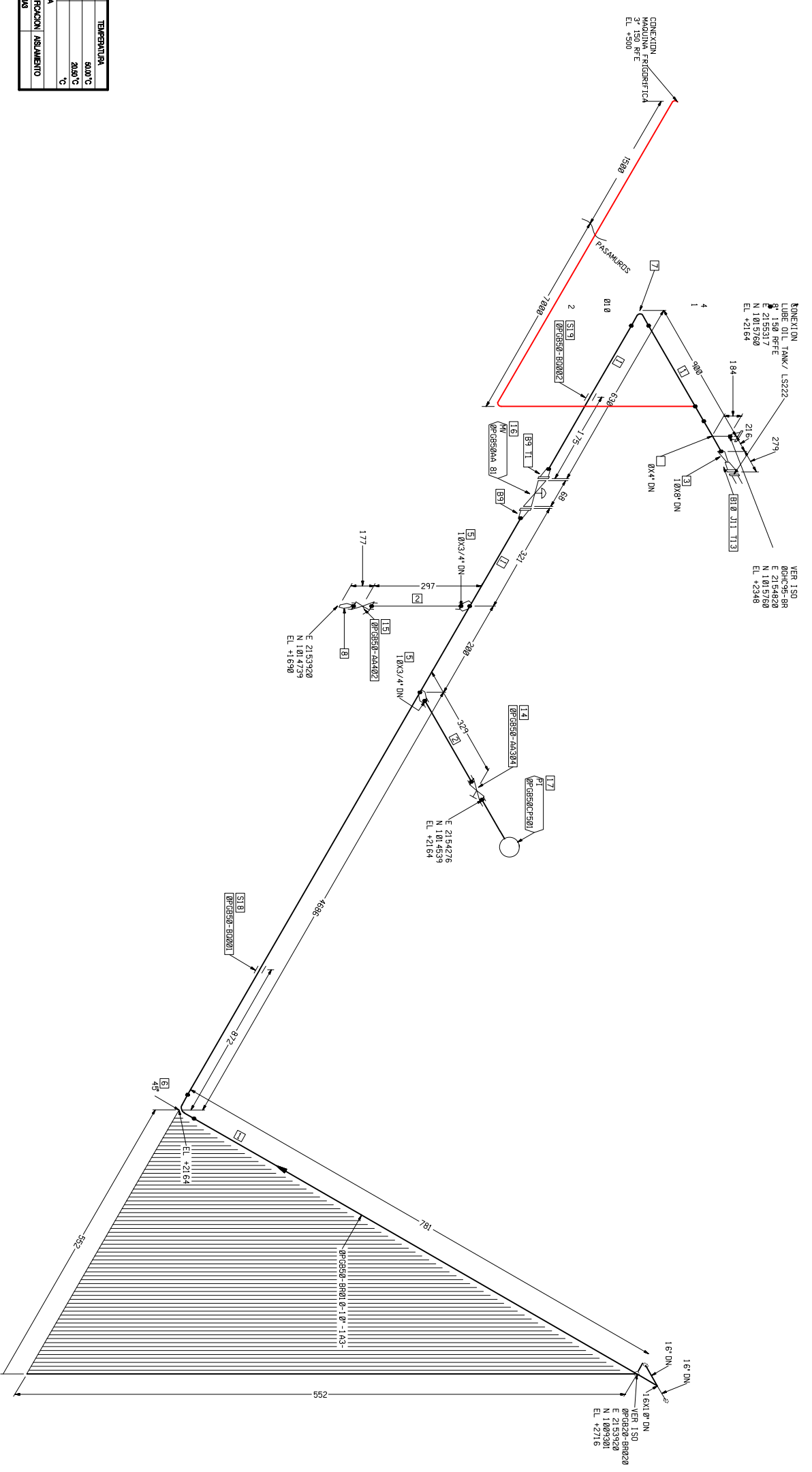
PLANO N°: 03/05

DIN-A3
 A B C D E F G H
 1 2 3 4 5 6

CONDICIONES	PRESION	TEMPERATURA
DEBIDO	8.6 bar	60/0°C
OPERACION	5.0 bar	25/0°C
PRESION DE PRUEBA	16 bar	
UNIDAD	SISTEMA	DEMONSTRACION COMPLETA DE LINEA
0	FEA	NUMERACION DE LINEA | ESPECIFICACION | ASAMBLAJE
		09959-8000

LISTA DE MATERIALES

PT. NO.	DESCRIPCION	DN (IN)	IDENTIFICADOR	CANTIDAD
TUBERIA				
1	TUBO S-20, A106 GRADE B	10	TUBO SEAMLESS	601.9 MM
2	TUBO S-80, A106 GRADE B	3/4	TUBO SEAMLESS	268 MM
ACCESORIOS				
3	REDUCTOR CONCENTRICO, ASTM	10X8	REDUCTOR	1
4	TE RED. A234-WP8, S-20S-20, ASTM	10X4	TREDUCT	1
5	A234-WP8, STD, ASTM	10X3/4	SOCKET	2
6	COOD. A234-WP8 S-20, BE, ASTM	10	COODADUR	1
7	COOD. A234-WP8 S-20, BE, ASTM	10	COODADUR	1
8	NIPPLE, EXTREMO LIBRE ROSCADO, ASTM A105, S-80	3/4	NIP	1
BRIDAS				
9	QUELLO, CL150, S-20, ASTM A105, RFFE, CL150, S-20, ASTM A105, RFFE, .	10	BRIDADQUELLO	2
10	QUELLO, CL150, S-20, ASTM A105, RFFE, .	8	BRIDADQUELLO	1
JUNTAS				
11	FLAT GASKET S/ASME B1.6.21, OIL RESISTANT, ASBESTOS FREE ESP=1.5MM, CL 150#		JUNTA	1
ESPARRADOS				
12	ESPARRADOS A193-B7 CON 2 TUERCAS A194-2H, 1.85, 0M4 BOLT LENGTH	7/8	ESPARRADO	12
13	ESPARRADOS A193-B7 CON 2 TUERCAS A194-2H, 1.08, 0M4 BOLT LENGTH	3/4	ESPARRADO	8
VALVULAS				
14	VALVULA DE CORTAVENTA, CL608, SMC, ASTM A105 0P9590-4A304	3/4	VALVCOMPUESTA	1
15	VALVULA DE CORTAVENTA, CL608, SMC, ASTM A105 0P9590-4A402	3/4	VALVCOMPUESTA	1
INSTRUMENTOS				
16	VALVULA MOTORIZADA	10	MP-0P9590AA081	1
17	INDICADOR DE PRESION	3/4	PI-0P9590CP001	1
SOPORTES				
18	SOPORTE COMUN CON 0P9590-B0003	10	0P9590-B0001	1
19	SOPORTE COMUN CON 0P9590-B0004	10	0P9590-B0002	1



INGENIERO MARINO - ESPECIALIDAD

E.T.S.N.M.

PROYECTO FIN DE CARRERA

NÚMERO: TFG/GEM-14-15

TÍTULO DEL PROYECTO:

REDUCCIÓN DE CONSUMO DE AUXILIARES EN PLANTAS DE CICLO COMBINADO

TÍTULO DEL PLANO:

ISOMETRICO DE TUBERÍA

FECHA: 16-07-2014

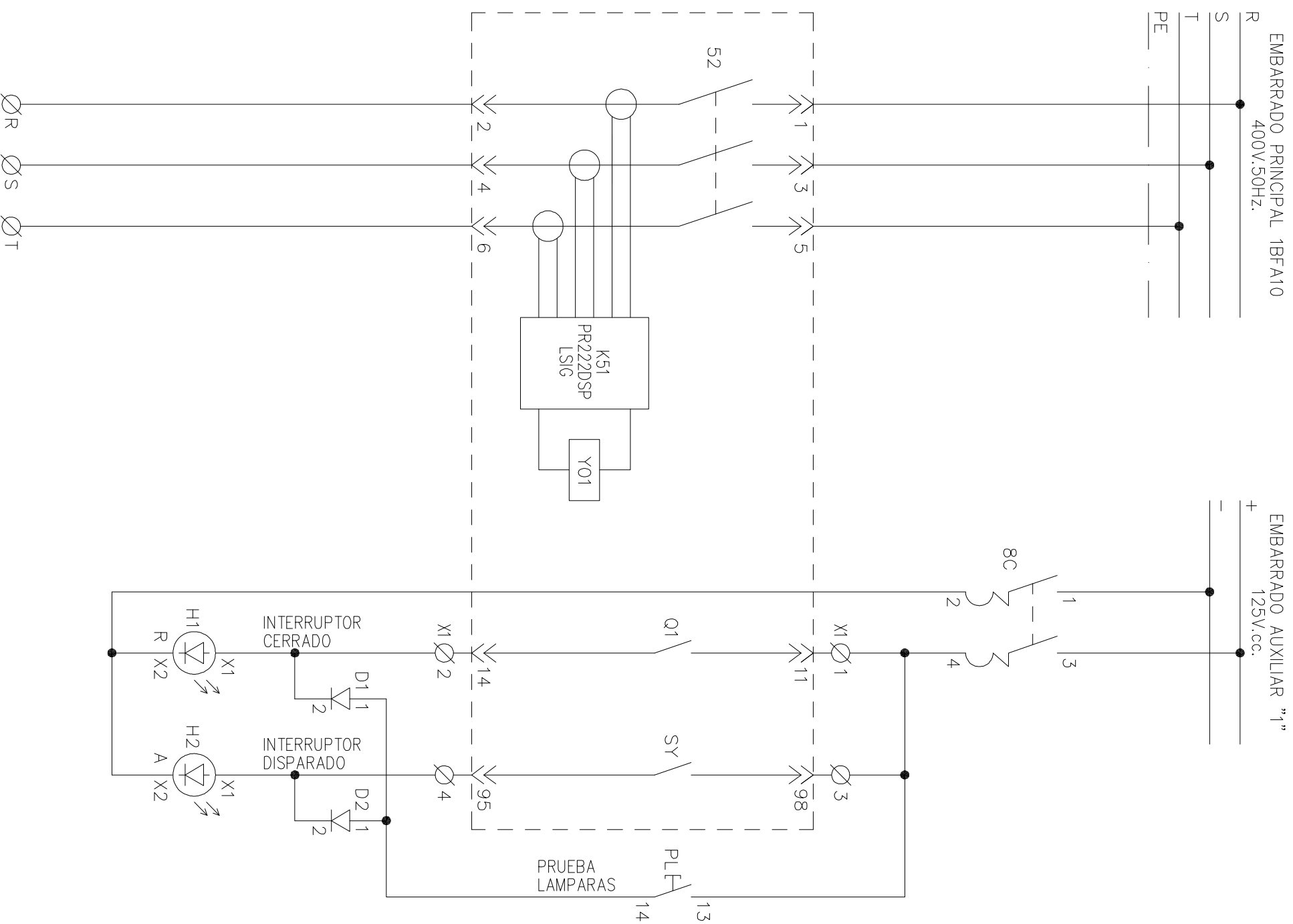
AUTOR:

JUAN LUIS PENSADO MÉNDEZ

FIRMA:

ESCALA: 1:150

PLANO Nº: 04/05



LEYENDA	
	RELE PROTECCIONES
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO PROTECCIÓN MAGNÉTICA
	INTERRUPTOR PULSADOR CON CONTACTO DE CIERRE Y RETORNO AUTOMÁTICO
	DIODO
	LAMPARA SEÑALIZACIÓN ESTADO INTERRUPTOR

	E.T.S.N.M.	PROYECTO FIN DE CARRERA
	INGENIERO MARINO - ESPECIALIDAD	NÚMERO: TFG/GEM-14-15

TÍTULO DEL PROYECTO:
REDUCCIÓN DE CONSUMO DE AUXILIARES EN PLANTAS DE CICLO COMBINADO

TÍTULO DEL PLANO:
ELÉCTRICO INTERRUPTOR 81BFA GS412

AUTOR:
JUAN LUIS PENSADO MÉNDEZ

FIRMA:

ESCALA: S.E

PLANO N°: 05/05

REDUCCIÓN DE CONSUMO EN SISTEMAS AUXILIARES DE PLANTAS DE CICLO COMBINADO

PLIEGO DE CONDICIONES



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

FECHA: **JULIO 2014**

AUTOR: Juan Luis Pensado Méndez



Fdo.: Juan Luis Pensado Méndez

4.0 PLIEGO DE CONDICIONES

4.1 Clausulas administrativas generales.	88
4.1.1 Condiciones generales.	88
4.1.2 Alcance.	88
4.1.3 Materiales.	89
4.1.4 Dirección de las obras.	89
4.1.4.1 Funciones del director.	89
4.1.4.2 Dirección de obra	91
4.1.4.3 El contratista adjudicatario	91
4.1.4.3.1 Representante del contratista.	91
4.1.4.3.2 Personal técnico adjudicatario	92
4.1.4.3.3. Residencia del contratista en relación con obras	92
4.1.4.3.4 Ordenes del contratista	92
4.1.4.3.5 Facultades de las propiedades respecto al personal	
contratista	92
4.1.4.4 Ejecución de las obras	94
4.1.4.4.1 Comienzo.	94
4.1.4.4.2 Plazo de ejecución.	94
4.1.4.4.3 Libro de órdenes.	94
4.1.4.4.4 Verificación de las condiciones existentes.	94
4.1.4.4.5 Interpretación y desarrollo del proyecto.	95
4.1.4.4.6 Obras complementarias.	96
4.1.4.4.7 Modificaciones	96
4.1.4.4.8 Obra defectuosa.	97
4.1.4.4.9 Medios auxiliares	97
4.1.4.4.10 Conservación de las obras	97
4.1.4.5 Recepción de obra	97
4.1.4.5.1 Recepción provisional.	97
4.1.4.5.2 Plazo de garantía.	98

4.1.4.5.3 Recepción definitiva	98
4.1.4.5.4 Adjudicación de los trabajos	98
4.1.4.5.5 Limpieza y seguridad en las obras	99
4.1.4.6 Condiciones económicas	99
4.1.4.6.1 Mediciones y abono de la obra	99
4.1.4.6.2 Precios	99
4.1.4.6.3 Revisión de precios	99
4.1.4.6.4 Penalizaciones	101
4.1.4.6.5 Contrato	101
4.1.4.6.6 Responsabilidades	101
4.1.4.6.7 Responsabilidades	102
4.1.4.6.8 Liquidación en caso de rescisión de contrato	103
4.1.4.6.9 Certificados y documentación	103
4.1.4.7.1 Normas a seguir	104
4.1.4.7.2 Personal	104

4.1 Clausulas administrativas generales

4.1.1 Condiciones generales

El presente Pliego de condiciones tiene por objeto definir al Contratista el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo.

El trabajo consistirá en el acondicionamiento y ampliación de un centro de transformación existente para albergar todos los equipos de alta y baja tensión necesarios.

El alcance del trabajo del Contratista incluye el diseño y preparación de todos los planos, diagramas, especificaciones, lista de material y requisitos para La adquisición e instalación del trabajo.

4.1.2 Alcance

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal, así como todas las otras que se establezcan en la Memoria Descriptiva del mismo.

Se adaptarán además a las presentes Condiciones Particulares que contemplarán las indicadas por los Reglamentos y Normas citadas.

También serán aplicables cuantas prescripciones figuren en los Reglamentos, Normas e Instrucciones Oficiales que guarden relación con las obras del presente proyecto, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlos.

El Ingeniero Director de las Obras, dentro del marco de la Ley, arbitrará en todo momento la aplicación de cualquier norma que considere necesario utilizar. Asimismo, en caso de discrepancias entre alguno de los documentos de este proyecto, podrá, adoptar, en beneficio de las obras, la solución más restrictiva de entre los discrepantes.

4.1.3 Materiales.

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la Compañía Generadora de Energía, en este caso Gas Natural Fenosa, SDG.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del Proyecto, aún sin figurar en los otros, es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista obtendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra definitivamente y antes de iniciarse esta, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrá utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

4.1.4 Dirección de las obras.

4.1.4.1 Funciones del director.

Las funciones del Director, en orden a la Dirección, control y vigilancia de las obras que fundamentalmente afectan a sus relaciones con el Contratista, son las siguientes:

- Exigir al Contratista, directamente o a través del personal a sus órdenes, el cumplimiento de las condiciones contractuales.
- Garantizar la ejecución de las obras con estricta sujeción al proyecto aprobado, o modificaciones debidamente autorizadas y el cumplimiento del programa de trabajos.
- Definir aquellas condiciones técnicas que los Pliegos de Prescripciones correspondientes dejan a su decisión.

- Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de planos, condiciones de materiales y de ejecución de unidades de obra, siempre que no se modifiquen las condiciones del contrato.
- Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del Contrato o aconsejen su modificación, tramitando, en su caso, las propuestas correspondientes.
- Proponer las actuaciones procedentes para obtener, de los organismos oficiales y de los particulares, los permisos y autorizaciones necesarios para la ejecución de las obras y ocupación de los bienes afectados por ellas, y resolver los problemas planteados por los servicios y servidumbres relacionados con las mismas.
- Asumir personalmente y bajo su responsabilidad en casos de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso; para lo cual el Contratista deberá poner a su disposición el personal y material de la obra.
- Acreditar al Contratista las obras realizadas, conforme a lo dispuesto en los documentos del Contrato.
- Participar en las recepciones provisional y definitiva y redactar la liquidación de las obras, conforme a las normas legales establecidas.
- El Contratista estará obligado a prestar su colaboración al Director para el normal cumplimiento de las funciones a éste encomendadas.

4.1.4.2 Dirección de obra.

Para el desempeño de sus funciones, el Ingeniero podrá contar con sus colaboradores a sus órdenes, que desarrollarán su labor en función de las atribuciones derivadas de sus títulos profesionales o de sus conocimientos específicos y que integrarán la "Dirección de Obra".

4.1.4.3 El contratista adjudicatario.

4.1.4.3.1 Representante del contratista.

Se entiende por "Representante del Contratista" la persona designada expresamente por él y aceptada por la Administración con capacidad suficiente para:

- Ostentar la representación del Contratista cuando sea necesaria su actuación o presencia, según lo dispuesto en el Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de la Propiedad, así como en otros actos derivados del cumplimiento de las obligaciones contractuales, siempre en orden a la ejecución y la buena marcha de las obras.
- Organizar la ejecución de la obra e interpretar y poner en práctica las órdenes recibidas de la Dirección.
- Proponer a ésta o colaborar con ella en la resolución de los problemas que se planteen durante la ejecución.

La Propiedad podrá exigir que el Representante tenga la titulación profesional adecuada a la naturaleza de las Obras. Asimismo, podrá recabar del Contratista la designación de un nuevo representante y en su caso, cualquier facultativo que de él dependa, cuando así lo justifique la buena marcha de los trabajos.

4.1.4.3.2 Personal Técnico Adjudicatario.

El Adjudicatario está obligado a adscribir para la realización del Contrato, un TITULADO acorde con la categoría de la obra y que será definido por el Director de la misma, sin perjuicio de que cualquier otro tipo de técnico tenga asignadas las misiones que les corresponden.

4.1.4.3.3 Residencia del Contratista en relación con las obras.

El Contratista está obligado a comunicar a la Propiedad, en un plazo de quince días contados a partir de la fecha en que se le haya notificado la orden de iniciación de las obras, su residencia o la de su Representante a todos los efectos derivados de la ejecución de aquellas. Esta residencia estará situada en las obras ó en una localidad próxima a su emplazamiento, y tanto para concretar inicialmente su situación como para cualquier cambio de futuro, el Contratista deberá contar con la previa conformidad de la Propiedad.

Desde que comiencen las obras hasta su recepción definitiva, el Contratista o su Representante deberá residir en el lugar indicado, y solo podrá ausentarse de él previa la comunicación a la Dirección de la persona que designe para sustituirle.

4.1.4.3.4 Ordenes del contratista.

El "Libro de Ordenes" se abrirá en la fecha de comprobación del replanteo y se cerrará en la de recepción definitiva.

Durante dicho tiempo estará a disposición de la Dirección, que, cuando proceda, anotará en él las órdenes, instrucciones y comunicaciones que estime oportunas, autorizándolas con su firma.

El Contratista estará también obligado a transcribir en dicho libro, por sí o por medio de su Representante, cuantas órdenes o instrucciones reciba por escrito de la Dirección, y a firmar, a los efectos procedentes, el oportuno acuse de recibo, sin perjuicio de la necesidad de una posterior autorización de tales transcripciones por la Dirección, con su firma en el libro indicado.

Efectuada la recepción definitiva, el "Libro de Ordenes" pasará a poder de la "Propiedad", si bien podrá ser consultado en todo momento por el Contratista.

4.1.4.3.5 Facultades de la Propiedad respecto al personal del Contratista.

Cuando el Contratista o las personas de él dependientes incurran en actos y omisiones que comprometan o perturben la buena marcha de las obras o el cumplimiento de los programas de trabajo, la Propiedad podrá exigirle la adopción de medidas concretas y eficaces para restablecer el buen orden en la ejecución de lo pactado.

4.1.4.4 Ejecución de las obras.

4.1.4.4.1 Comienzo.

Se examinarán las condiciones bajo las que se deberá ejecutar la obra. No se comenzará la instalación hasta que las condiciones sean adecuadas.

El contratista dará comienzo la obra en el plazo que figure en el contrato establecido con la propiedad, o en su defecto a los quince días de la adjudicación definitiva o de su firma.

El Contratista está obligado a notificar por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director la fecha de comienzo de los trabajos.

4.1.4.4.2 Plazo de ejecución.

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la Propiedad o en su defecto en el que figure en las condiciones de este pliego.

Cuando el Contratista, de acuerdo, con algunos de los extremos contenidos en el presente Pliego de Condiciones, o bien en el contrato establecido con la Propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo ulterior que esté condicionado por la misma, vendrá obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Contratista, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

4.1.4.4.3 Libro de Órdenes.

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

El Contratista dispondrá en la obra de un Libro de Órdenes en el que se escribirán las que el Técnico Director estime darle a través del encargado o persona responsable, sin perjuicio de las que le de por oficio cuando lo crea necesario y que tendrá la obligación de firmar el enterado.

4.1.4.4.4 Verificación de las condiciones existentes.

Antes de comenzar los trabajos, se deben examinar las condiciones existentes para lograr una perfecta instalación de acuerdo con la intención del proyecto, e informar a D.F. sobre cualquier condición que pueda interferir en la realización de un trabajo de primera clase.

El Contratista deberá confrontar, inmediatamente después de recibidos, todos los planos que le hayan sido facilitados y deberá informar prontamente al Director de las Obras sobre cualquier anomalía o contradicción. Las cotas de los planos prevalecerán siempre sobre las medidas a escala.

El Contratista deberá confrontar los diferentes planos y comprobar las cotas antes de aparejar la obra y será responsable por cualquier error que hubiera podido evitar de haberlo hecho.

4.1.4.4.5 Interpretación y desarrollo del proyecto.

La interpretación técnica de los documentos del Proyecto, corresponde al Técnico Director. El contratista está obligado a someter a éste cualquier duda,

aclaración o contradicción que surja durante la ejecución de la obra por causa del Proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto.

El Contratista se hace responsable de cualquier error de la ejecución motivado por la omisión de esta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del proyecto.

El Contratista está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra, aún cuando no se halle explícitamente expresado en el Pliego de Condiciones o en los documentos del Proyecto.

Se hará la instalación de acuerdo con las verificaciones finales y las indicaciones de los fabricantes y D.F. Se verificarán las medidas y dimensiones en el lugar donde se ejecute el proyecto y se coordinará el trabajo con las otras partes. Se utilizarán métodos que eviten que se dañe o ensucie la obra durante su instalación.

El Contratista notificará por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para inspección, cada una de las partes de obra para las que se ha indicado la necesidad o conveniencia de la misma o para aquellas que, total o parcialmente deban posteriormente quedar ocultas. De las unidades de obra que deben quedar ocultas, se tomaran antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el Técnico Director de hallarlos correctos.

De no cumplirse este requisito, la liquidación se realizará en base a los datos o criterios de medición aportados por éste.

4.1.4.4.6 Obras complementarias.

El contratista tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra especificadas en cualquiera de los documentos del Proyecto, aunque en él, no

figuren explícitamente mencionadas dichas obras complementarias. Todo ello sin variación del importe contratado.

4.1.4.4.7 Modificaciones.

El Contratista está obligado a realizar las obras que se le encarguen resultantes de modificaciones del proyecto, tanto en aumento como disminución o simplemente variación, siempre y cuando el importe de las mismas no altere en más o menos de un 25% del valor contratado.

La valoración de las mismas se hará de acuerdo a los valores establecidos en el presupuesto entregado por el Contratista y que ha sido tomado como base del contrato.

El Técnico Director de la obra está facultado para introducir las modificaciones de acuerdo con su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que cumplan las condiciones técnicas referidas en el proyecto y de modo que ello no varíe el importe total de la obra.

4.1.4.4.8 Obra defectuosa.

Cuando el Contratista halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en este Pliego de Condiciones, el Técnico Director podrá aceptarlo o rechazarlo; en el primer caso, éste fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando obligado el Contratista a aceptar dicha valoración, en el otro caso, se reconstruirá a expensas del Contratista la parte mal ejecutada sin que ello sea motivo de reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

4.1.4.4.9 Medios auxiliares.

Serán de cuenta del Contratista todos los medios y máquinas auxiliares que sean precisos para la ejecución de la obra. En el uso de los mismos estará

obligado a hacer cumplir todos los Reglamentos de Seguridad en el trabajo vigentes y a utilizar los medios de protección a sus operarios.

4.1.4.4.10 Conservación de las obras.

Es obligación del Contratista la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la Propiedad, y corren a su cargo los gastos derivados de ello.

4.1.4.5 Recepción de las obras.

4.1.4.5.1 Recepción provisional.

Una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional y para ello se practicará en ellas un detenido reconocimiento por el Técnico Director y la Propiedad en presencia del Contratista, levantando acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se hallan en estado de ser admitida.

De no ser admitida se hará constar en el acta y se darán instrucciones al Contratista para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo para ello, expirando el cual se procederá a un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional.

4.1.4.5.2 Plazo de Garantía.

El plazo de garantía será como mínimo de un año, contando desde la fecha de la recepción provisional, o bien el que se establezca en el contrato también contado desde la misma fecha.

Durante este periodo queda a cargo del Contratista la conservación de las obras y arreglo de los desperfectos causados por asiento de las mismas o por mala construcción.

Todo el trabajo, materiales y equipos estarán garantizados libre de defectos. Dentro del período de garantía estipulado, todo material o trabajo defectuoso

así como el perjuicio resultante sobre terceros, ser reemplazado o reparado sin cargo alguno, de modo rápido y con el mínimo perjuicio para la propiedad.

4.1.4.5.3 Recepción definitiva.

Se realizará después de transcurrido el plazo de garantía de igual forma que la provisional. A partir de esta fecha cesará la obligación del Contratista de conservar y reparar a su cargo las obras si bien subsistirán las responsabilidades que pudiera tener por defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

4.1.4.5.4 Adjudicación de los trabajos.

El conjunto de las instalaciones las realizará la empresa que tenga la licitación del mantenimiento en el momento de comenzar las obras.

En el caso de que el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, o a atender la garantía, la Propiedad podrá ordenar ejecutarlas a un tercero, abonando su importe con cargo a la retención o fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad si el importe de la fianza no bastase.

La fianza retenida se abonará al Contratista en un plazo no superior a treinta días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.

4.1.4.5.5 Limpieza y seguridad en las obras.

Se almacenarán los materiales en un lugar protegido y seco, elevado respecto al suelo y siguiendo las instrucciones del fabricante. No se retirarán los embalajes ni etiquetas hasta el momento de la instalación.

Si se debe almacenar material a cielo abierto o en zonas desprotegidas, se cubrirá con lonas o se protegerá adecuadamente.

Una vez finalizada la instalación se limpiarán todas las superficies exteriores del material instalado, de modo que no queden residuos de pintura, yeso,

cemento, etc. El Contratista debe proteger su material frente a las actuaciones de otros contratistas o gremios.

4.1.4.6 Condiciones económicas.

4.1.4.6.1 Mediciones y abono de la obra.

El Contratista presentará, al formalizarse el contrato, relación de los precios de las unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

El abono de las distintas unidades de obra se realizará por aplicación de los precios unitarios a las unidades, metros lineales, metros cuadrados, metros cúbicos o lo citado en su caso, realmente ejecutados en obra, medidas en obra en el caso de unidades, y sobre plano si se trata de medidas de longitud, superficie o volumen.

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos que se abonarán las obras. Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

4.1.4.6.2 Precios.

El Contratista presentará, al formalizarse el contrato, relación de los precios de las unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entienden que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aún los complementarios y los

materiales así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto, se fijará su precio entre el Técnico Director y el Contratista antes de iniciar la obra y se presentará a la propiedad para su aceptación o no.

4.1.4.6.3 Revisión de precios.

En el contrato se establecerá si el contratista tiene derecho a revisión de precios y la fórmula a aplicar para calcularla. En defecto de esta última, se aplicará a juicio del Técnico Director alguno de los criterios oficiales aceptados.

4.1.4.6.4 Penalizaciones.

Por retraso en los plazos de entrega de las obras, se podrán establecer tablas de penalizaciones cuyas cuantías y demoras se fijarán en el contrato.

4.1.4.6.5 Contrato.

Dadas las especiales condiciones de la empresa y de su relación con una empresa de contrata en lo que se refiere a los trabajos de mantenimiento y nueva construcción, es posible que no sea necesaria la formalización de un contrato especial para la puesta en servicio de este proyecto, pero en el supuesto de que este hubiera de llevar a cabo se haría siguiendo los siguientes preceptos que a continuación se detallan.

El contrato se formalizaría mediante documento privado, que podría elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprendería la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, éstas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el Proyecto Técnico de la obra serían incorporados al contrato y tanto el contratista como la propiedad deberían firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

4.1.4.6.6 Responsabilidades.

El contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el proyecto y en el contrato. Como consecuencia de ello vendrá obligado a la demolición de lo mal ejecutado y a su reconstrucción correctamente sin que sirva de excusa el que el Técnico Director haya examinado y reconocido las obras.

El Contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas.

También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad a los vecinos o terceros en general.

El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan derivarse de ellos.

4.1.4.6.7 Responsabilidades.

Se consideran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

1. Muerte o incapacitación del Contratista.
2. La quiebra del Contratista.
3. Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.

4. Modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.
5. La no iniciación de las obras en el plazo estipulado cuando sea por causas ajenas a la Propiedad.
6. La suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor de seis meses.
7. Incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique mala fe.
8. Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta
9. Modificación del Proyecto cuando produzca alteración en más o menos 25% del valor contratado.
10. Subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.

4.1.4.6.8 Liquidación en caso de rescisión de contrato.

Siempre que se rescinda el Contrato por causas anteriores o bien por acuerdo de ambas partes, se abonará al Contratista las Unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato llevará implícito la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación del periodo de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de nueva adjudicación.

4.1.4.6.9 Certificados y documentación.

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

4.1.4.7 Condiciones facultativas

4.1.4.7.1 Normas a seguir

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, Instrucción Técnica Complementaria MIERAT; Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre; B.O.E. Nº 288 de 1 de Diciembre de 1.982; Orden de 6 de Julio de 1.984; B.O.E. nº 183 de 1 de Agosto de 1.984; modificaciones introducidas por la Orden de 10 de marzo de 2000.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales

Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, B.O.E. de 25-10-84.

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, B.O.E. 224 de 18-09-02.
- Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de Septiembre de 2002.
- Normas UNE.
- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
- Plan Nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.

Lo indicado en este Pliego de Condiciones con preferencia los códigos y normas.

4.1.4.7.2 Personal

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que haga falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuales tendrán

la cualificación técnica correspondiente, reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimiento o por obrar de mala fe.

El contratista acreditará mediante la certificación correspondiente, TC1 y TC21, que todo el personal adscrito a este proyecto, estará dado de alta en la Seguridad Social, y responderá de cualquier obligación jurídico-laboral de sus trabajadores: formación en seguridad, equipamientos personales (EPs), etc.

Coruña, 16 de julio de 2014

El alumno:



**Fdo.: Juan Luis Pensado Méndez
Grado en Ingeniería Marina
Especialidad Mantenimiento e Instalaciones.**

REDUCCIÓN DE CONSUMO EN SISTEMAS AUXILIARES DE PLANTAS DE CICLO COMBINADO

MEDICIONES



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

FECHA: **JULIO 2014**

AUTOR: Juan Luis Pensado Méndez

A handwritten signature in blue ink, enclosed within a blue oval. The signature is cursive and appears to be the name of the author, Juan Luis Pensado Méndez.

Fdo.: Juan Luis Pensado Méndez

INDICE

PÁGINA

5.0 MEDICIONES

5.1 Resumen de mediciones

108

	enfriadora	Pág.: 1
	MEDICIONES	Ref.: promed1
	OBRA CIVIL	Fec.:

N.º Orden	DESIGNACIÓN DE LA CLASE DE OBRA Y DE LAS PARTES EN QUE DEBE EJECUTARSE	Nº de partes iguales	UNIDADES				
			DIMENSIONES			Subtotales	TOTALES
			Longitud	Latitud	Altura		
01	enfriadora OBRA CIVIL						
01.01 U01FA103	Hr Oficial 1ª encofrador						
	Total partida: 01.01						3,00
01.02 U01FA003	m3 Vertido horm. cim.directo camión						
	Total partida: 01.02						2,00
01.03 U06HA043	m2 Mallazo electrosoldado 20x20 d=8						
	Total partida: 01.03						9,00
01.04 U07AE011	m3 Tablón pino 76x205 mm.>4 m.						
	Total partida: 01.04						158,62

	enfriadora	Pág.: 2
	MEDICIONES	Ref.: promed1
	INSTALACIÓN TUBERÍA	Fec.:

N.º Orden	DESIGNACIÓN DE LA CLASE DE OBRA Y DE LAS PARTES EN QUE DEBE EJECUTARSE	Nº de partes iguales	UNIDADES				Subtotales	TOTALES
			DIMENSIONES					
			Longitud	Latitud	Altura			
02	INSTALACIÓN TUBERÍA							
02.01 U01FS001	Hr Oficial 1ª soldador							
	Total partida: 02.01						8,00	
02.02 U24HA009	MI Tubo acero DIN 2440 3"							
	Total partida: 02.02						14,00	
02.03 U28DA103	Ud Valv.mariposa c/bridas DN-80							
	Total partida: 02.03						2,00	
02.04 U24ZA057	MI Coquilla aislante 10*90							
	Total partida: 02.04						14,00	
02.05 U24HD026	Ud Codo acero DIN 2440 90° 3"							
	Total partida: 02.05						4,00	

	enfriadora	Pág.: 3
	MEDICIONES	Ref.: promed1
	PLANTA FRIGORÍFICA	Fec.:

N.º Orden	DESIGNACIÓN DE LA CLASE DE OBRA Y DE LAS PARTES EN QUE DEBE EJECUTARSE	Nº de partes iguales	UNIDADES				Subtotales	TOTALES
			DIMENSIONES					
			Longitud	Latitud	Altura			
03	PLANTA FRIGORÍFICA							
03.01 U01FY310	Hr Oficial primera climatización							
	Total partida: 03.01						32,00	
03.02 U32IA010	Ud Apoyo neopreno para 500Kg							
	Total partida: 03.02						4,00	
03.03 U32UA501	Ud Enfriadora agua HIDROPACK WE 600 116kW							
	Total partida: 03.03						1,00	
03.04 U32UT105	Ud Grupo Bombeo WED							
	Total partida: 03.04						1,00	

	enfriadora	Pág.: 4
	MEDICIONES	Ref.: promed1
	ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	Fec.:

N.º Orden	DESIGNACIÓN DE LA CLASE DE OBRA Y DE LAS PARTES EN QUE DEBE EJECUTARSE	Nº de partes iguales	UNIDADES				
			DIMENSIONES			Subtotales	TOTALES
			Longitud	Latitud	Altura		
04	ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA						
04.01 U01FY630	Hr Oficial primera electricista						
	Total partida: 04.01						8,00
04.02 U30ER255	MI Conductor Rz1-K 0,6/1Kv.4x50 (Cu)						
	Total partida: 04.02						20,00

REDUCCIÓN DE CONSUMO EN SISTEMAS AUXILIARES DE PLANTAS DE CICLO COMBINADO

PRESUPUESTO



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

FECHA: **JULIO 2014**

AUTOR: Juan Luis Pensado Méndez



Fdo.: Juan Luis Pensado Méndez

ÍNDICE

PÁGINA

6.0 PPRESUPUESTO

6.1 Presupuesto resumido

114

6.2 Conclusiones

115

	enfriadora	Pág.: 1
	PRESUPUESTO RESUMIDO	Ref.: propre2
	OBRA CIVIL	Fec.:

N.º Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio	Importe
	enfriadora			
01	OBRA CIVIL			
01.01	Hr Oficial 1ª encofrador	3,00	20,00	60,00
01.02	m3 Vertido horm. cim.directo camión	2,00	6,60	13,20
01.03	m2 Mallazo electrosoldado 20x20 d=8	9,00	3,53	31,77
01.04	m3 Tablón pino 76x205 mm.>4 m.	158,62	0,01	1,59
	Total Capítulo 01	.....		106,56
02	INSTALACIÓN TUBERÍA			
02.01	Hr Oficial 1ª soldador	8,00	16,00	128,00
02.02	MI Tubo acero DIN 2440 3"	14,00	30,73	430,22
02.03	Ud Valv.mariposa c/bridas DN-80	2,00	75,73	151,46
02.04	MI Coquilla aislante 10*90	14,00	0,87	12,18
02.05	Ud Codo acero DIN 2440 90º 3"	4,00	39,37	157,48
	Total Capítulo 02	.....		879,34
03	PLANTA FRIGORÍFICA			
03.01	Hr Oficial primera climatización	32,00	15,60	499,20
03.02	Ud Apoyo neopreno para 500Kg	4,00	16,77	67,08
03.03	Ud Enfriadora agua HIDROPACK WE 600 116kW	1,00	32.591,12	32.591,12
03.04	Ud Grupo Bombeo WED	1,00	827,97	827,97
	Total Capítulo 03	.....		33.985,37
04	Alimentación ELÉCTRICA			
04.01	Hr Oficial primera electricista	8,00	15,50	124,00
04.02	MI Conductor Rz1-K 0,6/1Kv.4x50 (Cu)	20,00	52,92	1.058,40
	Total Capítulo 04	.....		1.182,40
	Total Presupuesto	.....		36.153,67

6.2 Conclusiones.

Según el presupuesto anteriormente descrito y teniendo en cuenta los condicionantes del cliente se llega a las siguientes conclusiones:

Se tiene en cuenta que el grupo funciona una media de 2500 horas anuales, que equivalen a unos 104 días de funcionamiento continuo, se entiende pues que el resto de los días la Central se encuentra en situación de parada. Existen momentos en que el grupo no está produciendo las 24 horas de forma continua, con lo que de los 261 días restantes, tomaremos como media 200 días de parada anual.

El precio de la energía, contratado anualmente como gran consumidor, por la Central de Ciclo Combinado de Sabón, está fijado actualmente en 50 €/MW.

El ahorro energético de instalar una planta enfriadora equivale a la suma de los equipos que se paran menos el consumo del equipo instalado, en nuestro caso se detienen la bomba del sistema hidráulico, HPU de 29,8 kW, la bomba de refrigeración del circuito cerrado de 200 kW y la bomba de llenado de agua de circulación con 55 kW, los cuales suman 284,8 kW, restando los 50 kW de consumo de la planta enfriadora obtenemos un ahorro de 5,64 MW al día que en términos económicos suponen 282 € diarios.

La amortización del equipo proyectado se obtendrá entonces dividiendo los costes de la instalación de la planta, conjunto a los impuestos pertinentes suma la cantidad de 43.153,16 €, entre el ahorro económico energético por día de 282 € obtenemos que en 158 días de parada el equipo queda totalmente amortizado.

De los 25 años de vida útil que se les estipulan a los ciclos combinados, el ahorro económico de instalar este sistema de refrigeración alternativo, puede superar el 1,4 millones de euros al final de su explotación económica.

Se entiende pues que instalar una planta enfriadora de agua no condicionaría de ninguna forma el preaviso de disponibilidad en red de las centrales y supondría un ahorro económico considerable para la empresa, más si se implantan en los doce grupos pertenecientes a Gas Natural Fenosa, SDG.

REDUCCIÓN DE CONSUMO EN SISTEMAS AUXILIARES DE PLANTAS DE CICLO COMBINADO

CRONOGRAMA



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

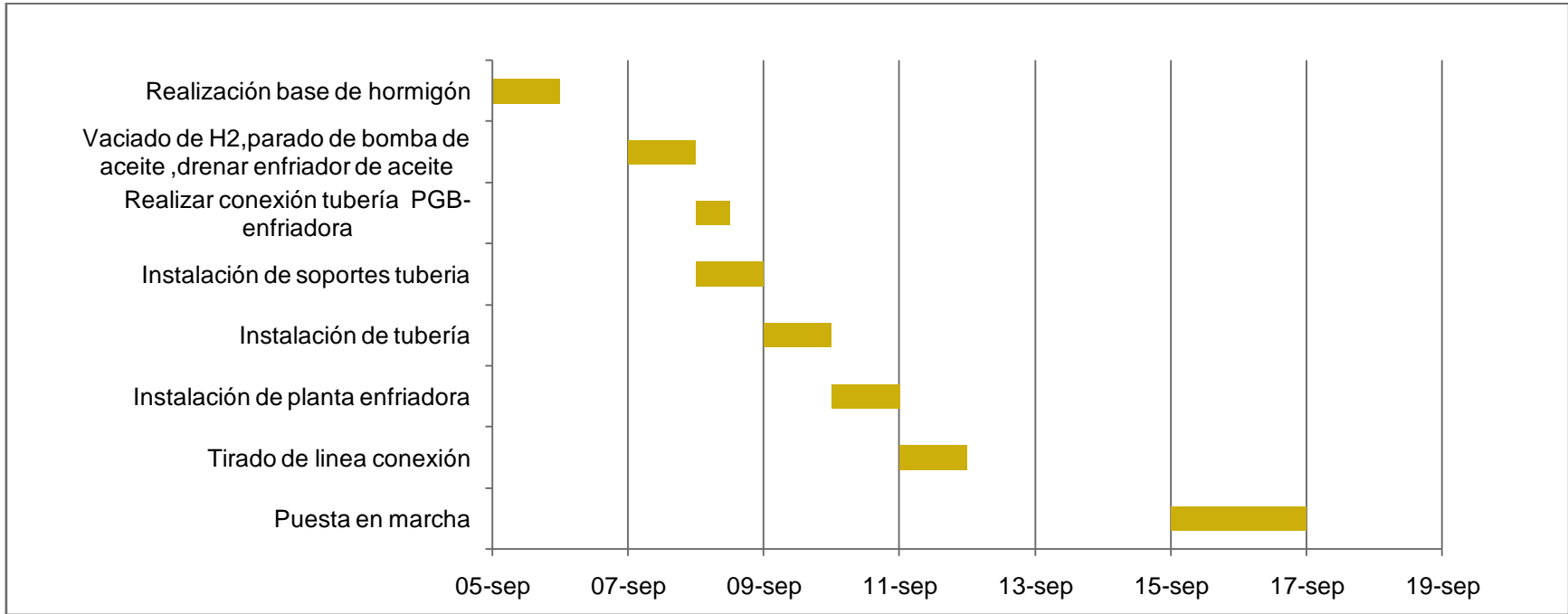
FECHA: **JULIO 2014**

AUTOR: Juan Luis Pensado Méndez



Fdo.: Juan Luis Pensado Méndez

ID	TRABAJO	INCIO	DURACION	FIN
1	Realización base de hormigón	05-sep	1	06-sep
2	Vaciado de H2,parado de bomba de aceite ,drenar enfriador de aceite	07-sep	1	08-sep
3	Realizar conexión tubería PGB-enfriadora	08-sep	0,5	09-sep
4	Instalación de soportes tubería	08-sep	1	09-sep
5	Instalación de tubería	09-sep	1	10-sep
6	Instalación de planta enfriadora	10-sep	1	11-sep
7	Tirado de línea conexión	11-sep	1	12-sep
8	Puesta en marcha	15-sep	2	17-sep



REDUCCIÓN DE CONSUMO EN SISTEMAS AUXILIARES DE PLANTAS DE CICLO COMBINADO

ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

FECHA: **JULIO 2014**

AUTOR: Juan Luis Pensado Méndez



Fdo.: Juan Luis Pensado Méndez

ÍNDICE	PÁGINA
8.1 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	
8.1 Objeto	121
8.1.2 Ámbito de aplicación	122
8.1.3 Características de la obra	123
8.1.4 Datos de la obra	123
8.1.5 Accesos	123
8.1.6 Personal previsto	123
8.1.7 Presupuesto de ejecución	123
8.1.8 Plazo de ejecución	124
8.1.9 Riesgos y medidas preventivas al inicio de la obra	124
8.1.10 Interferencias de servicios y servidumbres afectadas	124
8.1.11 Vallado provisional de la obra y señalización	130
8.1.12 Primeros auxilios y asistencia sanitaria	133
8.1.13 Riesgos y mediciones	134
8.1.14 Replanteo	134
8.1.15 Manipulación y transporte de materiales	138
8.1.16 Izado, desplazamiento y colocación de cargas	142
8.1.17 Trabajos en altura	145
8.1.18 Hormigonado y reposición del pavimento	148
8.1.19 Trabajos en frío	151
8.1.20 Riesgos y medidas preventivas	155
8.1.21 Elementos de izado	155
8.1.22 Escaleras manuales	168
8.1.23 Riesgos inherentes en las obras	172
8.1.24 Trabajos superpuestos	173
8.1.25 Caídas en altura	173
8.1.26 Manipulación manual de cargas	179
8.1.27 Orden y limpieza	190
8.1.28 Señalización	203

8.1 INTRODUCCIÓN

8.1.1 Objeto

Según el Real Decreto 1627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, y más en concreto en su Art. 4, "Obligatoriedad del Estudio de Seguridad y Salud o del Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras", el promotor estará obligado a que en la fase de redacción se elabore un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras en las que se den alguno de los supuestos que más abajo se exponen".

En concreto, para la realización de este proyecto, los supuestos específicos que obligarían a que se elabore un Estudio de Seguridad y Salud y no un Estudio Básico de Seguridad y Salud serían:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.760 euros.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

Dado que no se da alguno de los supuestos anteriormente especificados, se procede a elaborar el Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Por ello se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1.997 y establecer los medios y regular las actuaciones, para que todos los trabajos que se realicen en la obra de Central de Ciclo Combinado de Sabón, Arteixo propiedad de Gas Natural Fenosa que

impliquen el menor riesgo posible que pueda producir accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

Este Estudio se propone, potenciar al máximo los aspectos preventivos en la ejecución de la obra, para garantizar la salud e integridad física de los trabajadores y personas del entorno. Para ello se han de evitar las acciones o situaciones peligrosas por imprevisión, falta o insuficiencia de medios, siendo preciso por lo tanto:

- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de las actividades de la obra.
- Aplicar técnicas de trabajo que reduzcan en lo posible estos riesgos.
- Prever medios de control para asegurar en cada momento la adopción de las medidas de seguridad necesarias.

Con independencia del contenido de este Estudio, que define los aspectos específicos del tratamiento de los riesgos de esta obra, y de la organización prevista para regular las actividades de Seguridad y Salud, se tendrá en cuenta y se cumplirán las disposiciones legales relativas a Prevención de Riesgos Laborales.

Además, el Real Decreto 1627/1997 en su Art. 7.1. , expone que en aplicación de este Estudio los contratistas elaborarán un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el presente Estudio. Este Plan lo realizará de acuerdo a las características definidas en el Estudio y de acuerdo a lo exigido en el Pliego de Condiciones.

8.1.2 Ámbito de aplicación

El presente Estudio afecta a todos los trabajos que se realicen en la obra situada en la Central de Ciclo Combinado en Sabón (Arteixo),A Coruña.

Los trabajadores de las empresas subcontratadas y los autónomos, se considerarán a efectos de seguridad en los trabajos como trabajadores de la empresa de Contrata principal y sometidos al Plan de Seguridad y Salud que elabore el contratista. Además, la empresa subcontratada, deberá cumplir las

mismas obligaciones para sus trabajadores que la empresa de contrata con los suyos, si bien esta última debe informar a la subcontrata de los riesgos para que sea ésta la que, a su vez, informe a sus trabajadores.

8.1.3 Características de la obra.

8.1.4 Datos de la obra.

Obra: Reducción de consumo en sistemas auxiliares de Central de Ciclo Combinado.

Situación: Avenida del embalse S/N,

Promotor: Gas Natural Fenosa, SDG.

Dirección facultativa: Universidade da Coruña

Autor del Estudio: Juan Luis Pensado Méndez

8.1.5 Accesos.

El acceso de la maquinaria y del personal de obra se definirá en la fase de replanteo de la obra.

8.1.6 Personal previsto.

El personal previsto como máximo, en un momento puntual para el desarrollo de la obra es de aproximadamente 10 trabajadores.

8.1.7 Presupuesto de ejecución.

El presupuesto total estimado para la ejecución de todas las actividades recogidas en el proyecto de ejecución asciende a 46.323,36 EUROS.

8.1.8 Plazo de ejecución.

El plazo de ejecución previsto de la obra objeto del presente Estudio será de 45 días.

8.1.9 Riesgos y medidas preventivas al inicio de la obra.

Previo al inicio de la obra los contratistas deberán realizar el replanteo de la misma, solicitando a las Compañías Distribuidoras los planos de los servicios que previsiblemente pudieran ser afectados por la ejecución de la misma. Dichos planos deben estar permanentemente en obra.

8.1.10 Interferencias de servicios y servidumbres afectadas.

Antes del inicio de la obra hay que conocer los servicios públicos y/o privados (red de agua, gas, electricidad, saneamiento e infraestructuras de telecomunicaciones, carreteras, redes viarias) que pueden atravesar la zona de trabajo. Se deberá disponer, previamente al inicio de la obra, la siguiente documentación:

- Planos de servicio de la zona.
- Pliego de condiciones generales y particulares de las autorizaciones administrativas de obras y cruzamientos.
- Estudios georadar (en caso de ser necesario).
- Números de emergencias de las compañías de servicio.
- Acta de replanteo.

Una vez conocidas las infraestructuras de servicios y servidumbres que discurren por la zona, las empresas contratistas realizarán un replanteo y darán las instrucciones oportunas para que el trabajo se ejecute sin que resulte dañada ninguna de dichas instalaciones de servicio. En dicho replanteo quedarán marcados los lugares de acopio de materiales, escombros y maquinaria de obra pública, zonas de paso de peatones, vallado de las áreas de trabajo, señalización al tráfico a realizar, etc.

Seguidamente se presentan las normas básicas de seguridad a tener en cuenta ante la presencia de instalaciones de servicios en la zona de trabajo o en sus proximidades.

CONDUCCIONES DE GAS

Normas de seguridad:

Localizada la conducción de gas en los planos de servicio se marcará bien con piquetas su dirección y profundidad, o bien utilizando aerosoles de pintura fosforescente. Para la verificar la exactitud de los planos de servicios se debe comprobar la existencia en los alrededores de registros.

Cuando la conducción enterrada esté a profundidad igual o inferior a 1 m, se iniciará el trabajo haciendo catas a mano hasta llegar a la generatriz superior de la tubería.

- Cuando la tubería esté enterrada a profundidad superior a 1 metro, se empleará el medio mecánico disponible (retroexcavadora, o martillo neumático) hasta llegar a 1 m sobre la tubería, procediéndose a continuación como el punto anterior.
- Se cuidará especialmente el cumplimiento de la prohibición de fumar o realizar cualquier tipo de fuego o chispa en la zona de obra afectada.
- No se descubrirán tramos de tubería de gas de longitud superior a 15 m.
- Se vigilará especialmente que cualquier persona ajena a las operaciones no circule por las proximidades.
- En los trabajos se contará con la presencia, de al menos, de un extintor de incendios de polvo polivalente.
- Si fuera necesario utilizar algún medio de iluminación portátil, se utilizarán linternas que utilicen tensiones de seguridad (inferiores a 50V) y éstas además serán antideflagrantes y de envoltorio plástica.

- Queda prohibido cualquier tipo de trabajo sobre la tubería de gas. Estos quedan reservados a personal autorizado y contratado por la empresa distribuidora de gas.
- Queda prohibido almacenar material sobre la conducción.
- Queda prohibido utilizar las conducciones como punto de apoyo para suspender o levantar cargas.
- Queda prohibido utilizar las conducciones como punto de apoyo para salir de las zanjas.

En caso de rotura:

- Paralizar todos los trabajos y evacuar ordenadamente la zona de trabajo manteniendo la calma y la serenidad.
- Dar aviso a la compañía distribuidora de gas y al número de emergencia 112 para que se proceda a cortar el suministro, y si es necesario los bomberos y la policía evacuen las propiedades colindantes y corten el tráfico.
- Acotar zona del escape impidiendo que peatones y vehículos estén próximos pasen próximos a la zona del siniestro.
- Si se advierte que algún operario presenta síntomas de intoxicación (zumbido de oídos, mareas, falta de coordinación, etc.) abandonará de forma inmediata la zona, trasladándose a una zona de aire limpio. Recibirá asistencia médica lo más rápidamente posible.

LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS Y AÉREAS

Normas de seguridad:

- Localizada la línea eléctrica subterránea en los planos de servicio se marcará bien con piquetas su dirección y profundidad, o bien utilizando aerosoles de pintura fosforescente. Se verificarán los datos recogidos en los planos de servicio mediante realizando una medición con un detector de campo que indique el trazado y profundidad del conductor eléctrico.
- No es aconsejable llegar con máquinas excavadoras a menos de un metro de las líneas eléctricas subterráneas y con martillos neumáticos hasta 0.5 metros, concluyendo los últimos centímetros con herramientas manuales, para reducir el riesgo de perforación del cable.
- Una vez descubierta la línea podemos encontrar dos posibilidades; la línea está protegida por un prisma de hormigón, o bien los cables están al aire:
 1. En caso de existir un prisma de hormigón, continuaremos el trabajo sin realizar ninguna operación de demolición o picado del prisma.
 2. En caso de estar los cables al aire, paralizaremos los trabajos de forma inmediata, contactaremos con la empresa distribuidora con el objetivo que la línea sea descargada, o bien operarios autorizados y contratados por la empresa distribuidora realicen un aislamiento de seguridad de la línea. Hasta que no se descargue o se aisle la línea eléctrica se evacuará y vallará la zona de trabajo.
- Queda prohibido cualquier tipo de trabajo sobre la red eléctrica.

Estos quedan reservados a personal autorizado y contratado por la empresa distribuidora de electricidad.

- Queda prohibido almacenar material sobre el prisma o el cable eléctrico.
- Queda prohibido utilizar el prisma como punto de apoyo para suspender o levantar cargas.

- Queda prohibido utilizar el prisma como punto de apoyo para salir de las zanjas.
- Ante la existencia de una línea eléctrica aérea se colocarán porterías con banderolas de color blanco y rojo que delimiten la altura máxima.
- Ante trabajos en proximidad, se solicitará a la compañía la protección de los cables.

En caso de rotura:

- Paralizar todos los trabajos y evacuar ordenadamente la zona de trabajo manteniendo la calma y la serenidad. No tocar ningún conductor eléctrico. En caso que la línea eléctrica haya sido seccionada total o parcialmente por maquinaria de obra pública, el conductor no abandonará la cabina hasta que el suministro haya sido interrumpido.
- Dar aviso a la compañía distribuidora de electricidad y al número de emergencia 112 para que se proceda a cortar el suministro, y si es necesario los bomberos y la policía evacuen las propiedades colindantes y corten el tráfico.
- Acotar zona del siniestro impidiendo que peatones y vehículos estén próximos a él.
- En caso que un trabajador reciba un contacto eléctrico se avisará inmediatamente al número de emergencia 112, y no se actuará sobre él hasta que no haya confirmación de la compañía eléctrica del corte del suministro.

CONDUCCIONES DE AGUA

Normas de seguridad:

- Localizada la conducción de agua en los planos de servicio se marcará bien con piquetas su dirección y profundidad, o bien utilizando aerosoles de pintura fosforescente. Para la verificar la exactitud de los planos de servicios se debe comprobar la existencia en los alrededores de registros.
- Conocido el trazado y profundidad de la conducción se excavará con medios mecánicos hasta aproximadamente 0.5m de la conducción, a partir de los cuales se utilizarán medios manuales.
- Si se duda sobre el trazado y profundidad exacta se realizarán catas con medios manuales hasta encontrar la conducción.
- Se deberán apuntalar o suspender las tuberías descubiertas en grandes tramos.
- Queda prohibido cualquier tipo de trabajo sobre la tubería de agua. Estos quedan reservados a personal autorizado y contratado por la empresa distribuidora de agua.
- Queda prohibido almacenar material sobre la tubería.
- Queda prohibido utilizar la tubería como punto de apoyo para suspender o levantar cargas.
- Queda prohibido utilizar la tubería como punto de apoyo para salir de las zanjas.

En caso de rotura:

- Paralizar todos los trabajos y evacuar ordenadamente la zona de trabajo manteniendo la calma y la serenidad.

- Dar aviso a la compañía distribuidora de agua y al número de emergencia 112 para que se proceda a cortar el suministro, y si es necesario los bomberos y la policía evacuen las propiedades colindantes y corten el tráfico.
- Acotar zona del siniestro impidiendo que peatones y vehículos estén próximos a la zona inundada.

Una vez el suministro haya sido cortado, se procederá al achique del agua de las zanjas. Si la inundación es de grandes dimensiones se solicitará a los bomberos que achiquen el agua. En caso de pequeñas inundaciones se vaciará el agua de las zanjas mediante cubos.

8.1.11 Vallado provisional de la obra y señalización

Las condiciones del vallado serán:

- Las vallas a utilizar como cerramiento y a su vez como protección de las zonas de trabajo y zanjas, serán de las denominadas vallas tipo ayuntamiento o vallas de contención, con 2.5m de anchura, 1m de altura, fabricadas en tubo de acero, de color blanco o amarillo y con elementos de amarre.
- Las vallas se dispondrán en todo el perímetro de la obra, a una distancia del borde de 60 cm, ancladas entre sí con los elementos de amarre de que disponen.
- Las zonas donde trabaje maquinaria deberán quedar perfectamente valladas y delimitadas. El acceso a la zona de trabajo se realizará retirando las vallas necesarias, y una vez la máquina este dentro, se volverán a colocar las vallas en su posición inicial. Estas vallas proporcionaran una barrera física entre las máquinas y el personal que realice la obra, los peatones y los vehículos que utilicen la vía pública.

- Cuando se ejecuten obras en acera y no sea posible mantener en la misma un paso de peatones de al menos 1.5 metros de anchura, deberá habilitarse un pasillo de dicha anchura en la zona de la calzada más próxima al bordillo. Dicho pasillo deberá protegerse en sentido longitudinal, por ambos lados, con una línea continua de vallas y deberá emplearse señalización nocturna para una mejor visualización de la invasión de la calzada.
- Las personas que realicen obras en la vía pública o colindante, deberán prevenir el ensuciamiento de la misma y los daños a personas o cosas. Para ello es obligatorio colocar vallas y elementos de protección para la carga y descarga de materiales y productos de derribo.
- Los materiales de suministro, así como los residuales, se dispondrán en el interior de la obra o dentro de la zona acotada de la vía pública debidamente autorizada. Si hubiera que depositarlos en la vía pública, será necesaria autorización municipal y se hará en un recipiente adecuado, pero nunca en contacto directo con el suelo.
- Todas las operaciones de obras como amasar, aserrar, etc., se efectuarán en el interior del inmueble de la obra o dentro de la zona acotada de vía pública debidamente autorizada, estando totalmente prohibida la utilización del resto de vía pública para estos menesteres.
- En la realización de calicatas, deberá procederse a su cerramiento conforme a lo establecido en la Ordenanza Municipal de Obras e Instalaciones que impliquen afección de la vía pública.
- Al objeto de evitar el ensuciamiento de la vía pública, de forma inmediata a producirse el relleno de la calicata deberá procederse a la reposición del pavimento afectado. En ningún caso, podrán retirarse las señalizaciones y

vallas protectoras hasta que se haya procedido a la reposición de los pavimentos en su estado original.

- Es obligación del constructor la limpieza diaria y sistemática de la vía pública que resulte afectada por la construcción de edificios o realización de obras, incluido el ensuciamiento derivado del trasiego de maquinaria y vehículos de carga por el viario de acceso o salida al lugar de la obra.

Las condiciones del vallado del cerramiento provisional de la obra serán de 2 metros de altura.

El vallado deberá ser revisado periódicamente por el encargado o Jefe de obra.

Respecto a la señalización se deberá tener en cuenta:

- Los elementos de señalización y protecciones horizontales y verticales, deberán mantenerse hasta la total finalización de los trabajos de reposición, limpieza y retirada de maquinaria y escombros.
- Deberá presentar la siguiente señalización cuando sea de aplicación:
 - Prohibido aparcar.
 - Prohibido el paso.
 - Prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra.
 - Obligatoriedad del uso del casco, botas y protección auditiva en el recinto de la obra.
 - Cartel de obra.
 - En los lugares de paso y de poca luminosidad, deberá colocarse focos de balizamiento intermitente.

8.1.12 Primeros auxilios y asistencia sanitaria.

Deberá existir siempre un vehículo en la zona en que se desarrollen los trabajos para los desplazamientos necesarios.

Se dispondrá de un botiquín portátil en el vehículo para efectuar las curas de urgencia. Se hará cargo de dicho botiquín la persona más capacitada.

Se dispondrá en sitio visible una lista con los teléfonos y direcciones de emergencias para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados presente obra, situada en el Término Municipal de Madrid en caso de accidente o emergencia, los teléfonos y direcciones de los Centros Sanitarios y de urgencias a los que acudir serán:

- EMERGENCIAS: 112

- POLICIA: 091

- BOMBEROS: 080

- AMBULANCIAS: 061

- CENTRO SANITARIO: queda definido en apartado 2.9, Medidas de emergencia, del Pliego de Condiciones del presente Estudio de Seguridad y Salud.

8.1.13 Riesgos y medidas preventivas de las actividades de obra.

Para la realización del presente proyecto de ejecución de obra, se tendrán en cuenta las siguientes unidades constructivas:

- Replanteo
- Manipulación y transporte de materiales

- Excavación
- Izado, desplazamiento y colocación de cargas
- Canalización de la línea
- Trabajos en altura
- Tendido de conductores en canalización subterránea

8.1.14 Replanteo.

El replanteo de la obra se realizará antes del inicio de la misma teniendo en cuenta las instalaciones y servicios públicos y privados, así como los condicionantes propios de los terrenos y áreas donde se ubicará la obra.

Aunque esta actividad es previa al inicio de la obra presenta riesgos, y por lo tanto es necesario identificar los riesgos previsibles así como definir las medidas de prevención y protección a aplicar.

Principales riesgos derivados:

- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas de personas a distinto nivel
- Atropellos
- Contactos eléctricos directos
- Caídas de objetos
- Pisadas sobre objetos

- Proyecciones

- Choques y golpes

- Condiciones ambientales del puesto

- Agresiones de animales.

Medidas preventivas:

- Deben evitarse subidas o accesos por zonas con mucha pendiente, si no se está debidamente amarrado a una sistema anticaídas (línea de vida, dispositivo anticaídas y arnés de seguridad).

- Todo el equipo debe usar botas antideslizantes y especiales para evitar caídas por las pendientes y al mismo nivel.

- Todos los trabajos que se realicen en alturas, de comprobación o replanteo, tiene que desarrollarse utilizando un sistema anticaídas (línea de vida, dispositivo anticaídas y arnés de seguridad).

- Para la realización de las comprobaciones o materializar datos en zonas de encofrado o en alturas de estructuras y obras de fábrica, tendrá que acceder por escaleras reglamentarias o accesos adecuados, como estructuras tubulares (escaleras fijas).

- No se podrá realizar una labor de replanteo en las estructuras, hasta que estén los bordes y huecos protegidos con las correspondientes barandillas, o paños de redes que cubran dichos huecos.

- Debe evitarse la estancia durante los replanteos, en zonas que puedan caer objetos, por lo que se avisarán a los equipos de trabajo para que eviten acciones con herramientas hasta que se haya abandonado la zona.

- Para clavar las estacas con ayuda de los punteros largos se tendrá que usar guantes, y punteros con protector de golpes en manos.

- Deben evitarse el uso de los punteros que presenten deformaciones en la zona de golpes, por tener riesgo de proyección de partículas de acero, en cara y ojos. Se usarán gafas antipartículas, durante estas operaciones.

- En tajos donde la maquinaria esté en movimiento y en zonas donde se aporten materiales mediante camiones, se evitará la estancia de los equipos de replanteo, respetando una distancia de replanteo de acuerdo con la Dirección Facultativa y el Jefe de Obra.

- En los tajos que por necesidades se tenga que realizar alguna comprobación con la maquinaria funcionando y en movimiento, se realizará las comprobaciones, preferentemente parando por un momento el proceso constructivo, o en su caso realizar las comprobaciones siempre mirando hacia la maquina y nunca de espaldas a la misma.

- Se comprobarán antes de realizar los replanteos la existencia de cables eléctricos y demás servicios afectados, para evitar contactos directos o indirectos con los mismos
- Los replanteos en zonas de tráfico se realizarán con chalecos reflectantes, y en caso de peligro con mucho tráfico los replanteos se realizarán con el apoyo de señalistas.

- Las miras utilizadas, serán dieléctricas.

- En el vehículo se tendrá continuamente un botiquín que contenga los mínimos para la atención de urgencias, así como, antiinflamatorios para aplicar en caso de picaduras de insectos.

Equipos de Protección Individual:

- Casco homologado con barbuquejo.
- Mascarilla antipolvo.
- Filtros para reposición de mascarillas.
- Pantallas facial anti-impactos.
- Cinturón de seguridad arnés con sistema de seguridad y posicionamiento.
- Mono de trabajo.
- Traje de agua.
- Chalecos reflectantes.
- Guantes de lona y piel.
- Botas de agua, para protección frente al agua y la humedad.
- Botas de seguridad.

8.1.15 Manipulación y transporte de materiales.

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes al transporte de los materiales en el lugar de ejecución de la obra, tanto para las personas que están ejecutando la operación como para las que se encuentran en las proximidades.

Principales riesgos derivados:

- Caída de personas al mismo nivel.
- Cortes.

- Caída de objetos.
- Choques y golpes.
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
- Atrapamiento.
- Condiciones ambientales
- Sobrecarga física.
- Tráfico

Medidas preventivas a adoptar:

- Inspección del estado del terreno.
- Utilizar los pasos y vías existentes.
- Limitar la velocidad de los vehículos.
- Delimitación de puntos peligrosos (zanjas, pozos, ...).
- Respetar zonas señalizadas y delimitadas.
- Exigir y mantener orden.
- Precaución en transporte de materiales.

- Se establecerá un único responsable para las maniobras a realizar, efectuándose un estudio previo y detenido de las mismas así como de los medios necesarios para ellas.

- El responsable de las maniobras tomará las medidas oportunas para impedir el acceso de personas a la zona afectada por los trabajos.
- Se comprobará el correcto estado de todos los elementos necesarios para la operación, así como la adecuación de los medios de amarre y sustentación. Se prestará especial atención a la verificación de que los dispositivos de seguridad funcionan correctamente, así como la verificación de I.T.V. y seguro del vehículo.

- Siempre que sea factible, se aproximará el medio de transporte a la carga a manipular, utilizándolo con las menores cantidades posibles de pluma y cable desplegados, para evitar movimientos no deseados.

- Se comprobará que la carga a maniobrar está correctamente estrobada.

- Se pondrá especial atención a la forma de anclaje y estabilidad del medio de elevación (extensión y asentamiento de gatos hidráulicos).

- La grúa se manejará preferentemente desde el lado opuesto al posible vuelco de la misma.

- Se comprobará la reacción de la máquina y el equilibrado de la carga, levantando ligeramente ésta del transporte o del suelo.

- No se realizarán maniobras más allá de los límites marcados en las instrucciones de la máquina.

- La manipulación de las cargas, se efectuará sin movimientos bruscos.

- El responsable de las maniobras vigilará constantemente el desplazamiento de la carga y que ésta no quede suspendida mientras la máquina está desatendida.

- Una vez comprobado que la carga está bien asentada, será necesario poner el medio de elevación en punto muerto y efectuar la parada del mismo, antes de llevar a cabo el desenganche de la carga.
- En los trabajos realizados en proximidad a instalaciones con tensión se tendrá en cuenta lo establecido al respecto en el punto 2.2.2 del Pliego de Condiciones del presente Estudio.

Trabajos en proximidad de instalaciones con tensión:

- Estos trabajos se realizarán según los criterios establecidos en el Real Decreto 614/2001, Anexo V, Trabajos en Proximidad, Apartado B.2 Obras y otras actividades en las que se produzcan movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas.
- En el desplazamiento de las plumas, será necesario que en todo momento las distancias sean superiores a 3 m hasta 66 kV, 5 m entre 66 y 220 kV y 7 m hasta 380 kV. En el caso de que se pueda desplazar la pluma por algún descuido a distancias menores, será necesario el bloqueo de la misma para impedir este desplazamiento no deseado.
- No obstante lo anterior, siempre se mantendrán como mínimo las distancias de seguridad y se actuará bajo la supervisión permanente de un responsable, que como mínimo será un trabajador autorizado, que cuidará del mantenimiento de las medidas de seguridad fijadas, delimitación de la zona de trabajo y en su caso, solicitud de pantallas protectoras.
- Si persistiera el riesgo, se tramitará la petición de Descargo o se efectuará el trabajo con los métodos de Trabajos en Tensión.
- En condiciones climatológicas adversas (fuertes vientos, etc...) se incrementarán las distancias del apartado anterior, se dirigirán las cargas con medios auxiliares

no conductores, se apantallarán las partes activas próximas a los trabajos o se llegará incluso hasta la paralización de los mismos.

- En todos los trabajos de este tipo, será necesario la colocación de la correspondiente puesta a tierra del medio de elevación.
- Se delimitará y señalizará la zona de trabajo con respecto a los límites de actuación del brazo de la grúa, tanto horizontal como verticalmente, si ésta no se encontrara dentro de la propia zona de los trabajos.

Transporte por carretera o vía pública:

- Se tendrá en cuenta lo establecido en el Reglamento General de Circulación con respecto a aspectos como: Peso de las cargas, dimensiones, señalizaciones, autorizaciones, etc...
- En los vehículos que transporten conjuntamente personal y carga, éstos deberán ir en habitáculos independientes.
- Quedan excluidos de éstas Normas los transportes especiales y de mercancías peligrosas.

Protecciones individuales a utilizar:

- Guantes protección.
- Cascos de seguridad.
- Botas de seguridad.
- chaleco reflectante.

8.1.16 Izado, desplazamiento y colocación de cargas

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes a las labores de mover y colocar las cargas durante el desarrollo de la obra, tanto para las personas que están ejecutando la operación como para las que se encuentran en las proximidades.

Principales riesgos derivados:

- Caídas de personas al mismo nivel

- Pisadas sobre objetos

- Caída de objetos

- Cortes

- Atrapamientos

- Choques y golpes

- Desprendimientos, desplomes y derrumbes

- Contactos eléctricos

- Tráfico

- Agresiones de animales

Medidas preventivas a adoptar:

- Para evitar los riesgos de vuelco y atoramiento de los camiones de suministro de las máquinas, está previsto la compactación de una zona específica para este menester. El Encargado comprobará la ejecución del área de recepción y

descarga; dará las órdenes oportunas para que se realice su mantenimiento y comprobará que se efectúa.

- Antes de iniciar las maniobras se instalarán calzos inmovilizadores en las ruedas y los gatos estabilizadores.

- El personal permanecerá fuera del radio de acción de las máquinas. Si no fuera posible este extremo se situará en lugares visibles al abrigo de su propio vehículo y se interrumpirá el tráfico con ayuda de señalistas.

- Se vigilarán las operaciones de carga y descarga, forma de embragar y estado de los cables.

- Cuando la carga no tenga rigidez, se emplearán balancines o similar con varios puntos de enganche.

- No se permanecerá debajo de las cargas en suspensión.

- Se vigilará el estado de los cables, eslingas, balancines, ganchos y estribos, antes de cada operación.

- El izado de cargas alargadas se hará suspendiendo la misma en dos puntos separados, para que permanezca estable, evitando la permanencia o paso de personas bajo cargas suspendidas. El ángulo superior formado por los dos extremos del aparejo a la altura de la argolla e cuelgue será igual o inferior a 90°. Si la colocación se realiza a través de carreteras o caminos, se cortará el tráfico mientras dure la operación, y nadie pasará por debajo de ellas.

- Deberán acentuarse las precauciones si existiera viento con cierta intensidad, llegándose a parar los trabajos en caso necesario.

- Se comprobará el estado de las zonas próximas a la del movimiento de la grúa, manteniendo la precaución necesaria en caso de golpeo accidental de la pluma, por si pudiera producirse derrumbe.

- En el caso de elementos próximos en tensión, se deberá aislar la zona de trabajo convenientemente.

- Todo el personal que intervenga en las operaciones de izado estará instruido precisamente acerca de su cometido y forma de realizar los trabajos.
- Se acotarán y señalizarán las zonas de influencia de las grúas y el radio de acción de las cargas.

- Todo el material quedará bien acopiado, en buen estado de orden, quedando las cargas bien asentadas y sujetas.

- El acopio de material quedará señalizado/protegido en todo su perímetro.

Protecciones colectivas a utilizar:

- Cinta de balizamiento.

- Señalización de carreteras (según el caso).

- Vallas tipo ayuntamiento.

Protecciones individuales a utilizar:

- Casco de seguridad

- Guantes de protección

- Guantes impermeables (mantenimiento).

- Calzado de seguridad.

- Ropa de trabajo.

8.1.17 Trabajos en altura.

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes a la ejecución de trabajos en altura considerando como tal a todo aquel que se desarrolle a más de 2 metros de altura según el Real Decreto 1627/1997.

Principales riesgos derivados:

- Caída de personas a distinto nivel.

- Caída de objetos.

- Desprendimientos, desplomes y derrumbes

- Cortes.

- Sobreesfuerzos

- Contactos eléctricos

- Carga física.

Medidas preventivas a adoptar:

- Inspección del estado del terreno y del lugar de trabajo en altura, observando, pinchando y golpeando el apoyo o empujándolo perpendicularmente a la línea en caso de tratarse de trabajos en apoyos.

- Si el trabajo se realiza sobre un apoyo consolidación o arriostramiento del mismo en caso del mal estado, duda o modificación de sus condiciones de equilibrio (vg.: corte de conductores).

- Ascenso y descenso con medios y métodos seguros;

- Escaleras adecuadas y sujetas por su parte superior hasta 3.5m

- Uso de sistemas anticaídas (línea de vida, cestas, barquillas, etc)

- Uso de varillas adecuadas,

- Siempre tres puntos de apoyo, etc.

- Estancia en el lugar de trabajo altura utilizando el cinturón con dos puntos de amarre o con línea de vida, evitando posturas inestables con calzado y medios de trabajo adecuados.

- Delimitar y señalizar la zona de trabajo.

- Llevar herramientas atadas a la muñeca.

- Cuerdas y poleas (si fuera necesario) para subir y bajar materiales.

- Evitar zona de posible caída de objetos.

- Interrupción de trabajos si así se considera por el Jefe de Trabajos.

- Amarre escaleras de ganchos con cadena de cierre.

- Para trabajos en horizontal amarre de ambos extremos.

- Utilizar siempre el cinturón amarrado un elemento de anclaje.

- En el punto de corte:

- Ejecución del Descargo.

- Creación de la Zona Protegida.

- Establecimiento de la Zona de Trabajo.

- Las propias de trabajos en proximidad (Distancias, Apantallamiento, Descargo...) si fueran necesarias.

- Evitar movimiento de conductores.

Protecciones colectivas a utilizar:

- Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...).

- Detectores de ausencia de tensión.
- Equipos de Puesta a tierra y en cortocircuito.

- Las propias de los trabajos a realizar.

- Bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.

Protecciones individuales a utilizar:

- Cinturón de seguridad arnés con sistema de seguridad y posicionamiento.

- Guantes de protección

- Botas de seguridad

- Casco de seguridad con barbuquejo.

8.1.18 Hormigonado y reposición del pavimento.

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes a las labores de hormigonar y reponer el pavimento tanto para las personas que están ejecutando la operación como para las que se encuentran en las proximidades.

Principales riesgos derivados:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de objetos.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques y golpes.
- Proyecciones
- Atrapamientos
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a sustancias nocivas (dermatosis, por contacto de la piel con el cemento, neuroconiosis, por la aspiración del polvo del cemento).
- Tráfico.
- Agresiones de animales

Medidas preventivas a adoptar:

- Previamente al inicio del vertido del hormigón, directamente con el camión hormigonera, se instalarán fuertes topes en el lugar donde haya de quedar situado el camión, siendo conveniente no estacionarlo en rampas con pendientes fuertes, para evitar posibles vuelcos.

- Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigonera a menos de 2 metros de la excavación.

- Los operarios nunca se situarán detrás de los vehículos en maniobras de marcha atrás que, por otra parte, siempre deberán ser dirigidos desde fuera del vehículo. Tampoco se situarán en el lugar del hormigonado hasta que el camión hormigonera no esté situado en posición de vertido.

- Se instalarán barandillas sólidas al frente de la excavación protegiendo el tajo de vía de la canaleta.

- Los vehículos utilizados serán revisados antes del comienzo de la obra y durante el desarrollo de ésta se llevarán a cabo revisiones periódicas a fin de garantizar su buen estado de funcionamiento y seguridad.

- No sobrepasará la carga especificada para cada vehículo.

- Se regarán los tajos convencionalmente y con la frecuencia necesaria para evitar la formación de ambiente pulvígeno.

- Se mantendrá en todo momento la señalización viaria establecida para el diseño de caminos y carreteras.

- No se permitirá la presencia sobre la extendedora de asfalto de otra persona que no sea el conductor.

- Las maniobras de aproximación y vertido de productos asfálticos estarán dirigidas por un especialista.

- El hormigonado se hace por vertido directo y continuo.

- Los palets de baldosa se apilarán en los sitios previstos de forma que supongan el menor obstáculo para los distintos trabajos en las proximidades y para la circulación de personas y vehículos.

- Se dispondrán pasarelas de madera para las zonas y accesos a fincas que no puedan ser cortadas.

- La descarga de los palets de baldosa la ejecutará una persona entrenada por el encargado del tajo.

- Los flejes de los palets de baldosa no se cortarán tirando, con la mano, debiendo disponer de la herramienta adecuada para evitar accidentes y corte.

Protecciones colectivas a utilizar:

- Cinta de balizamiento.

- Señalización de carreteras (según el caso).

- Vallas tipo ayuntamiento.

Protecciones individuales a utilizar:

- Casco de seguridad

- Botas de seguridad

- Botas de agua de seguridad con puntera y plantilla reforzada en acero.

- Guantes de protección

- Guantes de goma para el trabajo con el hormigón.

- Ropa de protección para el mal tiempo.

- Cinturón de seguridad arnés con sistema de seguridad y posicionamiento.

- Gafas de protección contra la proyección de partículas.

8.1.19 Trabajos en frío

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes a las operaciones llevadas a cabo en instalaciones de MT /BT con ausencia de tensión

Principales riesgos derivados:

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.

- Caída de objetos.

- Desprendimientos, desplomes y derrumbes.

- Choques y golpes.

- Proyecciones.

- Contactos eléctricos.

- Arco eléctrico.

- Explosiones.

- Agresión de animales.

Medidas preventivas a adoptar:

- Se deberá tener en cuenta todo lo establecido en el Procedimiento de descargo en instalaciones de tensión $1\text{kV} < V < 33\text{ kV}$

- En el lugar de corte:

- Apertura de los circuitos, a fin de aislar todas las fuentes de tensión que pueden alimentar la instalación en la que debe trabajarse. Esta apertura debe efectuarse en cada uno de los conductores, comprendido el neutro, y en los mediante elementos de corte omnipolar o, en su defecto abriendo primero las fases y en último lugar el neutro.

- En caso de que la instalación funcionalmente no permita separar o seccionar el neutro, o éste sea en bucle, se adoptará una de las siguientes medidas:

- Realizar el trabajo como un trabajo en tensión.

- Realizarlo de acuerdo con normas particulares de la Empresa.

- 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 prohibición de maniobrarlo.

- Verificación de la ausencia de tensión. La verificación se efectuará en cada uno de los conductores, incluido el neutro y los de alumbrado público si los hubiere, en una zona lo más próxima posible al punto de corte, así como en las masas metálicas próximas (palomillas, vientos, cajas, etc.).

- En el propio lugar de trabajo:

- Verificación de la ausencia de tensión.

- Puesta en cortocircuito. En el caso de redes aéreas, una vez efectuada la verificación de ausencia de tensión, se procederá seguidamente a la puesta en cortocircuito. Dicha operación, debe efectuarse lo más cerca posible del lugar de trabajo y en cada uno de los conductores sin tensión, incluyendo el neutro y los conductores de alumbrado público si existieran.

- En el caso de redes conductoras aisladas, si la puesta en cortocircuito 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 hay posibilidad de error en la identificación de la misma.

- Reposición de la tensión después del trabajo.

- Después de la ejecución del trabajo, y antes de dar tensión a la instalación, deben efectuarse las operaciones siguientes:
 - En el lugar de trabajo:

 - Si el trabajo ha necesitado la participación de varias personas, el responsable del mismo las reunirá y notificará que se va a proceder a dar tensión.

 - Retirar las puestas en cortocircuito, si las hubiere.

 - En el lugar del corte:

 - Retirar el enclavamiento o bloqueo y/o señalización.

 - Cerrar circuitos.

Protecciones colectivas a utilizar:

- Protección frente a contactos eléctricos (aislamientos, puestas a tierra, dispositivos de corte por intensidad o tensión de defecto).
- Protección contra sobreintensidades (fusibles e interruptores automáticos).
- Protección contra sobretensiones (descargadores a tierra).
- Señalización y delimitación.

Protecciones individuales a utilizar:

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad antideslizante.
- chaleco reflectante.
- Guantes de protección.
- Cinturón de seguridad arnés con sistema de seguridad y posicionamiento.

8.1.20 Riesgos y medidas preventivas de los medios auxiliares.

Para ejecución de las obras, se prevé que se utilicen los siguientes medios auxiliares:

Elementos de izado.

Escaleras manuales.

Andamios tubulares.

8.1.21 Elementos de izado.

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes al empleo de elementos de izado empleado en la descarga, carga y desplazamiento de material en la obra.

Principales riesgos derivados:

- Caída de objetos

- Choques y golpes

- Atrapamientos

- Sobreesfuerzos.

- Desprendimientos, desplomes y derrumbes.

Medidas preventivas a adoptar:

- Los accesorios de elevación resistirán a los esfuerzos a que estén sometidos durante el funcionamiento y, si procede, cuando no funcionen, en las condiciones de instalación y explotación previstas por el fabricante y en todas las configuraciones correspondientes, teniendo en cuenta, en su caso, los efectos producidos por los factores atmosféricos y los esfuerzos a que los sometan las personas. Este requisito deberá cumplirse igualmente durante el transporte, montaje y desmontaje.

- Los accesorios de elevación se diseñarán y fabricarán de forma que se eviten los fallos debidos a la fatiga o al desgaste, habida cuenta de la utilización prevista.

- Los materiales empleados deberán elegirse teniendo en cuenta las condiciones ambientales de trabajo que el fabricante haya previsto, especialmente en lo que respecta a la corrosión, abrasión, choques, sensibilidad al frío y envejecimiento.
- El diseño y fabricación de los accesorios serán tales que puedan soportar sin deformación permanente o defecto visible las sobrecargas debidas a las pruebas estáticas.

Cuerdas.

- Una cuerda es un elemento textil cuyo diámetro no es inferior a 4 milímetros, constituida por cordones retorcidos o trenzados, con o sin alma.
Las cuerdas para izar o transportar cargas tendrán un factor mínimo de seguridad de 10 (diez).
- En cada una deberá figurar la carga de trabajo y etiqueta de certificado.
- Se desecharán y destruirán aquéllas que no tengan marcada la carga de trabajo o estén desgastadas, cortadas, etc.
- No se deslizarán sobre superficies ásperas o en contacto con tierras, arenas o sobre ángulos o aristas cortantes, a no ser que vayan protegidas.
- Toda cuerda de cáñamo que se devuelva al almacén después de concluir un trabajo debe ser examinada en toda su longitud.
- En primer lugar, se deberán deshacer los nudos que pudiera tener, puesto que conservan la humedad y se lavarán las manchas.
- Después de bien seca, se buscarán los posibles deterioros: cortes, acuñamientos, ataques de ácidos, etc.

- Las cuerdas deberán almacenarse en un lugar sombrío, seco y bien aireado, al abrigo de vapores y tomando todas las prevenciones posibles contra las ratas.

- Se procurará que no estén en contacto directo con el suelo, aislándolas de éste mediante estacas o paletas, que permitan el paso de aire bajo los rollos.

- Las cuerdas de fibra sintética deberán almacenarse a una temperatura inferior a los 60°.
- Se evitarán inútiles exposiciones a la luz.

- Se evitará el contacto con grasas, ácidos o productos corrosivos.

- Una cuerda utilizada en un equipo anticaídas, que ya haya detenido la caída de un trabajador, no deberá ser utilizada de nuevo, al menos para este cometido.

- Se examinarán las cuerdas en toda su longitud antes de su puesta en servicio.

- Se evitarán los ángulos vivos.

- Si se debe utilizar una cuerda en las cercanías de una llama, se protegerá mediante una funda de cuero al cromo, por ejemplo.

- Las cuerdas que han de soportar cargas, trabajando a tracción, no han de tener nudo alguno. Los nudos disminuyen la resistencia de la cuerda.
- Es fundamental proteger las cuerdas contra la abrasión, evitando todo contacto con ángulos vivos y utilizando unos guardacabos en los anillos de las eslingas.

- La presión sobre ángulos vivos puede ocasionar cortes en las fibras y producir una disminución peligrosa de la resistencia de la cuerda. Para evitarlo, se deberá colocar algún material flexible (tejido, cartón, etc.) entre la cuerda y las aristas vivas.

Cables

- Un cordón está constituido por varios alambres de acero dispuestos helicoidalmente en una o varias capas. Un cable de cordones está constituido por varios cordones dispuestos helicoidalmente en una o varias capas superpuestas, alrededor de un alma.

- Los cables serán de construcción y tamaño apropiados para las operaciones en que se hayan de emplear.

- El factor de seguridad para los mismos no será inferior a seis.

- En cada uno deberá figurar el marcado CE, la carga de trabajo y etiqueta de certificado.

- Los ajustes de ojales y los lazos para los ganchos, anillos y argollas, estarán provistos de guardacabos resistentes.

- Estarán siempre libres de nudos, sin torceduras permanentes y otros defectos.

- Se inspeccionará periódicamente el número de hilos rotos, desechándose aquellos cables en que lo estén en más del 10% de los mismos, contados a lo largo de dos tramos del cableado, separados entre sí por una distancia inferior a ocho veces su diámetro.

- Los cables utilizados directamente para levantar o soportar la carga no deberán llevar ningún empalme, excepto el de sus extremos (únicamente se tolerarán los empalmes en aquellas instalaciones destinadas, desde su diseño, a modificarse regularmente en función de las necesidades de una explotación). El coeficiente de utilización del conjunto formado por el cable y la terminación se seleccionará de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado. El diámetro de los tambores de izar no será inferior a 20 veces el del cable, siempre que sea también 300 veces el diámetro del alambre mayor.

- Es preciso atenerse a las recomendaciones del fabricante de los aparatos de elevación, en lo que se refiere al tipo de cable a utilizar, para evitar el desgaste prematuro de este último e incluso su destrucción. En ningún caso se utilizarán cables distintos a los recomendados.

- Los extremos de los cables estarán protegidos por refuerzos para evitar el descableado.

- Los diámetros mínimos para el enrollamiento o doblado de los cables deben ser cuidadosamente observados para evitar el deterioro por fatiga.

- Antes de efectuar el corte de un cable, es preciso asegurar todos los cordones para evitar el deshilachado de éstos y descableado general.

- Antes de proceder a la utilización del cable para elevar una carga, se deberá asegurar que su resistencia es la adecuada.

- Para desenrollar una bobina o un rollo de cable, lo haremos rodar en el suelo, fijando el extremo libre de alguna manera. No tiraremos nunca del extremo libre. O bien, dejar girar el soporte (bobina, aspa, etc.), colocándolo previamente en un bastidor adecuado provisto de un freno que impida tomar velocidad a la bobina.

- Para enrollar un cable se deberá proceder a la inversa en ambos casos.

- La unión de cables no debe realizarse nunca mediante nudos, que los deterioran, sino utilizando guardacabos y mordazas sujetacables.

- Normalmente, los cables se suministran lubricados y para garantizar su mantenimiento es suficiente con utilizar el tipo de grasa recomendado por el fabricante.

- Algunos tipos de cables especiales no deben ser engrasados, siguiendo en cada caso las indicaciones del fabricante.

- El cable se examinará en toda su longitud y después de una limpieza que lo desembarace de costras y suciedad.

- El examen de las partes más expuestas al deterioro o que presenten alambres rotos se efectuará estando el cable en reposo.

- Los controles se efectuarán siempre utilizando los medios de protección personal adecuados.

- Los motivos de retirada de un cable serán:
 - Rotura de un cordón.

 - Reducción anormal y localizada del diámetro.

 - Existencia de nudos.

 - Cuando la disminución del diámetro del cable en un punto cualquiera alcanza el 10% para los cables de cordones o el 3% para los cables cerrados.

 - Cuando el número de alambres rotos visibles alcanza el 20% del número total de hilos del cable, en una longitud igual a dos veces el paso de cableado.

 - Cuando la disminución de la sección de un cordón, medida en un paso cableado, alcanza el 40% de la sección total del cordón.

Cadenas.

- Las cadenas serán de hierro forjado o acero.

- El factor de seguridad será al menos de 5 (cinco) para la carga nominal máxima.

- En cada una deberá figurar el marcado CE, la carga de trabajo y etiqueta de certificado.
- Los anillos, ganchos, eslabones o argollas de los extremos serán del mismo material que las cadenas a las que van fijados.

- Todas las cadenas serán revisadas antes de ponerse en servicio.

- Cuando los eslabones sufran un desgaste excesivo o se hayan doblado o agrietado, serán cortados y reemplazados inmediatamente.

- Las cadenas se mantendrán libres de nudos y torceduras.

- Se enrollarán únicamente en tambores, ejes o poleas que estén provistas de ranuras que permitan el enrollado sin torceduras.

- La resistencia de una cadena es la de su componente más débil. Por ello, conviene retirar las cadenas:
 - Cuyo diámetro se haya reducido en más de un 5% por efecto del desgaste.
 - Que tengan un eslabón doblado, aplastado, estirado o abierto.

- Es conveniente que la unión entre el gancho de elevación y la cadena se realice mediante un anillo.

- No se deberá colocar nunca sobre la punta del gancho o directamente sobre la garganta del mismo.

- Bajo carga, la cadena debe quedar perfectamente recta y estirada, sin nudos.

- La cadena debe protegerse contra las aristas vivas.

- Deberán evitarse los movimientos bruscos de la carga durante la elevación, el descenso o el transporte.

- Una cadena se fragiliza con tiempo frío y en estas condiciones, bajo el efecto de un choque o esfuerzo brusco, puede romperse instantáneamente.

- Las cadenas deben ser manipuladas con precaución: evitar arrastrarlas por el suelo e incluso depositarlas en él, ya que están expuestas a los efectos de escorias, polvos, humedad y agentes químicos, además del deterioro mecánico que puede producirse.

- Las cadenas de carga instaladas en los equipos de elevación, deben estar convenientemente engrasadas para evitar la corrosión que reduce la resistencia y la vida útil.

Ganchos

- Serán de acero o hierro forjado.

- Estarán equipados con pestillos u otros dispositivos de seguridad de cierre para evitar que las cargas puedan salirse.

- Estarán certificados, quedando prohibida la utilización como gancho, de alambre o hierro doblados en forma de S.

- Las partes que estén en contacto con cadenas, cables o cuerdas serán redondeadas.

- Dada su forma, facilitan el rápido enganche de las cargas, pero estarán expuestos al riesgo de desenganche accidental, que debe prevenirse.

- Puesto que trabajan a flexión, los ganchos han sido estudiados exhaustivamente y su constitución obedece a normas muy severas, por lo que no debe tratarse de

construir uno mismo un gancho de manutención, partiendo de acero que pueda encontrarse en una obra o taller, cualquiera que sea su calidad.

- Uno de los accesorios más útiles para evitar el riesgo de desenganche accidental de la carga es el gancho de seguridad, que va provisto de una lengüeta que impide la salida involuntaria del cable o cadena.

- Solamente deben utilizarse ganchos provistos de dispositivo de seguridad contra desenganches accidentales y que presenten todas las características de una buena resistencia mecánica.

- No debe tratarse de deformar un gancho para aumentar la capacidad de paso de cable. No debe calentarse nunca un gancho para fijar una pieza por soldadura, por ejemplo, ya que el calentamiento modifica las características del acero.

- Un gancho abierto o doblado debe ser destruido.

- Durante el enganchado de la carga se deberá controlar:

- Que los esfuerzos sean soportados por el asiento del gancho, nunca por el pico.

- Que el dispositivo de seguridad contra desenganche accidental funcione perfectamente.

- Que ninguna fuerza externa tienda a deformar la abertura del gancho. En algunos casos, el simple balanceo de la carga puede producir estos esfuerzos externos.

Eslingas

- Se utilizarán preferentemente eslingas homologadas en vez de cables.

- En cada una debería figurar el marcado CE, la carga de trabajo y la etiqueta de certificado.

- Se desecharán y destruirán aquéllas que no tengan marcada la carga de trabajo o estén desgastadas, cortadas, dobladas, desgarradas, etc.

- Se tendrá cuidado con la resistencia de las eslingas. Las causas de su disminución son muy numerosas:
 - El propio desgaste por el trabajo. Los nudos, que disminuyen la resistencia de un 30 a un 50%.

 - Las soldaduras de los anillos terminales u ojales, aun cuando estén realizadas dentro de la más depurada técnica, producen una disminución de la resistencia del orden de un 15 a un 20%.

 - Los sujeta cables, aun cuando se utilicen correctamente y en número suficiente. Las uniones realizadas de esta forma reducen la resistencia de la eslinga alrededor del 20%.

 - El ángulo formado entre eslingas será de 90° como máximo, siendo recomendable un ángulo de 45°. Para conseguir dicho ángulo se dispondrá de eslingas de diferentes medidas. Se tendrá en cuenta la composición de fuerzas en función del ángulo a la hora de comprobar que se mantiene el factor de seguridad de los elementos auxiliares.

 - Se colocarán las eslingas procurando que el centro de gravedad de la carga caiga en la vertical del gancho.

 - Hay que evitar dar a las eslingas dobleces excesivos, especialmente en los cantos vivos; con dicho fin se interpondrán entre las eslingas y dichos cantos vivos materiales blandos: madera, caucho, trapos, cuero, etc.

- Se verificarán las eslingas al volver al almacén.
- Se engrasarán periódicamente los cables y las cadenas.

- En el inicio de la operación de elevación de una carga, se debe tensar suavemente la eslinga, elevar un poco aquella y comprobar cualquier fallo en los amarres o falta de equilibrio antes de continuar con la maniobra.

Argollas y anillos.

- Las argollas serán de acero forjado y constarán de un estribo y un eje ajustado, que habitualmente se roscará a uno de los brazos del estribo.

- La carga de trabajo de las argollas ha de ser indicada por el fabricante, en función del acero utilizado en su fabricación y de los tratamientos térmicos a los que ha sido sometida.

- Es muy importante no sustituir nunca el eje de una argolla por un perno, por muy buena que sea la calidad de éste.

- Los anillos tendrán diversas formas, aunque la que se recomendará el anillo en forma de pera, al ser éste el de mayor resistencia.

- Es fundamental que conserven su forma geométrica a lo largo del tiempo.

Grilletes.

- No se deberán sobrecargar ni golpear nunca.

- Al roscar el bulón deberá hacerse a fondo, menos media vuelta.

- Si se han de unir dos grilletes, deberá hacerse de forma que la zona de contacto entre ellos sea la garganta de la horquilla, nunca por el bulón.

- No podrán ser usados como ganchos.
- Los estrobos y eslingas trabajarán sobre la garganta de la horquilla, nunca sobre las patas rectas ni sobre el bulón.

- El cáncamo ha de tener el espesor adecuado para que no se produzca la rotura del bulón por flexión ni por compresión diametral.

- No calentar ni soldar sobre los grilletes.

Poleas.

- No sobrecargarlas nunca. Comprobar que son apropiadas a la carga que van a soportar.

- Comprobar que funcionan correctamente, que no existen holguras entre polea y eje, ni fisuras ni deformaciones que hagan sospechar que su resistencia ha disminuido.

- Las gargantas de las poleas se acomodarán para el fácil desplazamiento y enrollado de los eslabones de las cadenas.

- Cuando se utilicen cables o cuerdas, las gargantas serán de dimensiones adecuadas para que aquéllas puedan desplazarse libremente y su superficie será lisa y con bordes redondeados.

- Revisar y engrasar semanalmente. Se sustituirá cuando se noten indicios de desgaste, o cuando se observe que los engrasadores no tomen grasa.

- Cuando una polea chirríe se revisará inmediatamente, engrasándola y sustituyéndola si presenta holgura sobre el eje.

- Las poleas se montarán siempre por intermedio de grilletes, a fin de que tengan posibilidad de orientación, evitando así que el cable tire oblicuamente a la polea.

- Se prohíbe terminantemente utilizar una polea montada de forma que el cable tire oblicuamente.
- Se prohíbe soldar sobre poleas.

Cáncamos.

- Se calcularán en función del grillete que se vaya a emplear, y en consecuencia, en función del esfuerzo que la carga a producir.
- El ojo tendrá un diámetro un poco mayor que el diámetro del grillete y será mecanizado. Los agujeros hechos a sopletes representan salientes que producen sobrecargas localizadas en el bulón.
- Se empleará acero dulce para su construcción, comprobando que la chapa no presenta defectos de fabricación (hoja, fisuras, etc.).
- No se someterán a enfriamientos bruscos.
- La soldadura se efectuará con el electrodo básico.
- Al efectuar la soldadura se tendrá muy en cuenta la perfecta terminación de las vueltas de los extremos, así como que no se realice sobre piezas mojadas.
- Antes de utilizar el cáncamo es preciso que haya enfriado la soldadura.

Protecciones individuales a utilizar:

- Casco de seguridad.
- Guantes de protección.
- Calzado de seguridad.

8.1.22 Escaleras manuales.

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes al empleo de escaleras manuales para cualquier fase de obra donde sea necesario su uso.

Principales riesgos derivados:

- Caídas de personas a distinto nivel.

- Caídas de personas al mismo nivel.

- Pisadas sobre objetos.

- Choques y golpes

- Vuelco

- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras "cortas" para la altura a salvar, etc.).

Medidas preventivas a adoptar:

- De aplicación al uso de escaleras de madera

- Las escaleras de madera a utilizar tendrán los largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.

- Los peldaños (travesaños) de madera estarán ensamblados.

- Las escaleras de madera estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes, para que no oculten los posibles defectos.

- De aplicación al uso de escaleras metálicas:
 - Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.
 - Las escaleras metálicas estarán pintadas con pintura antioxidación que las preserven de las agresiones de la intemperie.
 - Las escaleras metálicas a utilizar no estarán suplementadas con uniones soldadas.
 - El uso de escaleras metálicas será restringido, estudiándose para cada trabajo en particular.
- De aplicación al uso de escaleras de tijera:
 - Son de aplicación las condiciones enunciadas en el primer apartado de los apartados anteriores para las calidades "madera o metal".
 - Las escaleras de tijera a utilizar estarán dotadas en su articulación superior de topes de seguridad de apertura.
 - Las escaleras de tijera estarán dotadas hacia la mitad de su altura de cadenilla (o de cable de acero) de limitación de apertura máxima.
 - Las escaleras de tijera se utilizarán siempre como tales, abriendo ambos largueros para no mermar su seguridad.
 - Las escaleras de tijera en posición de uso estarán montadas con los largueros en posición de máxima apertura para no mermar su seguridad.
 - Las escaleras de tijera nunca se utilizarán a modo de borriquetas para sustentar las plataformas de trabajo.

- Las escaleras de tijera no se utilizarán si la posición necesaria sobre ellas para realizar un determinado trabajo obliga a ubicar los pies en los 3 últimos peldaños.

- Las escaleras de tijera se utilizarán montadas siempre sobre pavimentos horizontales.

- Para el uso de escaleras de mano, independientemente de los materiales que las constituyen:
 - En cuanto a la inclinación, cargas y distancias se cumplirá lo indicado en la normativa aplicable.

 - Las escaleras normales nunca se utilizarán como andamio. Para trabajos en cadenas de aisladores se utilizarán escaleras reforzadas y con dispositivos anticaídas; éstas serán de material aislante en todas sus partes.

 - Los trabajos que se realicen a más de 3,5m de altura que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, solo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan otras medidas de protección alternativas.

 - En el trabajo con escaleras será de aplicación lo establecido en el apartado sobre DELIMITACION DE ZONAS Y SEÑALIZACION.

 - En el movimiento y traslado de escaleras en instalaciones de A.T. se extremarán las precauciones en cuanto a distancias de seguridad.

 - Antes de la utilización será necesario proceder a una inspección visual con el fin de comprobar su estado general de uso.

 - Se seleccionará el tipo adecuado de escalera en función del trabajo a desarrollar.

- En su utilización se cuidará la perfecta estabilidad de la misma.

- Se prohíbe la utilización de escaleras de mano para salvar alturas superiores a 5 metros.

- Las escaleras de mano a utilizar estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad.

- Las escaleras de mano a utilizar estarán firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso.

- Las escaleras de mano a utilizar sobrepasarán en 1 m. la altura a salvar.

- Las escaleras de mano a utilizar se instalarán de tal forma que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior $1/4$ de la longitud del larguero entre apoyos.

- Se prohíbe transportar pesos a mano (o a hombro) iguales o superiores a 25 Kg. sobre las escaleras de mano.

- Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano sobre lugares u objetos poco firmes que pueden mermar la estabilidad de este medio auxiliar.

- El acceso de trabajadores a través de las escaleras de mano se realizará de uno en uno. Se prohíbe la utilización al unísono de la escalera a dos o más trabajadores.

- El ascenso, descenso y trabajo a través de las escaleras de mano se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los peldaños que se están utilizando.

Protecciones individuales a utilizar:

- Casco de seguridad.

- Botas de seguridad.

- Calzado antideslizante.

- Cinturón de seguridad arnés con sistema de seguridad y posicionamiento.

- Cinturón porta-herramientas

8.1.23 Riesgos inherentes en las obras.

Además, e independientemente de lo expuesto en el apartado anterior, por el desarrollo normal de los trabajos de cualquier proyecto de ejecución con también se incluyen recomendaciones:

- Trabajos superpuestos

- Caídas en altura

- Manipulación manual de cargas

- Orden y limpieza

- Señalización

- Señalización de obras de carretera

8.1.24 Trabajos superpuestos.

Se definen y se establecen las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la realización de trabajos superpuestos en la presente obra.

Principales riesgos derivados:

- Caídas de personas a distinto nivel.

- Caídas de personas al mismo nivel.

- Caídas de objetos

Medidas preventivas a adoptar:

- Se deberá evitar la superposición de tajos en las obras mediante la programación de los trabajos para que no coincidan en la misma vertical, el empleo de protecciones resistentes apropiadas que independicen de forma segura los trabajos realizados en la misma vertical y la señalización y vigilancia en los casos en que las medidas anteriores no se puedan llevar a cabo por las características especiales de la obra.

- Si en la misma área hubiese interferencias peligrosas con otras empresas, se interrumpirán los trabajos hasta que la supervisión de la obra decida quien debe continuar trabajando en la zona.

- Los trabajadores deberán estar protegidos contra la caída de objetos o materiales; para ello utilizarán, siempre que sea posibles medidas de protección colectiva.

- A fin de evitar caídas entre los andamios o plataformas de trabajo y los paramentos de la obra en ejecución, deberán colgarse tablonos o chapados, según la índole de los elementos a emplear en los trabajos.

- Toda abertura en una plataforma de trabajo deberá, excepto en aquellos momentos en los que sea necesario permitir el acceso de personas o el transporte o traslado de materiales, estar provista de un dispositivo eficaz para evitar la caída de personas u objetos.

- Se deberán adoptar precauciones apropiadas para evitar que las personas sean golpeadas por objetos que puedan caer desde los andamiajes o plataformas de trabajo.
- Al trabajar en zonas con trabajos superpuestos no se arrojarán herramientas ni materiales, sino que se pasarán de mano en mano o utilizando cuerdas o bolsas portaherramientas para tales efectos.

- Si existe riesgo de caída de materiales a un nivel inferior en el que se encuentran trabajando, se balizará la zona. Y si ello no es posible, se señalizará la zona balizándola.

- Igualmente, en el caso de existir riesgo de caída de materiales incandescentes, se vallará o se señalizará la zona afectada, y si hubiera materiales o equipos y personal en las plantas inferiores, se colocarán mantas ignífugas.

- Al utilizar herramientas en trabajos en altura, y si prevemos que puede haber alguien trabajando por debajo de nosotros, deberemos de llevar las herramientas atadas.

- Las estufas de electrodos de los soldadores se situarán en posición vertical y se atarán.

- Los soldadores estarán provistos de un recipiente para depositar los restos de los electrodos.

Protecciones individuales a utilizar:

- Casco de seguridad

- Botas de seguridad

- Cinturón de seguridad arnés con sistema de seguridad y posicionamiento.

- Guantes de protección.
- Ropa de protección para el mal tiempo

8.1.25 Caídas en altura.

Se definen y establecen las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la realización de trabajos en altura en cualquier situación o lugar de trabajo.

Principales riesgos derivados:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de objetos
- Pisadas sobre objetos.
- Choques y golpes.

Medidas preventivas a adoptar:

- Los trabajos en altura no serán realizados por aquellas personas cuya condición física les cause vértigo o altere su sistema nervioso, padezcan ataques de epilepsia o sean susceptibles, por cualquier motivo, de desvanecimientos o alteraciones peligrosas.
- Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y

utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalentes.

- Se deberá de proteger en particular:

-Las aberturas de los suelos.

- Las aberturas en paredes o tabiques, siempre que su situación y dimensiones suponga un riesgo de caída de personas, y las plataformas, muelles o estructuras similares.

- Los lados abiertos de las escaleras y rampas de más de 60 centímetros de altura. Los lados cerrados tendrán unos pasamanos, a una altura mínima de 90 centímetros, si la anchura de la escalera es mayor de 1,2 metros; si es menor, pero ambos lados son cerrados, al menos uno de los dos llevará pasamanos.

- Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante vallado u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente.

- Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de un reborde de protección, un pasamano y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.

- La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.

- No se comenzará un trabajo en altura si el material de seguridad no es idóneo, no está en buenas condiciones o sencillamente no se tiene

- Nunca se deben improvisar las plataformas de trabajo, sino que se construirán de acuerdo con la normativa legal vigente.

- Las plataformas, pasarelas, andamiadas y, en general, todo lugar en que se realicen los trabajos deberán disponer de accesos fáciles y seguros y se mantendrán libres de obstáculos, adoptándose las medidas necesarias para evitar que el piso resulte resbaladizo.
- Al trabajar en lugares elevados no se arrojarán herramientas ni materiales. Se pasarán de mano en mano o se utilizará una cuerda o capazo para estos fines.

- Caso de existir riesgo de caída de materiales a nivel inferior, se balizará, o si no es posible, se instalarán señales alertando del peligro en toda la zona afectada.

- En caso de existir riesgo de caída de materiales incandescentes se vallará o se señalizará toda la zona afectada y si hubiera materiales o equipos y personal en las plantas inferiores, se colocarán mantas ignífugas.

- Los accesos a las plataformas de trabajo elevadas se harán con la debida seguridad, mediante escaleras de servicio y pasarelas. Nunca se debe hacer trepando por los pilares o andando por las vigas.

- Los pavimentos de las rampas, escaleras y plataformas de trabajo serán de materiales no resbaladizos o dispondrán de elementos antideslizantes.

- Se tendrá un especial cuidado en no cargar los pisos o forjados recién construidos con materiales, aparatos o, en general, cualquier carga que pueda provocar su hundimiento.

- En los trabajos sobre cubiertas y tejados se emplearán los medios adecuados para que los mismos se realicen sin peligro, tales como barandillas, pasarelas, plataformas, andamiajes, escaleras u otros análogos.

- Cuando se trate de cubiertas y tejados construidos con materiales resbaladizos o de poca resistencia, que presenten marcada inclinación o que las condiciones atmosféricas resulten desfavorables, se extremarán las medidas de seguridad, sujetándose los operarios con cinturones de seguridad, que irán unidos convenientemente a puntos fijados sólidamente.

- Los trabajadores que operen en el montaje de estructuras metálicas o de hormigón armado o sobre elementos de la obra que por su elevada situación o por cualquier otra circunstancia, ofrezcan peligro de caída grave, deberán estar provistos de cinturones de seguridad, unidos convenientemente a puntos sólidamente fijados.

Protecciones individuales a utilizar:

- Casco de seguridad

- Botas de seguridad

- Cinturón de seguridad arnés con sistema de seguridad y posicionamiento.

- Guantes de protección

- Ropa de protección para el mal tiempo.

8.1.26 Manipulación manual de cargas

Se definen y se establecen las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la manipulación manual de cargas en la presente obra. Se entenderá por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, así como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, particularmente dorsolumbares, para los trabajadores.

Principales riesgos derivados:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos
- pisadas sobre objetos.
- Choques y golpes
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a ambientes pulvígenos.

Medidas preventivas a adoptar:

- Para levantar una carga hay que aproximarse a ella. El centro de gravedad del hombre debe estar lo más próximo que sea posible y por encima del centro de gravedad de la carga.
- El equilibrio imprescindible para levantar una carga correctamente, sólo se consigue si los pies están bien situados:
 - Enmarcando la carga
 - Ligeramente separados
 - Ligeramente adelantado uno respecto del otro.
- Para levantar una carga, el centro de gravedad del operario debe situarse siempre dentro del polígono de sustentación.

- Técnica segura del levantamiento:

- Sitúe el peso cerca del cuerpo.

- Mantenga la espalda plana.

- No doble la espalda mientras levanta la carga.

- Use los músculos más fuertes, como son los de los brazos, piernas y muslos.
- Asir mal un objeto para levantarlo provoca una contracción involuntaria de los músculos de todo el cuerpo. Para mejor sentir un objeto al cogerlo, lo correcto es hacerlo con la palma de la mano y la base de los dedos. Para cumplir este principio y tratándose de objetos pesados, se puede, antes de asirlos, prepararlos sobre calzos para facilitar la tarea de meter las manos y situarlas correctamente.

- Las cargas deben levantarse manteniendo la columna vertebral recta y alineada.
- Para mantener la espalda recta se deben “meter” ligeramente los riñones y bajar ligeramente la cabeza.

- El arquear la espalda entraña riesgo de lesión en la columna, aunque la carga no sea demasiado pesada.

- La torsión del tronco, sobre todo si se realiza mientras se levanta la carga, puede igualmente producir lesiones.

- En este caso, es preciso descomponer el movimiento en dos tiempos: primero levantar la carga y luego girar todo el cuerpo moviendo los pies a base de pequeños desplazamientos.

- O bien, antes de elevar la carga, orientarse correctamente en la dirección de marcha que luego tomaremos, para no tener que girar el cuerpo.

- Utilizaremos los músculos de las piernas para dar el primer impulso a la carga que vamos a levantar. Para ello flexionaremos las piernas, doblando las rodillas, sin llegar a sentarnos en los talones, pues entonces resulta difícil levantarse (el muslo y la pantorrilla deben formar un ángulo de más de 90°)

- Los músculos de las piernas deben utilizarse también para empujar un vehículo, un objeto, etc.

- En la medida de lo posible, los brazos deben trabajar a tracción simple, es decir, estirados. Los brazos deben mantener suspendida la carga, pero no elevarla.
- La carga se llevará de forma que no impida ver lo que tenemos delante de nosotros y que estorbe lo menos posible al andar natura.

- En el caso de levantamiento de un bidón o una caja, se conservará un pie separado hacia atrás, con el fin de poderse retirar rápidamente en caso de que la carga bascule.

- Para transportar una carga, ésta debe mantenerse pegada al cuerpo, sujetándola con los brazos extendidos, no flexionados.

- Este proceder evita la fatiga inútil que resulta de contraer los músculos del brazo, que obliga a los bíceps a realizar un esfuerzo de quince veces el peso que se levanta.

- La utilización del peso de nuestro propio cuerpo para realizar tareas de manutención manual permite reducir considerablemente el esfuerzo a realizar con las piernas y brazos.

- El peso del cuerpo puede ser utilizado:
 - Empujando para desplazar un móvil (carretilla por ejemplo), con los brazos extendidos y bloqueados para que nuestro peso se transmita íntegro al móvil.

- Tirando de una caja o un bidón que se desea tumbar, para desequilibrarlo.

- Resistiendo para frenar el descenso de una carga, sirviéndonos de nuestro cuerpo como contrapeso.

- En todas estas operaciones debe ponerse cuidado en mantener la espalda recta.

- Para levantar una caja grande del suelo, el empuje debe aplicarse perpendicularmente a la diagonal mayor, para que la caja pivote sobre su arista.

- Si el ángulo formado por la dirección de empuje y la diagonal es mayor de 90° , lo que conseguimos es hacer deslizar a la caja hacia adelante, pero nunca levantarla.

- Para depositar en un plano inferior algún objeto que se encuentre en un plano superior, aprovecharemos su peso y nos limitaremos a frenar su caída.

- Para levantar una carga que luego va a ser depositada sobre el hombro, deben encadenarse las operaciones, sin pararse, para aprovechar el impulso que hemos dado a la carga para despegarla del suelo.

- Las operaciones de manutención en las que intervengan varias personas deben excluir la improvisación, ya que una falsa maniobra de uno de los porteadores puede lesionar a varios.

- Debe designarse un jefe de equipo que dirigirá el trabajo y que deberá a tender a:
 - La evaluación del peso de la carga a levantar para determinar el número de porteadores precisos, el sentido del desplazamiento, el recorrido a cubrir y las dificultades que puedan surgir.

- La determinación de las fases y movimientos de que se compondrá la maniobra.

- La explicación a los porteadores de los detalles de la operación (ademanes a realizar, posición de los pies, posición de las manos, agarre, hombro a cargar, cómo pasar bajo la carga, etc.)

- La situación de los porteadores en la posición de trabajo correcta, reparto de la carga entre las personas según su talla (los más bajos delante en el sentido de la marcha).

- El transporte se debe efectuar:
 - Estando el porteador de detrás ligeramente desplazado del de delante, para facilitar la visibilidad de aquél.
 - A contrapié, (con el paso desfasado), para evitar las sacudidas de la carga.
 - Asegurando el mando de la maniobra; será una sola persona (el jefe de la operación), quién dé las órdenes preparatorias, de elevación y transporte.
 - Se mantendrán libres de obstáculos y paquetes los espacios en los que se realiza la toma de cargas.
 - Los recorridos, una vez cogida la carga, serán lo más cortos posibles.
 - Nunca deben tomarse las cajas o paquetes estando en situación inestable o desequilibrada.
 - Conviene preparar la carga antes de cogerla.
 - Aspirar en el momento de iniciar el esfuerzo.
 - El suelo se mantendrá limpio para evitar cualquier resbalón.

- Si los paquetes o cargas pesan más de 50 Kg., aproximadamente, la operación de movimiento manual se realizará por dos operarios

- La situación de los portadores en la posición de trabajo correcta, reparto de la carga entre las personas según su talla (los más bajos delante en el sentido de la marcha).

- El transporte se debe efectuar:
 - Estando el portador de detrás ligeramente desplazado del de delante, para facilitar la visibilidad de aquél.

 - A contrapié, (con el paso desfasado), para evitar las sacudidas de la carga.

 - Asegurando el mando de la maniobra; será una sola persona (el jefe de la operación), quién dé las órdenes preparatorias, de elevación y transporte.

 - Se mantendrán libres de obstáculos y paquetes los espacios en los que se realiza la toma de cargas.

 - Los recorridos, una vez cogida la carga, serán lo más cortos posibles.

 - Nunca deben tomarse las cajas o paquetes estando en situación inestable o desequilibrada.

 - Conviene preparar la carga antes de cogerla.

 - Aspirar en el momento de iniciar el esfuerzo.

 - El suelo se mantendrá limpio para evitar cualquier resbalón.

- Si los paquetes o cargas pesan más de 50 Kg., aproximadamente, la operación de movimiento manual se realizará por dos operarios.

Medidas preventivas a adoptar:

- La realización de los trabajos se llevará a cabo, prestando especial atención y cuidado en la programación ajustada del transporte, almacenamiento y acopio de los materiales, herramientas, máquinas y equipos a utilizar.

- Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos de forma que sea posible utilizarlas sin dificultades en todo momento y permitir al personal y el acceso a cualquier punto de la instalación en explotación

- Los lugares de trabajo, incluidos los locales de servicio, y sus respectivos equipos e instalaciones, se limpiarán periódicamente y siempre que sea necesario para mantenerlos en todo momento en condiciones higiénicas adecuadas. A tal fin, las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento.

- Las operaciones de limpieza no deberán constituir por sí mismas una fuente de riesgo para los trabajadores que las efectúen o para terceros, realizándose a tal fin en los momentos, de la forma y con los medios más adecuados.

- Los lugares de trabajo y, en particular sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico, de forma que sus condiciones de funcionamiento satisfagan siempre las especificaciones del proyecto, subsanándose con rapidez las deficiencias que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

- El acopio y almacenamiento, se realizará en lugares pactados, previamente a la ejecución.

- Se deben especificar métodos para el apilamiento seguro de los materiales, debiendo tener en cuenta la altura de la pila, carga permitida por metro cuadrado, ubicación, etc.

- Para el apilamiento de objetos pequeños debe disponerse de recipientes que, además de facilitar el apilamiento, simplifiquen el manejo de dichos objetos.

- Para el manejo apilamiento de materiales deben emplearse medios mecánicos, siempre que se pueda.

- Cada empleado es responsable de mantener limpia y ordenada su zona de trabajo y los medios de su uso, a saber: equipo de protección individual y prendas de trabajo, armarios de ropas y prendas de trabajo, herramientas, materiales y otros, asignados específicamente a su custodia.

- No deben almacenarse materiales de forma que impidan el libre acceso a los extintores de incendios.

- Los materiales almacenados en gran cantidad sobre pisos deben disponerse de forma que el peso quede uniformemente repartido.

- Todas las herramientas de mano, útiles de máquinas, etc., deben mantenerse siempre perfectamente ordenados y para ello han de disponerse soportes, estantes, etc.

- Los empleados no pueden considerar su trabajo terminado hasta que las herramientas y medios empleados, resto de equipos y materiales utilizados y los recambios inutilizados, estén recogidos y trasladados al almacén o montón de desperdicios, dejando el lugar y área limpia y ordenada.

- Las herramientas, medios de trabajo, materiales, suministros y otros equipos nunca obstruirán los pasillos y vías de comunicación dejando aislada alguna zona.

- Durante la realización de los trabajos, o a la finalización de los mismos, los materiales sobrantes y de desecho que se produzcan, se colocarán en lugares adecuados para evitar riesgos de accidentes, robos y/o cualquier otro tipo de acción violenta.

- Se puede prever con anticipación la cantidad de desperdicios, recortes y desechos y considerar los lugares donde se reducirán, a fin de tomar las medidas necesarias para retirarlos a medida que se vayan produciendo.

- Los desperdicios (vidrios rotos, recortes de material, trapos, etc.) se depositarán en los recipientes dispuestos al efecto. No se verterán en los mismos líquidos inflamables, colillas, etc.

- Simples botes o bandejas de hojalata con serrín, colocados en los lugares donde las máquinas o las transmisiones chorrean aceite o grasa, así como salpicaderos y bandejas, evitan las condiciones peligrosas que pueden producir lesiones graves por caídas.

- Los derrames de líquido (ácidos, aceites, grasas, etc.) se limpiarán inmediatamente, una vez eliminada la causa de su vertido, sea cierre de fuga, aislamiento de conducción, caída de envase u otros

- Los residuos inflamables como algodones de limpieza, trapos, papeles, restos de madera, recipientes metálicos, contenedores de grasas o aceites y similares, se meterán en recipientes de basura metálicos y tapados.

- Todo clavo o ángulo saliente de una tabla o chapa se eliminará doblándolo, cortándolo o retirándolo del suelo o paso.

- Las áreas de trabajo y servicios sanitarios comunes a todos los empleados serán usados en modo que se mantengan en perfecto estado.

- Como líquidos de limpieza o desengrasado se emplearán preferentemente detergentes. En los casos en que sea imprescindible limpiar o desengrasar con gasolina u otros derivados del petróleo, estará prohibido fumar.

- El empleo de colores claros y agradables en la pintura de la maquinaria ayudará mucho a la conservación y al buen mantenimiento.

- Una buena medida es pintar de un color las partes fijas de la máquina y de otro más llamativo, las partes que se mueven. De esta forma el trabajador se aparta instintivamente de los órganos en movimiento que le puedan lesionar.

- Es frecuente encontrar las paredes, techos, lámparas y ventanas ennegrecidos por la suciedad que se va acumulando. Esto hace disminuir la luminosidad del local y aumenta en consecuencia el riesgo de accidente. Además, un lugar sucio y desordenado resulta triste y deprimente e influye negativamente en el ánimo y el rendimiento de los trabajadores.

- Se recomienda pintar los techos de blanco. Las paredes, hasta tres metros de altura, pueden pintarse de colores claros y tonos suaves. Si las paredes tienen más de tres metros de altura, se pintarán de blanco de tres metros hasta el techo.
- Las zonas de paso o señalizadas como peligrosas, deberán mantenerse libres de obstáculos.

- Deben estar debidamente acotados y señalizados todos aquellos lugares y zonas de paso donde pueda existir peligro de lesiones personales o daños materiales.

- No se deben colocar materiales y útiles en lugares donde pueda suponer peligro de tropiezos o caídas sobre personas, máquinas o instalaciones.

- Las botellas que contengan gases se almacenarán verticalmente asegurándolas contra las caídas y protegiéndolas de las variaciones notables de temperatura.

- Todas las zonas de trabajo y tránsito deberán tener, durante el tiempo que se usen como tales, una iluminación natural o artificial apropiada a la labor que se realiza, sin que se produzcan deslumbramientos.

- Se mantendrá una ventilación eficiente, natural o artificial en las zonas de trabajo, y especialmente en los lugares cerrados donde se produzcan gases o vapores tóxicos, explosivos o inflamables.

- Las escaleras y pasos elevados estarán provistos de barandillas fijas de construcción sólida.

- Está terminantemente prohibido fumar en los locales de almacenamiento de materiales combustibles.

- Está prohibido retirar cualquier protección de tipo colectivo, barandillas, tabloneros de plataforma, escaleras, etc., sin la debida autorización del responsable del tajo, previo compromiso de su inmediata reposición al término de la actividad que motivó dicha retirada.

8.1.27 Señalización.

Se definen y establecen las recomendaciones sobre señalización a utilizar en las instalaciones.

Señalización de seguridad y salud en el trabajo.- Señalización que, referida a un objeto, actividad o situación determinados, proporcione una indicación o una obligación relativa a la seguridad y salud en el trabajo, mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa, una comunicación verbal o una señal gestual según proceda.

Señal de prohibición.- Señal que prohíbe un comportamiento susceptible de provocar un peligro.

Señal de advertencia.- Señal que advierte de un riesgo o peligro.

Señal de obligación.- Señal que obliga a un comportamiento determinado.

Señal de salvamento o socorro.- Señal que proporciona indicaciones relativas a las salidas de socorro, a los primeros auxilios o a los dispositivos de salvamento.

Señal indicativa.- Señal que proporciona otras informaciones distintas a las anteriores.

Señal en forma de panel.- Una señal que, por la combinación de una forma geométrica, de colores y de un símbolo o pictograma, proporciona una determinada información, cuya visibilidad está asegurada por una iluminación de suficiente intensidad.

Señal adicional.- Señal que facilita informaciones complementarias.

Color de seguridad.- Un color que tiene una significación determinada relativa a la seguridad y salud en el trabajo.

Símbolo o pictograma.- Una imagen que describe una situación u obliga a un comportamiento determinado, utilizada sobre una señal en forma de panel o sobre una superficie luminosa.

Señal luminosa.- Una señal emitida por medio de un dispositivo formado por materiales transparentes o translúcidos, iluminados desde atrás o desde el interior, de tal manera que aparezca por sí misma como una superficie luminosa.

Señal acústica.- Una señal sonora codificada, emitida y difundida por medio de un dispositivo apropiado, sin intervención de voz humana o sintética.

Comunicación verbal.- Un mensaje verbal predeterminado, en el que se utiliza voz humana o sintética.

Señal gestual.- Un movimiento o disposición de los brazos o de las manos en forma codificada para guiar a las personas que estén realizando maniobras que constituyan un riesgo o peligro para los trabajadores

- Se empleará la técnica de la señalización, cuando se ponga de manifiesto la necesidad de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.

- Alertar a los trabajadores frente a situaciones de emergencia.

- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de los medios de protección, evacuación, emergencia y primeros auxilios.

- Orientar y guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

- La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:
 - Las características de la señal.

 - Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.

 - La extensión de la zona a cubrir.

 - El número de trabajadores afectados.

 - La eficacia de la señalización no deberá resultar disminuida por la concurrencia de señales o por otras circunstancias que dificulten su percepción o comprensión.

 - La señalización de seguridad y salud no deberá utilizarse para transmitir informaciones o mensajes distintos o adicionales a los que constituyen su objetivo propio.

 - Cuando los trabajadores a los que se dirige la señalización tengan la capacidad o la facultad visual o auditiva limitadas, incluidos los casos en que ello sea debido al uso de equipos de protección individual, deberán tomarse las medidas suplementarias necesarias.

 - La señalización deberá permanecer en tanto persista la situación que la motiva.

- Los medios y dispositivos de señalización deberán ser, según los casos, limpiados, mantenidos y verificados regularmente, y reparados o sustituidos cuando sea necesario, de forma que conserven en todo momento sus cualidades intrínsecas y de funcionamiento.

- Las señalizaciones que necesiten de una fuente de energía dispondrán de alimentación de emergencia que garantice su funcionamiento en caso de interrupción de aquélla, salvo que el riesgo desaparezca con el corte del suministro.

Señales en forma de panel

- Los pictogramas han de ser sencillos y de fácil comprensión.

- Las señales deben ser resistentes de forma que aguanten los posibles golpes, las inclemencias del tiempo y las agresiones medioambientales.

- Las dimensiones de las señales, sus características colorimétricas y fotométricas garantizarán su buena visibilidad y comprensión.

- La altura y la posición de las señales será la adecuada en relación al ángulo visual.

- El lugar de emplazamiento de la señal debe estar iluminado, ser accesible y fácilmente visible

- Se evitará emplazar varias señales próximas.

- Las señales se retirarán cuando acabe la situación que las justifica.

- Los diversos tipos que nos encontramos son:

- Señales de advertencia

- Señales de prohibición

- Señales de obligación

- Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios

- Señales de salvamento o socorro

Señales luminosas.

- La luz emitida por la señal deberá provocar un contraste luminoso apropiado respecto a su entorno, en función de las condiciones de uso previstas. Su intensidad deberá asegurar su percepción sin llegar a producir deslumbramientos.

- La superficie luminosa que emita una señal podrá ser de color uniforme, o llevar un pictograma sobre un fondo determinado.

- Si un dispositivo puede emitir una señal tanto continua como intermitente, la señal intermitente se utilizará para indicar, con respecto a la señal continua, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida.

- No se utilizarán al mismo tiempo dos señales luminosas que puedan dar lugar a confusión, ni una señal luminosa cerca de otra emisión luminosa apenas diferente

- Cuando se utilice una señal luminosa intermitente, la duración y frecuencia de los destellos deberán permitir la correcta identificación del mensaje, evitando que pueda ser percibida como continua o confundida con otras señales luminosas.

- Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.

- Una señal luminosa indicará, al ponerse en marcha, la necesidad de realizar una determinada acción, y se mantendrá mientras persista la necesidad.

- Al finalizar la emisión de una señal luminosa se adoptarán de inmediato las medidas que permitan volver a utilizarlas en caso de necesidad.

- La eficacia y buen funcionamiento de las señales luminosas se comprobará antes de su entrada en servicio y posteriormente mediante las pruebas periódicas necesarias.

- Las señales luminosas intermitentes previstas para su utilización alterna o complementaria deberán emplear idéntico código.

Señales acústicas.

- La señal acústica deberá tener un nivel sonoro superior al nivel de ruido ambiental, de forma que sea claramente audible, sin llegar a ser excesivamente molesto. No deberá utilizarse una señal acústica cuando el ruido ambiental sea demasiado intenso.
- El tono de la señal acústica o, cuando se trate de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de los impulsos, deberá permitir su correcta identificación y clara distinción frente a otras señales acústicas o ruidos ambientales.

- No deberán utilizarse dos señales acústicas simultáneamente.

- Si un dispositivo puede emitir señales acústicas con un tono o intensidad variables o intermitentes, o con un tono o intensidad continuos, se utilizarán las primeras para indicar, por contraste con las segundas, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida.

- El sonido de una señal de evacuación deberá ser continuo.

- Una señal acústica indicará, al ponerse en marcha, la necesidad de realizar una determinada acción, y se mantendrá mientras persista la necesidad.

- Al finalizar la emisión de una señal acústica se adoptarán de inmediato las medidas que permitan volver a utilizarlas en caso de necesidad.

- La eficacia y buen funcionamiento de las señales acústicas se comprobará antes de su entrada en servicio y posteriormente mediante las pruebas periódicas necesarias.

- Las señales acústicas intermitentes previstas para su utilización alterna o complementaria deberán emplear idéntico código.

Comunicaciones verbales.

- Los mensajes verbales serán tan cortos, simples y claros como sea posible; la aptitud verbal del locutor y las facultades auditivas del o de segura.

- La comunicación verbal será directa (utilización de la voz humana) o indirecta (voz humana o sintética, difundida por un medio apropiado).

- Las personas afectadas deberán conocer bien el lenguaje utilizado, a fin de poder pronunciar y comprender correctamente el mensaje verbal y adoptar, en función de éste, el comportamiento apropiado en el ámbito de la seguridad.

- Si la comunicación verbal se utiliza en lugar o como complemento de señales gestuales, habrá que utilizar palabras tales como, por ejemplo:
 - Comienzo: Para indicar la toma de mando.

 - Alto: Para interrumpir o finalizar un movimiento.

 - Fin: Para finalizar las operaciones.

- Izar: Para izar una carga.

- Bajar: Para bajar una carga.

- Avanzar, retroceder, a la derecha, a la izquierda: para indicar el sentido de un movimiento (el sentido de estos movimientos debe, en su caso, coordinarse con los correspondientes códigos gestuales).

- Peligro: Para efectuar una parada de emergencia.

- Rápido: Para acelerar un movimiento por razones de seguridad.

Señales gestuales.

- En las operaciones de izado, descarga, y elevación de material mediante camión grúa u otro tipo de maquinaria de obra, existirá un “encargado de señales” que dará instrucciones de maniobra mediante señales gestuales al destinatario de las mismas, denominado “operador”.

- Una señal gestual deberá ser precisa, simple, amplia, fácil de realizar y comprender y claramente distinguible de cualquier otra señal gestual.
- La utilización de los dos brazos al mismo tiempo se hará de forma simétrica y para una sola señal gestual.

- La persona que emite las señales, denominada “encargado de las señales”, dará las instrucciones de maniobra mediante señales gestuales al destinatario de las mismas, denominado “operador”.

- El encargado de las señales deberá poder seguir visualmente el desarrollo de las maniobras sin estar amenazado por ellas.

- El encargado de las señales deberá dedicarse exclusivamente a dirigir las maniobras y a la seguridad de los trabajadores situados en las proximidades.

- El operador deberá suspender la maniobra que esté realizando para solicitar nuevas instrucciones cuando no pueda ejecutar las órdenes recibidas con las garantías de seguridad necesarias.

- El encargado de las señales deberá ser fácilmente reconocido por el operador.

Señalización olfativa.

- Cuando hay que efectuar una señalización olfativa es necesario tener en cuenta una serie de factores limitativos, como pueden ser entre otros:
 - Emitida una determinada cantidad de olor, llegará más o menos pronto en base a las condiciones climatológicas del local.

 - La respuesta dependerá de la sensibilidad individual del trabajador.

 - En ocasiones, la adaptación al sistema oloroso disminuye la eficacia de la señal.

 - La única normativa legal que ordena la realización de un sistema de señalización olfativa es el Real Decreto 919/2006 del 28 de Julio por el que se aprueba el Reglamento Técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11 y el Real Decreto 2913/1973 derogado por éste únicamente en lo que se oponga a este reglamento en cuanto a las disposiciones relativas a la distribución y comercialización de combustibles gaseosos, por el que se aprueba el reglamento del servicio público de gases combustibles, que en su capítulo V, artículo 33, indica la necesidad de olorizar el gas de tal forma que cualquier fuga pueda ser detectada.

 - Se suele utilizar como gas odorizante el tetrahidrotiofeno a una concentración del 7,4% en volumen.

Señalización táctil.

- Hasta la fecha, esta señal no ha sido utilizada en la medida que en un futuro próximo propone la técnica ergonómica

- El fundamento de esta señalización está en la distinta sensación que se experimenta cuando se toca algo con cualquier parte del cuerpo

.

Siendo la sensibilidad variable en relación con la parte del cuerpo afectada, las manos destacan por su especial sentido sensible al tacto.

- A pesar de que esta forma de señalización no está contemplada en ninguna legislación, es posible que tenga importancia potencial en el sistema de mandos, control y herramientas manuales.

- Puede presentar incompatibilidades entre la sensación al tacto y la necesaria adaptación de la herramienta a la mano.

Señalización improvisada.

- Este tipo de señalización es y continuará siendo un punto de riesgo acusado cuyas consecuencias negativas no se hacen esperar.

- Entre otros, destacamos algunos de especial interés:

- Nombrar el inicio y final de maniobra con palabras fonéticamente iguales, como DALE - VALE, YA - VA, etc., genera confusión y riesgo evidente.

- Señalización con marcas de tiza, rotulador, marcadores, etc., de determinados riesgos dándose la circunstancia que la marca desaparece y el riesgo permanece o viceversa.

- Notificación de parada de maquinaria o defectos de funcionamiento con notas escritas en medios no apropiados.
- Señalización de maniobras con movimiento de cargas de forma anárquica no adaptándose a los códigos establecidos.
- Utilización de señales deterioradas para informar situaciones de riesgo.
- Uso y abuso de las señales acústicas, especialmente en trabajos en carretillas automotoras.

Riesgo de caídas, choques y golpes.

- Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgos de caída de personas, choques o golpes podrá optarse, a igualdad de eficacia, por el panel que corresponda, o por un color de seguridad, o bien podrán utilizarse ambos complementariamente.
- La delimitación de aquellas zonas de los locales de trabajo a la que el trabajador tenga acceso con ocasión de éste, en las que se presenten riesgos de caída de personas, caída de objetos, choques o golpes, se realizará mediante un color de seguridad.
- La señalización por color referida anteriormente se efectuará mediante franjas alternas amarillas y negras. Las franjas deberán tener una inclinación aproximada de 45° y ser de dimensiones similares.

Vías de circulación.

- Cuando sea necesario para la protección de los trabajadores, las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de un color bien visible, preferentemente blanco o amarillo, teniendo en cuenta el color del suelo. La delimitación deberá respetar las necesarias

distancias de seguridad entre vehículos y objetos próximos, y entre peatones y vehículos.

- Las vías exteriores permanentes que se encuentren en los alrededores inmediatos de zonas edificadas deberán estar delimitadas cuando resulte necesario, salvo que dispongan de barreras o que el propio tipo de pavimento sirva como delimitación.

Tuberías, recipientes y áreas de almacenamiento de sustancias y preparados peligrosos.

- Los recipientes y tuberías visibles que contengan o puedan contener productos a los que sea de aplicación la normativa sobre comercialización de sustancias o preparados peligrosos deberán ser etiquetados según lo dispuesto en la misma. Se podrán exceptuar los recipientes utilizados durante corto tiempo y aquellos cuyo contenido cambie a menudo, siempre que se tomen medidas alternativas adecuadas, fundamentalmente de formación e información, que garanticen un nivel de protección equivalente.

- Las etiquetas se pegarán, fijarán o pintarán en sitios visibles de los recipientes o tuberías. En el caso de éstas, las etiquetas se colocarán a lo largo de la tubería en número suficiente, y siempre que existan puntos de especial riesgo, como válvulas o conexiones, en su proximidad.

- La información de la etiqueta podrá complementarse con otros datos, tales como el nombre o fórmula de la sustancias o preparado peligroso o detalles adicionales sobre el riesgo

- En el caso del transporte de recipientes dentro del lugar de trabajo, podrá sustituirse o complementarse por señales en forma de panel de uso reconocido, en el ámbito comunitario, para el transporte de sustancias o preparados peligrosos.

- Las zonas, locales o recintos utilizados para almacenar cantidades importantes de sustancias o preparados peligrosos deberán identificarse mediante la señal de advertencia apropiada, o mediante la etiqueta que corresponda, colocadas cerca del lugar de almacenamiento o en la puerta de acceso al mismo. Ello no será necesario cuando las etiquetas de los distintos embalajes y recipientes, habida cuenta de su tamaño, hagan posible por sí mismas dicha identificación.
- El almacenamiento de diversas sustancias o preparados peligrosos puede indicarse mediante la señal de advertencia “peligro en general”.

Equipos de protección contra incendios.

- Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo o predominantemente rojo, de forma que se puedan identificar fácilmente por su color propio.
- El emplazamiento de los equipos de protección contra incendios se señalará mediante el color rojo o por una señal de panel. Cuando sea necesario, las vías de acceso a los equipos se mostrarán mediante las señales indicativas adicionales correspondientes.

Medios y equipos de salvamento y socorro.

- La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro se realizará mediante señales en forma de panel.

Situaciones de emergencia.

- La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal. A igualdad de

eficacia, podrá optarse por una cualquiera de las tres; también podrá emplearse una combinación de una señal luminosa con una señal acústica o con una comunicación verbal.

- En el caso del transporte de recipientes dentro del lugar de trabajo, podrá sustituirse o complementarse por señales en forma de panel de uso reconocido, en el ámbito comunitario, para el transporte de sustancias o preparados peligrosos.

- Las zonas, locales o recintos utilizados para almacenar cantidades importantes de sustancias o preparados peligrosos deberán identificarse mediante la señal de advertencia apropiada, o mediante la etiqueta que corresponda, colocadas cerca del lugar de almacenamiento o en la puerta de acceso al mismo. Ello no será necesario cuando las etiquetas de los distintos embalajes y recipientes, haber cuenta de su tamaño, hagan posible por sí mismas dicha identificación.

- El almacenamiento de diversas sustancias o preparados peligrosos puede indicarse mediante la señal de advertencia "peligro en general".

Equipos de protección contra incendios.

- Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo o predominantemente rojo, de forma que se puedan identificar fácilmente por su color propio.

- El emplazamiento de los equipos de protección contra incendios se señalará mediante el color rojo o por una señal de panel. Cuando sea necesario, las vías de acceso a los equipos se mostrarán mediante las señales indicativas adicionales correspondientes.

Medios y equipos de salvamento y socorro.

- La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro se realizará mediante señales en forma de panel.

Situaciones de emergencia.

- La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal. A igualdad de eficacia, podrá optarse por una cualquiera de las tres; también podrá emplearse una combinación de una señal luminosa con una señal acústica o con una comunicación verbal.

8.1.28 Señalización de obras en carretera.

Se definen y establecen las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante los trabajos de señalización de obras en carretera.

Principales riesgos derivados:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Atropello
- Choques y golpes
- Proyección de fragmentos o partículas por vehículos.
- Caídas de objetos

- Pisadas sobre objetos.

Medidas preventivas a adoptar:

- La señalización se colocará de forma que los conductores de los vehículos puedan recibir información de la presencia de obras.

- No se iniciarán los trabajos que afecten a la libre circulación sin que se haya colocado la correspondiente señalización, balizamiento y en su caso defensa.

- La colocación de la señalización se comenzará con la señal más alejada de la obra, siendo ésta la que primero se encuentre el tráfico. La última señal que se deberá colocar será la última que se encuentra el tráfico.

- Las señales serán de tipo portátiles, dotadas de un trípode o bien sobre poste con base de hormigón. En caso de calles estrechas, se permite el uso de paneles de plástico con la señalítica tipografiada sujeta mediante bridas plásticas sobre las vallas de obra.

- De manera no exhaustiva, las señales a utilizar serán: TP-18n(Obras), TP-17 a y TP-17 b (Estrechamiento de la calzada derecha / izquierda según el caso), TR-301 (Velocidad máxima permitida), TR-305 (Adelantamiento prohibido), TR 401 a y Tr- 401 b (Paso obligatorio por la derecha / izquierda según el caso).

- En obras de aplicación de la Norma de Carreteras 8.3 – IC, todas las señales serán retro reflectantes (con nivel 2). Las señales TP- 18 y TP-31 llevarán siempre tres luces ámbar intermitentes de encendido simultáneo y dispuesto en triángulo en los vértices.

Las flechas deberán configurarse sobre un panel negro no reflectante, y el encendido de sus elementos luminosos será simultáneo.

- Las señales TL-2 (Luz ámbar intermitente) se colocarán de tal manera que los conductores reciban la información de la presencia de obras, colocadas en los

puntos sobre vallas o señales. Serán de tipo portátiles, funcionarán con baterías (que funcionen las 24h en días de poca visibilidad) y firmemente sujetas que imposibilite su retirada de manera sencilla en previsión de hurto).

- Las dimensiones de las señales se ajustarán a lo que marca la Norma de Carreteras

- La retirada de señales se hará de forma inversa a como fueron colocadas.

- La señalización se colocará de acuerdo a cómo indique el plano autorizado.

- La limitación progresiva de la velocidad, se hará en escalones máximos de 20 Km. /h.a partir de la velocidad autorizada en la carretera.

- La señalización será modificada o retirada tan pronto como desaparezca el obstáculo que la originó, cualquiera que sea el periodo en que no fuera necesarias, especialmente las horas nocturnas y días festivos.

- En los casos de tráfico alternativo, de día se dispondrá la presencia de un señalista con chaleco luminiscente provisto de una bandera de color rojo que deberá moverse en correspondencia con el final de la cola para advertir su presencia.

De noche, el tráfico será regulado mediante semáforos, debiendo ser advertida la presencia de los mismos mediante señales "Peligro semáforos" provistas de luces intermitentes de color ámbar.

- En los casos de tráfico alternativo, cuando la regulación se haga con paleta manual, los operarios estarán comunicados entre sí con radioteléfonos. Queda prohibido el sistema de testigos.

- Con tráfico alternativo, la espera del vehículo estará, como máximo, entre 7 y 15 minutos.

- El límite de velocidad estará en función de la anchura libre entre los obstáculos laterales.

- Las señales empleadas serán las reglamentarias debiendo emplearse el mínimo número que permitan al conductor prever y efectuar las maniobras con comodidad.

- Las vallas de contención de peatones no podrán ser emplazadas como dispositivos de defensa, cuando se utilicen como elementos de balizamiento deberán estar dotadas de superficies planas reflectantes.

- Toda señal de prohibición u obligación deberá ser reiterada o anulada a distancias máximas de 1 minuto de la velocidad máxima prevista.

- Los elementos de balizamiento deberán ser reflectantes.

- La distancia entre elementos de balizamiento oscilará entre 5 y 20 m. En horas nocturnas o de visibilidad reducida, se complementará cada cinco elementos con una luz amarilla fija.

La maquinaria de obras públicas y camiones, cuando realicen trabajos de señalización, harán notar su presencia con una luz intermitente o giratoria de color amarillo auto, situada en la pared delantera del plano superior del vehículo. Si su situación en la calzada de autopista o autovía impone precauciones, también se utilizará la luz mencionada en el recorrido del vehículo hasta llegar a donde se estén produciendo dichos trabajos.

La señalización al tráfico de las zonas de trabajo deberá ser revisado por el jefe de obra o encargado con la siguiente periodicidad:

- Al finalizar la jornada laboral.
- Cada vez que se modifique la zona de trabajo.
- Al iniciar la jornada laboral (especialmente después de interrupciones de trabajo de más de un día).
- Antes de la parada del almuerzo y de la comida.

- Después de la parada del almuerzo y la comida.

Protecciones individuales a utilizar:

- Casco de seguridad
- Guantes de protección
- Ropa reflectante
- Ropa de trabajo para el mal tiempo.
- Botas de seguridad

Atendiendo a los Artículos 25 “Protección de trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos”, 26 “Protección de la maternidad” y 27 “Protección de los menores” de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se garantizará de manera específica la protección de los trabajadores, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial.

Coruña, 16 de julio de 2014

El alumno:



Fdo.: Juan Luis Pensado Méndez

Grado en Ingeniería Marina

Especialidad Mantenimiento e Instalaciones