



TRABAJO FIN DE GRADO



BUQUE PARA LA INSTALACIÓN DE PARQUES EÓLICOS OFFSHORE

Definición de la planta eléctrica

AUTOR:	Alejandro Caridad Bouza
TUTOR:	D. Luís Carral Couce
ESCUELA:	Escuela Politécnica Superior Ferrol
UNIVERSIDAD:	Universidad de A Coruña
Nº DE CUADERNO:	11
FECHA:	Febrero 2015



Escuela Politécnica Superior

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

NÚMERO: 13-P9.

TIPO DE BUQUE: BUQUE PARA LA INSTALACIÓN DE PARQUES EÓLICOS OFFSHORE.

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:
GERMANISHER LLOYD, SOLAS, MARPOL.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 12 AEROGENERADORES DE 3,6 MW.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 13 NUDOS AL 80% DE MCR CON UN 15% DE MARGEN DE MAR Y AUTONOMÍA DE 35 DÍAS.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: GRÚA PRINCIPAL DE 1.200 TN DE CAPACIDAD DE IZADO CON UN RADIO DE 40 M.

PROPULSIÓN: DIESEL ELÉCTRICA.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 110 TRIPULANTES.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: LAS HABITUALES EN ESTE TIPO DE BUQUES.

Índice

1. Introducción	1
2.1. Proceso de diseño de la instalación eléctrica	2
2.1. Redacción de la lista de consumidores	2
2.1.1. Dimensionamiento de los consumidores eléctricos no calculados.	3
2.2. Selección del tipo de corriente y tensión de distribución	6
2.3. Realización del balance Eléctrico	7
2.4. Selección de los Diésel-Generadores	9
2.4.1. Selección de los Diesel-Generadores Principales	9
2.4.2. Selección del generador de emergencia	10
3. Bibliografía	14
Anexo 1 Balance Eléctrico y Diagrama Unifilar	15

1. Introducción

En este cuaderno, se van a obtener las necesidades de consumo eléctrico para los servicios del buque, esto se realiza, para poder dimensionar la planta de generación eléctrica.

Una instalación eléctrica se compone de:

- Planta generadora.
- Cuadro de distribución.
- Red de distribución.
- Consumidores.

En este caso, se realizará un cálculo de las necesidades de energía de los consumidores, para posteriormente dimensionar la red de distribución, cuadro de distribución y por último la planta generadora. De forma detallada, el proyecto de una instalación eléctrica consistiría en:

1. Realizar una lista de consumidores.
2. Selección del tipo de corriente y tensión de distribución.
3. Realización del balance eléctrico.
4. Esquema unifilar de la instalación.
5. Planos y esquemas de los cuadros.
6. Requisitos de instalación de equipos de la planta eléctrica.
7. Situación a bordo de los consumidores.
8. Planos de cableado, por cubiertas y servicios.
9. Tablas de cuadros, estaciones y subestaciones por servicios.
10. Planos de embornado.
11. Lista de repuestos.

2.1. Proceso de diseño de la instalación eléctrica

2.1. Redacción de la lista de consumidores

La redacción de consumidores puede atender a una gran variedad de clasificaciones, pudiendo llegar a un elevado nivel de detalle. Los niveles más elevados en que se pueden clasificar los consumidores son:

Servicios Esenciales: Son los consumidores, vitales para el mantenimiento de unas condiciones normales de propulsión, seguridad, conservación de la carga y condiciones mínimas de habitabilidad. Estos consumidores, vienen definidos por la Sociedad de Clasificación, como por ejemplo:

- Luces de navegación.
- Ventiladores de cámara de máquinas.
- Molinetes.
- Bombas contraincendios.
- Ayudas a la navegación.
- Bombas de lastre.
- Sistema de iluminación principal.
- Bombas de agua de alimentación.
- Bombas de circulación y refrigeración.
- Bombas de sentinas.
- Sistemas de detección de incendios.
- Bombas de combustible.

Servicios No Esenciales: Aquellos, cuyo fallo, no afecta a la operación segura del buque.

Servicios de Emergencia: Son los consumidores que deben funcionar en situación de emergencia, pero también en condiciones normales, por lo que deberán poseer doble alimentación. Las normativas, establecen qué equipos deben llevar doble alimentación de emergencia y el número mínimo de horas que ha mantener dicha alimentación.

Algunos de estos equipos son:

- Luces de navegación.
- Comunicaciones internas y externas.
- Bomba contraincendios de emergencia
- Ayudas a la navegación.
- Iluminación de emergencia en cámara de máquinas.

Los consumidores, se podrían clasificar en grupos más pequeños, atendiendo a la función que realizan dentro del buque. En este trabajo, se hará la siguiente clasificación:

- Servicios auxiliares de máquinas.
- Servicios auxiliares varios.
- Aparatos propulsores.
- Auxiliares de cubierta.
- Ventilación y A.C.
- Acomodación.
- Iluminación.
- Equipo de navegación

Se debe tener en cuenta que equipos como las bombas de emergencia, bomba de lubricación stand-by... aunque se han tenido en consideración en la agrupación, no se tendrán en cuenta en los casos de navegación, dado que, solo entrarán en funcionamiento si se estropean las bombas convencionales.

Muchos de los consumidores del buque ya han sido calculados en otros cuadernos, pero aún quedan algunos por dimensionar, por lo que antes de llevar a cabo la clasificación se realizarán los cálculos de dichos consumidores.

2.1.1. Dimensionamiento de los consumidores eléctricos no calculados.

Dentro de estos consumidores se encontrarán los equipos de iluminación exterior, interior y equipos de trabajo.

Equipos de iluminación:

Iluminación interior: Según D. Manuel Baquerizo en su libro “Electricidad Aplicada al Buque”, cada local posee una iluminación aconsejada, dada en luxes, que se recoge en la siguiente tabla:

Proyecto 13-P9: Buque para la instalación de parques eólicos offshore

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica

ILUMINACIONES ACONSEJADAS					
	Iluminancia (lux)			Iluminancia (lux)	
	Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo
Camarote oficialidad	200	250	Máquinas	300	450
Camarote tripulación	150	200	Puesto de maniobra	500	750
Pasillo tripulación	100	150	Calderas	250	350
Local reunión tripulación	200	400	Túneles	100	150
Local servicio	250	300	Taller de montaje	1000	2000
Enfermería	500	1000	Taller de maquinaria	500	1000
Puente descubierto	20	40	Sala de dibujo	750	1500
Puente de botes	10	20	Oficina	400	750

Tabla 1: Iluminancias Aconsejadas.

Con estos valores de iluminancia y la superficie que se desea iluminar, se calcula el flujo luminoso necesario, a partir de la siguiente expresión:

$$L = E * S * \frac{F_d}{F_u}$$

Donde:

L = flujo luminoso en lúmenes (lm)

E = iluminancia en luxes.

S = superficie a iluminar.

F_d = factor de suciedad, oscila entre 1,25 y 2,50 (se usa 1,90).

F_u = factor de utilización.

El factor de utilización será función del tipo de alumbrado (directo o indirecto) y de un factor K , función de las dimensiones del local a iluminar. En este trabajo, solo se empleará alumbrado directo y se estimará el factor de utilización en 0,55 (media de los valores para alumbrado directo).

Por último, el valor de la potencia consumida, se calcula a partir del rendimiento luminoso (W/lumen), multiplicando este, por el flujo luminoso calculado. Dicho rendimiento dependerá del tipo de lámpara que se utilice:

Tipo de lámpara	
Incandescente	0,11
Fluorescente	0,03
De Mercurio a alta presión	0,018
De Sodio	0,008

Tabla 2: Tipos de lámparas

Proyecto 13-P9: Buque para la instalación de parques eólicos offshore

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica

En este caso en particular, se emplearán lámparas fluorescentes, ya que, consumen menos que las incandescentes (menos potencia para igual flujo) y son más económicas que las de Sodio, o Mercurio.

En la siguiente tabla, se indican las dimensiones de las superficies a iluminar (calculadas a partir de los planos de Disposición General del Cuaderno 7, usando el comando para cálculo de recintos cerrados, de Área de programa Autocad), la iluminancia escogida y la potencia total a instalar:

Recinto a iluminar	Superficie total (m ²)	Iluminancia (lux)	Flujo luminoso	Potencia total (kW)
Puente	589,85	150	305.649,54	9,17
Cámara de máquinas	1.824	350	2.205.381,82	66,16
Camarotes	1.464	200	1.011.490,91	30,34
Comedores	167,25	150	86.665,91	2,60
Cocina y Gambuza	150,80	350	182.330,91	5,47
Pañoles	229,78	250	198.446,36	6,95
Locales de Reunión	529,65	300	548.910	16,47
Puesto de Maniobra	198,24	600	410.897,45	12,33
Locales de Servicio	3.276,69	250	2.829.868,64	84,90
Enfermería	68,15	750	176.570,45	5,30
Pasillos	672,62	100	232.359,64	6,97
Oficina	40,60	400	56.101,82	1,68
Taller de maquinaria	274,56	750	711.360	21,34

Tabla 3: Potencia iluminación interior.

Iluminación exterior: En este apartado, se va a diferenciar entre dos tipos de alumbrado exterior: El de las luces de navegación, impuestas por el “Reglamento de 1972 para Prevenir Abordajes” y el de la iluminación de las zonas exteriores de trabajo.

Luces de navegación: Según el reglamento citado en el apartado anterior, el buque, deberá disponer de las siguientes luces con las características señaladas, las potencias, se estiman a partir de buques de similares dimensiones.

Luces (en navegación)	Alcance (millas)	Ángulo de visión (grados)	Potencia (W)
2 x Luz de tope (una en proa y otra en popa)	6	225º	2 x 100
Luces de costado (verde ER y roja BR)	3	112,50º	2 x 80
Luz de alcance	3	135º	80
Total			440

Tabla 4: Luces en navegación.

Luces (fondeado)	Alcance (millas)	Ángulo de visión (grados)	Potencia (W)
Luz blanca todo horizonte en proa	3	360º	80
Luz blanca todo horizonte en popa	3	360º	80
Total	6		160

Tabla 5: Luces fondeado.

Proyecto 13-P9: Buque para la instalación de parques eólicos offshore

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica

Luces de trabajo: Además de los proyectos obligatorios por el reglamento del Germanischer Lloyd's, se instalarán en las zonas de trabajo del buque, focos halógenos, para poder realizar operaciones nocturnas. Serán los siguientes:

- Tres, a popa de la superestructura, para iluminar la cubierta expuesta de popa.
- Seis, a cada costado del buque, en la cubierta expuesta, para iluminar la mayor zona posible.
- Dos, en la base de cada grúa, para tareas de elevación.

Fuente	Potencia (W)
Superestructura	3 x 200
Costado	12 x 200
Base de grúas	4 x 200
Total	3.800

Tabla 6: Luces de trabajo.

2.2. Selección del tipo de corriente y tensión de distribución

En este apartado, se escogerá el tipo de corriente que se instalará en el buque y la tensión de distribución.

La selección del tipo de corriente, la frecuencia y la tensión de distribución, son función de:

- Tipo de buque.
- Clase de equipos instalados a bordo.
- La zona preferente de actuación.

Por ser el buque de superficie (suelen llevar corriente alterna) y la mayor parte de los equipos funcionar con corriente alterna, se va a emplear este tipo de corriente. Además, dado que, el buque trabajará y empleará equipos europeos se instalará una frecuencia de 50 Hz pero, como también habrá consumidores de corriente continua, se deberá adaptar esta corriente mediante rectificadores de frecuencia, antes de la entrada a dichos equipos.

A continuación, se citan algunas ventajas de la corriente alterna para justificar su utilización:

- Menor peso, volumen y coste de los generadores.
- Menores gastos de mantenimiento y mayor seguridad.
- Permite mayores tensiones de distribución.

Se deben citar también los inconvenientes:

- Los motores de C.C. tienen un mejor par de arranque y mayor facilidad para la regulación, lo cual los hace más indicados para algunas operaciones.

Una vez decidió el tipo de corriente a utilizar es el momento de seleccionar la tensión de distribución. Para esto hay que considerar que:

- La selección de la tensión de distribución viene dada por el volumen de los servicios y por los reglamentos de las Sociedades de Clasificación.
- Se debe tener en consideración que, la elevación de la tensión de distribución, lleva consigo importantes ahorros en la sección de los cables y cuadros, luego en peso y en dinero.

Lo normal para frecuencia de 50 Hz es emplear tensiones de 380 V, que será la escogida. Por lo tanto, se dispondrá de corriente alterna de 50 Hz a 380 V.

2.3. Realización del balance Eléctrico

El Balance Eléctrico de un buque, o análisis de cargas, es el estudio conjunto de las necesidades energéticas en las distintas Situaciones de Carga Eléctrica.

Es un cálculo más probabilista que determinista como se verá a continuación, pues, se basa en la estimación del consumo de cada receptor, en las diversas situaciones de operación del buque.

A continuación, se calculará la potencia eléctrica requerida por el buque en las distintas condiciones de navegación. Los consumidores, se dividirán en grupos, según su servicio. Posteriormente, se explicará cómo se han realizado los cálculos, pero dado que, son demasiadas partidas a estudiar solo se realizarán ejemplos básicos. En los servicios, de los que no se disponga de recursos suficientes para hallar los equipos que más se adecuen a los requerimientos de potencia calculados se aproximara a la potencia más común e inmediatamente superior.

Para el cálculo del balance eléctrico, se utilizarán los siguientes coeficientes multiplicadores de la potencia total instalada:

- $K_u = \text{Factor de utilización} = K_n \cdot K_{sr} = K_n \cdot K_s \cdot K_r$.
- $\text{Potencia de Cálculo} = K_u \times \text{Potencia Instalada}$.
- $K_n = \text{Factor de simultaneidad} = n^\circ \text{ aparatos simultáneos} / n^\circ \text{ aparatos instalados}$.
- $K_s = \text{Factor de servicio} = \text{horas al día de funcionamiento} / 24$.
- $K_r = \text{Factor de régimen (por máquina)} = \text{potencia absorbida} / \text{potencia instalada}$.

Proyecto 13-P9: Buque para la instalación de parques eólicos offshore

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica

Los valores de estos coeficientes pueden ser, conocidos (valores reales obtenidos a partir del funcionamiento) o estimados, a partir de proyectos similares.

Como ejemplo, se utilizará el caso de las lavadoras. Se han instalado diez lavadoras de 3,61 kW cada una. Supongamos que en la condición de navegación sólo estarán funcionando cinco al mismo tiempo y durante 12 horas al día siendo el régimen de funcionamiento es del 80%. Por tanto:

$$K_n = \text{Factor de simultaneidad} = 5 / 10 = 0,50.$$

$$K_s = \text{Factor de servicio} = 12 / 24 = 0,50.$$

$$K_r = \text{Factor de régimen} = 80 \% = 0,80.$$

$$K_u = \text{Factor de utilización} = K_n * K_{sr} = K_n * K_s * K_r = 0,50 * 0,50 * 0,80 = 0,2$$

$$\text{Potencia Instalada} = 10 * 3,61 = 36,10 \text{ kW}$$

$$\text{Potencia de Cálculo} = K_u * \text{Potencia Instalada} = 0,2 \times 36,10 = 7,22 \text{ kW}.$$

Las condiciones de navegación que se estudiarán serán las siguientes:

- Navegación.
- Posicionamiento dinámico.
- Elevación.
- Combinación (transición entre las condiciones de Posicionamiento Dinámico y Elevación).
- Puerto
- Emergencia

Al final del balance se aplicará un margen de crecimiento del 10% (que es lo habitual en este tipo de instalaciones). Resumiendo se tendrá:

Proyecto 13-P9: Buque para la instalación de parques eólicos offshore

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica

Equipo	Navegación (kW)	Posicionamiento Dinámico (kW)	Elevación (kW)	Puerto (kW)
Servicios Auxiliares de Maquinaria	478,80	391,92	391,92	79,52
Servicios Auxiliares Varios	573,10	550,45	516,74	291,43
Aparatos Propulsores	10.368	7.743,60	0	0
Auxiliares de Cubierta	0	460	7.851,84	1.492
Ventilación y A.C	4.194,65	2.250,37	2.250,37	500
Cocina y Lavandería	105,77	95,06	95,06	65,29
Iluminación	119,52	119,76	119,90	119,50
Equipo de Navegación	13,40	10,72	13,40	0
Total (sin margen)	15.853,24	11.621,89	11.239,23	2.547,74
Total	17.438,56	12.784,07	12.363,15	2.802,51

Tabla 7: Requerimientos de potencia.

Aparte de las condiciones estudiadas en la tabla anterior hay que considerar la Condición de Combinación, la cual representa, como se dijo anteriormente, la transición entre las condiciones de Elevación y Posicionamiento Dinámico y posee los máximos requerimientos de potencia.

Fuentes	Potencia requerida (kW)
Posicionamiento Dinámico	11.621,89
Patas de Elevación	8.164,80
Ventiladores de Cámara de máquinas	2.310
Total (sin margen)	22.096,69
Total	24.306,36

Tabla 8: Potencia requerida Combinación.

2.4. Selección de los Diésel-Generadores

2.4.1. Selección de los Diesel-Generadores Principales

Considerando los consumos calculados, se comprueba que los valores supuestos en el Cuaderno 10 no se diferencian en demasía de los valores reales. A continuación se comprobará el porcentaje de carga de los generadores:

Condición	Potencia estimada (kW)	Potencia calculada (con margen del 10 %) (kW)
Navegación	17.500	17.438,56
Posicionamiento Dinámico	12.800	12.784,07
Elevación	12.000	12.363,15
Combinación	23.500	24.306,36
Puerto	2.500	2.802,51

Tabla 9: Comparación de potencia.

Proyecto 13-P9: Buque para la instalación de parques eólicos offshore

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica

Condición	Potencia requerida (kW)	Generadores empleados	Potencia Generadores (kW)	Potencia con margen del (10 %)	% Carga Empleada
Navegación	15.853,24	3 x Mak 16 VM 32C	19.200	17.438,56	90,82 %
Posicionamiento Dinámico	11.621,89	2 x Mak 16 VM 32C	12.800	12.784,07	99,87 %
Elevación	11.239,23	2 x Mak 16 VM 32C	12.800	12.363,15	96,56 %
Combinación	24.306,36	4 x Mak 16 VM 32C	25.600	24.306,36	94,95 %
Puerto	2.547,74	1 x Mak 16 VM 32C	6.400	2.802,51	43,79 %

Tabla10: % Carga Empleada.

Como se aprecia, el funcionamiento es bueno en todas las condiciones salvo, en la de puerto, lo cual no representa un problema, pues cuando el buque se encuentre en puerto se podrá conectar a la toma de tierra, consumiendo de esta y teniendo sus diesel-generadores apagados. A la hora de tomar una decisión sobre el funcionamiento de los diesel-generadores y su idoneidad a las diferentes condiciones hay que centrarse en las que más tiempo se encuentre el buque, es decir, Navegación, Posicionamiento Dinámico y Elevación, en las cuales el porcentaje de carga es superior al 90% en todas las condiciones, lo que significa que la selección de los diesel-generadores principales fue correcta y que como se afirmó en el Cuaderno 10, se produce un ahorro de combustible pues, con propulsión convencional rara vez se consiguen porcentajes de carga superiores al 90%.

2.4.2. Selección del generador de emergencia

Debido a la legislación vigente, es obligatorio dotar al buque de un generador de emergencia. Para conocer los requisitos que ha de cumplir dicho generador, se acude al SOLAS Parte D Regla 43 Fuente de Energía Eléctrica de Emergencia en los Buques de Carga.

En el que se especifica, que la fuente de energía eléctrica de emergencia deberá tener capacidad suficiente para alimentar simultáneamente como mínimo, los servicios siguientes:

- Durante un periodo de 18 horas:
 - Alumbrado de emergencia.
 - Luces de navegación.
 - Instalación Radioeléctrica de ondas métricas.
 - Todo el equipo de comunicaciones interiores.

Proyecto 13-P9: Buque para la instalación de parques eólicos offshore

Cuaderno 11: Definición de la planta eléctrica

- Aparatos náuticos de abordó.
 - Sistema de detección de incendios y de alarma.
 - Lámpara de señales diurnas, el pito del buque, los avisadores de accionamiento manual y todas las señales interiores.
 - Una de las bombas contra incendios.
 - Bomba para los rociadores automáticos.
 - Bomba de emergencia para el achique de sentinas.
-
- Durante un periodo de media hora
 - Toda puerta estanca.
 - Dispositivos de emergencia que impulsan los ascensores hasta la cubierta.

La normativa permite escoger entre una batería de acumuladores, o un generador. En este caso se escogerá un generador con las siguientes características:

- Estar accionado por un motor primario apropiado con alimentación independiente.
- Arrancar automáticamente cuando se produzca un fallo en el suministro eléctrico de la fuente de principal y quedar conectado automáticamente al cuadro de distribución de emergencia.
- El sistema automático de arranque y las características del motor primario serán tales, que el generador de emergencia funcione a plena carga de régimen tan rápidamente como sea posible sin riesgos y a lo sumo en 45 segundos.
- Tener una fuente transitoria de energía eléctrica de emergencia.

Teniendo todo esto en cuenta, se ha calculado la potencia requerida para la condición de emergencia, ver Anexo 1 “Balance Eléctrico y Diagrama Unifilar”.

La potencia necesaria es de 694,02 kW pero, aunque se ha tomado un margen de crecimiento futuro de un 10 %, este valor se aumentará otro 10 % pues se han omitido ciertos consumidores por carecer de datos, por lo que la nueva potencia será de 763,42 kW y como no existen generadores de esta potencia exacta, se instalará el de potencia inmediatamente superior.

El generador seleccionado será el modelo Caterpillar C32 ACERT de 830 kW cuyas características principales se muestran a continuación:

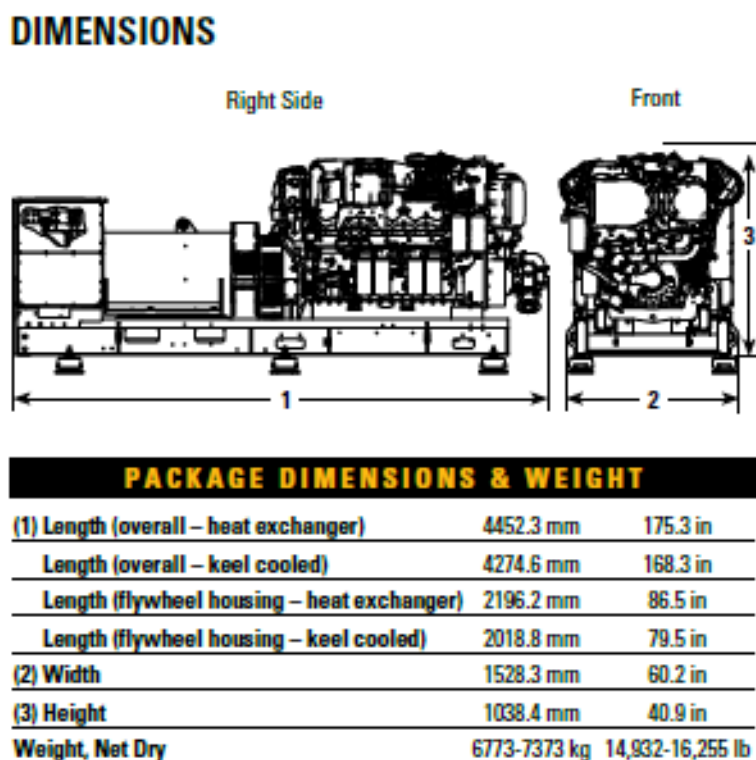


Figura 1: Características técnicas C32 ACERT.

Es conocido que en la Condición de Puerto el consumo eléctrico es muy bajo, en comparación con las otras condiciones y lo normal, es alimentar los servicios bien conectando el buque a la toma de tierra, como se comentó con anterioridad, o bien mediante generadores propios, en este último caso usando normalmente los generadores de emergencia por disponer estos de menor potencia que los diesel-generadores principales, luego funcionan a un régimen más favorable y minimizan el consumo.

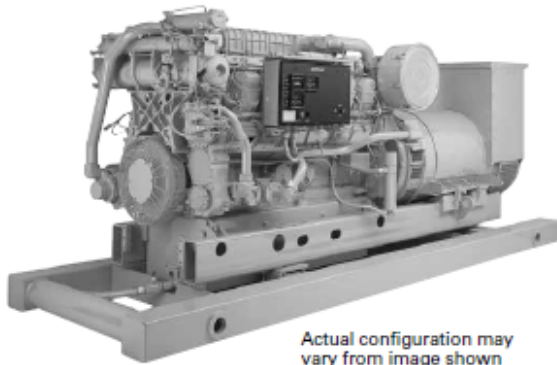
El generador de emergencia seleccionado cumple con los requisitos mínimos para alimentar a los equipos de emergencia, pero no cumple con los requisitos mínimos para alimentar los servicios en la condición de Puerto (2.802,51 kW).

Lo más apropiado, es instalar una planta con una capacidad de generación de potencia de al menos 2.802,51 kW, que sirviese tanto para utilizar en aquellos puertos en los cuales no se pueda conectar el buque a la red eléctrica. Sería decisión del armador estudiar la actividad del buque (en qué puertos atracará) y decidir que generador instalar. De escoger la segunda opción, una posible opción, por necesidades de generación y limitaciones de espacio, sería la instalación de dos generadores de emergencia modelo Caterpillar 3512 B de 1.418 kW.



3512B Offshore Emergency Generator Set

1360 ekW (1943 kVA)
1424 bkW (1910 bhp)
60 Hz (1800 rpm)



Actual configuration may vary from image shown

CAT® ENGINE SPECIFICATIONS

V-12, 4-Stroke-Cycle-Diesel

Emissions	IMO Tier I
Bore	170 mm (6.7 in)
Stroke	190 mm (7.5 in)
Displacement	52 L (3175 in ³)
Aspiration	Turbocharged-Aftercooled
Governor and Protection	Electronic ADEM™ A3
Refill Capacity	
Lube Oil System (refill) ¹	318 L (84 U.S. gal)
Engine Cooling System	401 L (106 U.S. gal)
Oil Change Interval	1000 hours

¹500-hour oil pan available

Figura 2: Características técnicas Cat 3512 B.

3. Bibliografía

1. 3512 Offshore Emergecy Generator Set. En línea]. [Acceso el 15-09-2014].
Disponible en:
<https://s7d2.scene7.com/is/content/.../LEHW0125-01>
2. C32 Acert Marine Generetor Set Package [En línea]. [Acceso el 15-09-2014].
Disponible en:
<https://marine.cat.com/cda/alias/cat-C32ACERT-genset>
3. Parte D, Regla 43: Fuente de Energía Eléctrica de Emergencia en los Buques de Carga. Safety of Life at Sea (SOLAS)
4. Parte C, Luces y Marcas. Reglamento Internacional para Prevenir los Abordajes, 1972 (COLREG 1972).
5. Manuel Baquerizo (1986) .Electricidad Aplicada al Buque. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales. Madrid

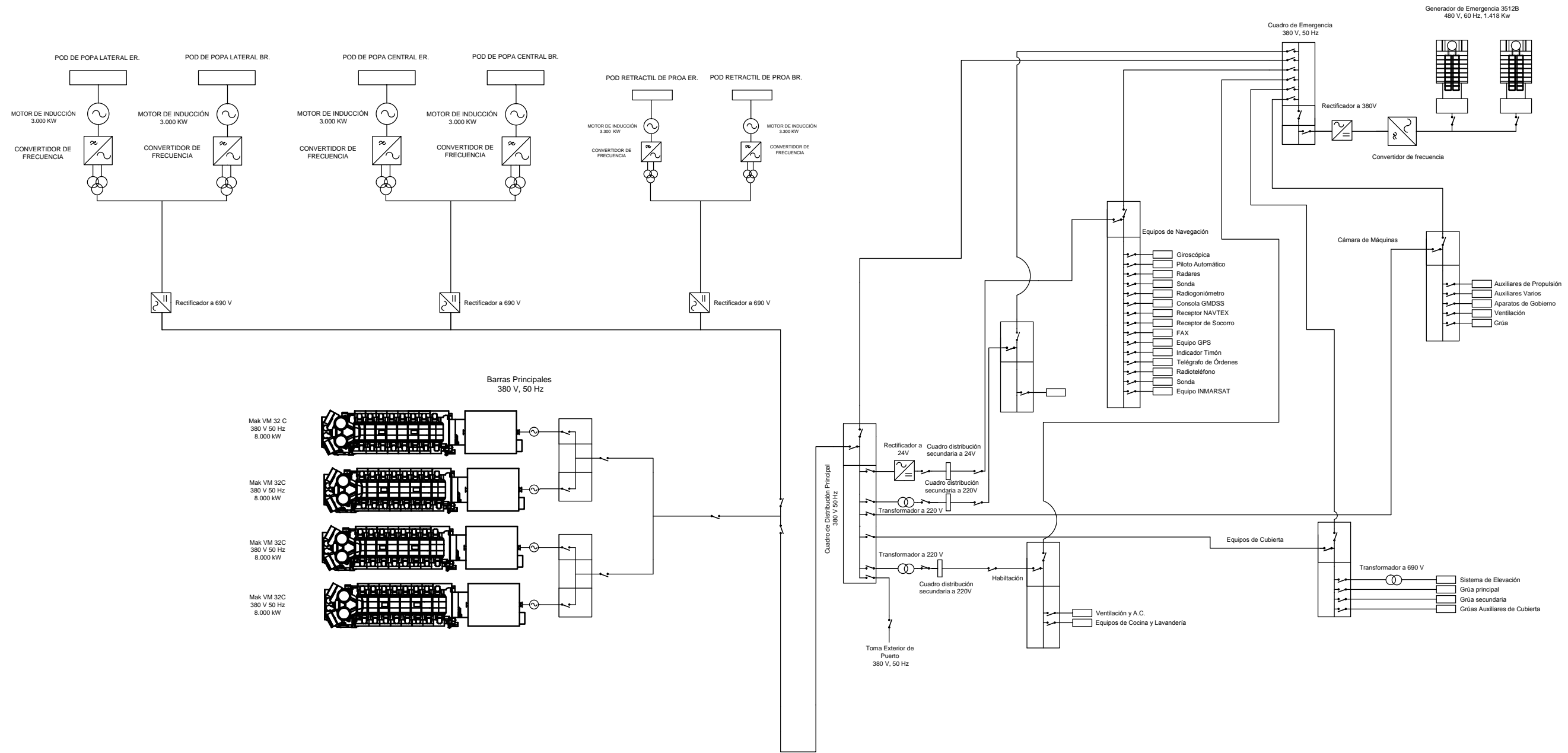
Anexo 1

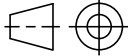

Balance Eléctrico

Y

Diagrama Unifilar

Concepto	Cantidad	Navegación						Posicionamiento dinámico				Elevación				Puerto				Emergencia			
		Potencia	Potencia Absorbida	Aparatos en	K _c	K _w	Potencia Necesaria	Aparatos en	K _c	K _w	Potencia	Aparatos en	K _c	K _w	Potencia	Aparatos en	K _c	K _w	Potencia	Aparatos en	K _c	K _w	Potencia
		Unitaria (kW)	(kW)	Marcha			(kW)	Marcha			Necesaria (kW)	Marcha			Necesaria (kW)	Marcha			Necesaria (kW)	Marcha			Necesaria (kW)
Servicios Auxiliares de Maquinaria																							
Bombas de Trasiego Combustible	4,00	3,00	12,00	2,00	0,50	0,80	4,80	2,00	0,50	0,60	3,60	2,00	0,50	0,60	3,60	2,00	0,25	0,20	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00
Bombas de Suministro Combustible	4,00	5,00	20,00	2,00	0,50	0,90	9,00	2,00	0,50	0,80	8,00	2,00	0,50	0,80	8,00	2,00	0,25	0,20	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bombas Suministros de Aceite	4,00	4,00	16,00	2,00	0,50	0,90	7,20	2,00	0,50	0,80	6,40	2,00	0,50	0,80	6,40	2,00	0,50	0,20	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00
Bombas Independiente de Aceite	4,00	45,00	180,00	2,00	0,50	0,80	72,00	2,00	0,50	0,70	63,00	2,00	0,50	0,70	63,00	2,00	0,50	0,20	18,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bombas de Pre-Lubricación	4,00	4,00	16,00	4,00	1,00	0,30	4,80	4,00	1,00	0,30	4,80	4,00	1,00	0,30	4,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bombas Lubricación Accionadas por el Motor	4,00	60,00	240,00	2,00	0,50	0,80	96,00	2,00	0,50	0,70	84,00	2,00	0,50	0,70	84,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bombas de alta temperatura	4,00	50,00	200,00	2,00	0,50	0,80	80,00	2,00	0,50	0,60	60,00	2,00	0,50	0,60	60,00	2,00	0,20	0,20	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bombas de Agua Salada	4,00	75,00	300,00	2,00	0,50	0,80	120,00	2,00	0,50	0,60	90,00	2,00	0,50	0,60	90,00	2,00	0,33	0,20	19,80	0,00	0,00	0,00	0,00
Compresores de Aire de Arranque	6,00	7,50	45,00	4,00	0,67	0,70	21,00	4,00	0,80	0,67	24,12	4,00	0,80	0,67	24,12	4,00	0,80	0,67	24,12	0,00	0,00	0,00	0,00
Bombas de baja temperatura	4,00	40,00	160,00	2,00	0,50	0,80	64,00	2,00	0,50	0,60	48,00	2,00	0,50	0,60	48,00	1,00	0,20	0,20	6,40	0,00	0,00	0,00	0,00
Total			1.189,00				478,80				391,92				391,92				79,52				0,00
Servicios Auxiliares Varios																							
Bombas Contra incendios	2,00	155,00	310,00	1,00	0,50	0,70	108,50	1,00	0,50	0,70	108,50	1,00	0,50	0,70	108,50	1,00	0,50	0,50	77,50	2,00	0,50	1,00	155,00
Bombas C.I. Interior Emergencia	1,00	85,00	85,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,20	17,00
Bomba agua nebulizada	1,00	450,00	450,00	1,00	1,00	0,70	315,00	1,00	1,00	0,70	315,00	1,00	1,00	0,70	315,00	1,00	1,00	0,30	135,00	1,00	1,00	1,00	290,00
Bombas de Sentinas	2,00	155,00	310,00	1,00	0,50	0,80	124,00	1,00	0,50	0,60	93,00	1,00	0,50	0,60	93,00	1,00	0,50	0,20	62,00	0,00	1,00	0,50	155,00
Bombas de Lastre Popa	2,00	20,00	40,00	1,00	0,50	0,30	6,00	1,00	0,50	0,40	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,50	0,50	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bombas de Lastre Costados	4,00	30,00	120,00	1,00	0,50	0,30	18,00	2,00	0,50	0,40	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,50	0,20	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bombas Agua Fria	2,00	2,00	4,00	1,00	0,50	0,80	1,60	1,00	0,50	0,60	1,20	1,00	0,50	0,60	0,24	1,00	0,50	0,60	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00
Bombas agua Caliente	2,00	1,50	3,00	1,00	0,50	0,80	1,20	1,00	0,50	0,50	0,75	1,00	0,50	0,50	0,75	1,00	0,50	0,50	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00
Total			1.322,00				573,10				550,45				516,74				291,43	4,00			617,00
Aparatos Propulsores																							
Motor Eléctrico propulsores de popa	4,00	3.000,00	12.960,00	4,00	1,00	0,80	10.368,00	4,00	1,00	0,35	4.536,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Motores Electricos propulsores retráctiles	2,00	3.300,00	7.128,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	1,00	0,45	3.207,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total			20.088,00				10.368,00				7.743,60				0,00				0,00				0,00
Auxiliares de Cubierta																							
Molinete de Anclas	2,00	305,00	610,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	1,00	0,20	122,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Grúa principal	1,00	4.000,00	4.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,10	400,00	1,00	1,00	0,30	1.200,00	1,00	1,00	0,30	1.200,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Grúa secundaria	1,00	200,00	200,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,30	60,00	1,00	1,00	0,60	120,00	1,00	1,00	0,40	80,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Chigres	5,00	90,00	450,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	1,00	0,20	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Motores patas elevación	108,00	70,00	8.164,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	108,00	1,00	0,80	6.531,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total			13.424,80				0,00				460,00				7.851,84				1.492,00				0,00
Ventilación y A.C.																							
Ventiladores de Cámara de Máquinas	10,00	420,00	4.200,00	8,00	0,80	0,90	3.024,00	5,00	0,50	0,70	1.470,00	5,00	0,50	0,70	1.470,00	2,00	0,20	0,40	336,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Extractor Cocina	3,00	0,31	0,93	3,00	1,00	0,70	0,65	3,00	1,00	0,40	0,37	3,00	1,00	0,40	0,37	2,00	0,67	0,40	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00
Grupos A.C.	4,00	215,00	860,00	4,00	1,00	0,90	774,00	4,00	1,00	0,60	516,00	4,00	1,00	0,60	516,00	2,00	0,50	0,50	53,75	0,00	0,00	0,00	0,00
Ventilación Habitación	4,00	110,00	440,00	4,00	1,00	0,90	396,00	4,00	1,00	0,60	264,00	4,00	1,00	0,60	264,00	2,00	0,50	0,50	110,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total			5.500,93				4.194,65				2.250,37				2.250,37				500,00				0,00
Cocina y Lavandería																							
Lavadoras	10,00	3,61	36,10	10,00	1,00	0,70	25,27	5,00	1,00	0,60	21,66	5,00	1,00	0,60	21,66	4,00	0,40	0,20	2,89	0,00	0,00	0,00	0,00
Secadoras	5,00	2,50	12,50	5,00	1,00	0,70	8,75	3,00	0,60	0,40	3,00	3,00	0,60	0,40	3,00	2,00	0,40	0,40	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plancha Ropa	5,00	0,50	2,50	5,00	1,00	0,70	1,75	2,00	0,40	0,40	0,40	2,00	0,40	0,40	0,40	2,00	0,40	0,40	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00
Equipos Cocina	1,00	100,00	100,00	1,00	1,00	0,70	70,00	1,00	1,00	0,70	70,00	1,00	1,00	0,70	70,00	1,00	1,00	0,60	60,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total			151,10				105,77				95,06				95,06				65,29				0,00
Iluminación																							
Luces de Navegación	1,00	1,32	1,32	1,00	1,00	0,50	0,66	1,00	1,00	0,40	0,53	1,00	1,00	0,50	0,66	1,00	1,00	0,20	0,26	1,00	1,00	0,40	0,53
Puente	1,00	9,17	9,17	1,00	1,00	0,50	4,59	1,00	1,00	0,50	4,59	1,00	1,00	0,50	4,59	1,00	1,00	0,50	4,59	0,00	0,00	0,00	0,00
Cámara de Máquinas	1,00	66,16	30,00	1,00	1,00	0,50	15,00	1,00	1,00	0,50	15,00	1,00	1,00	0,50	15,00	1,00	1,00	0,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Camarote	1,00	27,89	27,89	1,00	1,00	0,50	13,95	1,00	1,00	0,50	13,95	1,00	1,00	0,50	13,95	1,00	1,00	0,50	13,95	0,00	0,00	0,00	0,00
Comedores	1,00	2,60	2,60	1,00	1,00	0,50	1,30	1,00	1,00	0,50	1,30	1,00	1,00	0,50	1,30	1,00	1,00	0,50	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00
Cocina y Gamba	1,00	5,47	5,47	1,00	1,00	0,50	2,74	1,00	1,00	0,50	2,74	1,00	1,00	0,50	2,74	1,00	1,00	0,50	2,74	0,00	0,00	0,00	0,00
Pañoles	1,00	6,95	6,95	1,00	1,00	0,50	3,48	1,00	1,00	0,50	3,48	1,00	1,00	0,50	3,48	1,00	1,00	0,50	3,48	0,00	0,00	0,00	0,00
Locales de reunión	1,00	16,24	16,24	1,00	1,00	0,50	8,12	1,00	1,00	0,50	8,12	1,00	1,00	0,50	8,12	1,00	1,00	0,50	8,12	0,00	0,00	0,00	0,00
Puesto de Maniobra	1,00	12,33	12,33	1,00	1,00	0,50	6,17	1,00	1,00	0,50	6,17	1,00	1,00	0,50	6,17	1,00	1,00	0,50					



	Fecha	Nombre	Sistema	Universidad de A Coruña Trabajo Fin de Grado
Dibujado	09-09-2014	A. Caridad	 	
Comprado				
ids. normas				
Escala	Diagrama Unifilar			Cuaderno 11
				Formato: UNE A3