

ÍNDICE ANEXO CÁLCULOS

Índice anexo cálculos	1
Capítulo 1: Introducción.....	3
Capítulo 2: Previsión de cargas	4
2.1. Iluminación	4
2.2. Climatización.....	5
2.3. Navegación	6
2.4. Confort.....	6
2.5. Sistema de aguas	8
2.6. Seguridad	9
Capítulo 3: Baterías.....	10
3.1. Iluminación	11
3.2. Navegación	12
3.3. Confort.....	12
3.4. Sistema de aguas	14
3.5. Seguridad	14
3.6. Totales y conclusiones.....	14
Capítulo 4: Baterías emergencia.....	17
4.1. Cálculo del grupo de baterías	17
4.2. Placa solar fotovoltaica para baterías emergencia y tiempo de carga ..	18
Capítulo 5: Generadores.....	20
5.1. Generador climatización.....	20
5.2. Generador servicios	21
5.2.1. Confort	21
5.2.2. Sistema de aguas.....	22
5.2.3. Carga de baterías.....	22
5.2.4. Totales y conclusiones	23
5.2.5. Tiempo de carga de las baterías a partir del generador	23
Capítulo 6: Alternadores.....	24
Capítulo 7: Líneas, secciones y protecciones	25
7.1. Cálculo de intensidades de cortocircuito.....	25
7.1.1. Transformador de aislamiento.....	25

7.1.2. Generadores.....	26
7.2. Líneas, secciones y protecciones.....	26
7.2.1. Secciones.....	26
7.2.2. Protecciones	32

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

El objetivo de este apartado es desarrollar, justificar y aclarar los diferentes cálculos obtenidos para la realización del proyecto.

En él se podrá ver el dimensionado de las diferentes instalaciones, así como todos sus componentes, de manera que ayuden a adoptar la solución más adecuada para la instalación de la embarcación.

Todos estos cálculos han sido realizados en una hoja de cálculo Excel, de manera que cualquier dato que se precise modificar quedará registrado en el resto de cálculos afectados.

CAPÍTULO 2: PREVISIÓN DE CARGAS

En este capítulo se detallan las cargas previstas por tipología y situación de cada uno de los receptores que acostumbran a equipar este tipo de embarcaciones.

Para ello se han obtenido los resultados aproximados del consumo unitario de cada una de las cargas. El consumo total para los apartados desde el 2.1 hasta el 2.6 se ha obtenido del siguiente modo:

$$C_{total} = P \times n \quad (1)$$

Donde:

- C_{total} = Consumo total [W].
- P = potencia unitaria de cada carga [W].
- n = número total de cargas [adimensional].

A modo de ejemplo, se realiza el cálculo del primer consumo referido a iluminación:

- Consumo de cada luz de cortesía tipo LED: 1 W.
- Cantidad de luces de cortesía instalada en la bañera: 8 unidades.

$$C_{total} = P \times n = 1 \times 8 = 8 \text{ W} \quad (2)$$

- Como resultado se obtienen 8 W de consumo total.

2.1. Iluminación

A continuación se detallan los cálculos referidos a la iluminación interior de la embarcación. Cabe destacar que no se ha realizado ningún estudio lumínico para los cálculos de potencia lumínica necesaria en cada estancia de la embarcación,

aunque se han considerado aproximadamente las luminarias existentes en una embarcación del tipo estudiado.

Tabla 1.Consumos iluminación

Localización	Tipología	Consumo (W)	Cantidad	Consumo total (W)	Circuito
BAÑERA	Luces cortesía tipo LED	1	8	8	DC
	Luces LED	2	8	16	DC
SALÓN	Luces cortesía tipo LED	1	6	6	DC
	Luces LED	2	10	20	DC
COCINA	Luces LED	2	8	16	DC
	Luces cortesía tipo LED	2	4	8	DC
SALA MÁQUINAS	Luces LED	2	16	32	DC
FLYBRIDGE	Luces cortesía tipo LED	1	4	4	DC
CONSOLA	Luces LED	2	4	8	DC
	Luz de lectura	1	2	2	DC
HALL (pasillo)	Luz LED	2	2	4	DC
	Luces cortesía tipo LED	1	6	6	DC
CAMAROTE 1	Luces de lectura	1	2	2	DC
	Luces LED	2	8	16	DC
	Luces de ambiente	2	4	8	DC
BAÑO 1	Luces LED	2	4	8	DC
CAMAROTE 2	Luces de lectura	1	2	2	DC
	Luces LED	2	8	16	DC
	Luces de ambiente	2	4	8	DC
BAÑO 2	Luces LED	2	4	8	DC
CAMAROTE 3	Luces de lectura	1	2	2	DC
	Luces LED	2	8	16	DC
	Luces de ambiente	2	4	8	DC
CAMAROTE TRIPULACIÓN	Luces de lectura	1	2	2	DC
	Luces LED	2	8	16	DC
BAÑO TRIPULACIÓN	Luces LED	2	4	8	DC

2.2. Climatización

A continuación se detallan los cálculos referidos a la climatización interior de la embarcación. Cabe destacar que no se ha realizado ningún estudio de climatización para los cálculos de potencia necesaria y se ha escogido una potencia estándar equipada por la mayoría de embarcaciones de recreo de estas dimensiones.

Tabla 2.Consumos climatización

Localización	Tipología	Consumo (W)	Cantidad	Consumo total (W)	Circuito
AIRE ACONDICIONADO	Equipo aire acondicionado	3500	1	3500	AA
CAMAROTE 1	Fan-coil	240	1	240	AA

CAMAROTE 2	Fan-coil	130	1	130	AA
CAMAROTE 3	Fan-coil	130	1	130	AA
CAMAROTE TRIPULACIÓN	Fan-coil	130	1	130	AA

2.3. Navegación

En este apartado se recoge toda la paramenta electrónica necesaria para la navegación de la embarcación, así como la iluminación reglamentaria para poder navegar en condiciones nocturnas.

Tabla 3.Consumos navegación

Localización	Tipología	Consumo (W)	Cantidad	Consumo total (W)	Circuito
CUBIERTA	Limpiaparabrisas	50	1	50	DC
	Mástil con luz de navegación	4,5	1	4,5	DC
	Luz Alcance	1,5	1	1,5	DC
	Luz remolque	1,5	1	1,5	DC
	Luz todo horizonte	3	1	3	DC
	Bocina	60	1	60	DC
	Luz Fondeo	15	1	15	DC
	Antena radar	100	1	100	DC
	Hélice de proa	5000	1	5000	AC
CONSOLA	Display pantalla	100	2	200	DC
	Procesador	60	2	120	DC
	Teclado	2,5	1	2,5	DC
	AIS	25	1	25	DC
	Sonda	20	1	20	DC
	Estación meteorológica	3	1	3	DC
	Piloto automático	40	1	40	DC
	Radio teléfono	25	1	25	DC
	Antena satélite	30	1	30	DC
	PLC	30	6	180	DC
	SWITCH	8	6	48	DC
	GATEAWAY	5	6	30	DC

2.4. Confort

En el apartado de confort se recogen todos los electrodomésticos que acostumbran a llevar este tipo de embarcaciones, desde los necesarios para cocinar hasta los utilizados en ratos de ocio.

Para las tomas de corriente de uso general (TC) se ha escogido la misma potencia que emplea el REBT, ITC-BT-25 igual a 3450 W.

Tabla 4.Consumos confort

Localización	Tipología	Consumo (W)	Cantidad	Consumo total (W)	Circuito
BAÑERA	Motor eléctrico para Hard Top	50	2	100	AC
	TC	3450	2	6900	AC
	Motor pasarela entrada	4000	1	4000	AC
	Motor enrollador cable puerto	180	1	180	AC
	Kit Satélite TV	30	1	30	DC
BOW (solarium)	Nevera eléctrica de proa	65	1	65	AC
	Molinete de ancla	2000	1	2000	AC
	Altavoces	100	2	200	AC
SALÓN	TV 32"	70	1	70	AC
	Sistema video CD/DVD	25	1	25	AC
	Altavoces	100	2	200	AC
	TC	3450	2	6900	AC
	Fan-coil	175	4	700	AC
CONSOLA	Asiento piloto control eléctrico	200	1	200	AC
CAMAROTE 1	TV 26"	60	1	60	AC
	Radio CD/DVD	25	1	25	AC
	TC	3450	2	6900	AC
	Altavoces	100	2	200	AC
	Fan-coil	240	1	240	AC
BAÑO 1	TC	3450	1	3450	AC
CAMAROTE 2	TV 26"	60	1	60	AC
	Radio CD/DVD	25	1	25	AC
	TC	3450	2	6900	AC
	Altavoces	100	2	200	AC
	Fan-coil	130	1	130	AC
BAÑO 2	TC	3450	1	3450	AC
CAMAROTE 3	TV 26"	60	1	60	AC
	Radio CD/DVD	25	1	25	AC
	TC	3450	2	6900	AC
	Altavoces	100	2	200	AC
	Fan-coil	130	1	130	AC
CAMAROTE TRIPULACIÓN	Radio CD/DVD	25	1	25	AC
	TC	3450	2	6900	AC
	Altavoces	100	2	200	AC
	Fan-coil	130	1	130	AC
BAÑO TRIPULACIÓN	TC	3450	1	3450	AC
COCINA/GALERÍA	Nevera 160l	65	1	65	AC
	Congelador 160l	70	1	70	AC

	Vitrocerámica 2 fuegos	1200	2	2400	AC
	Extractor de humos	300	1	300	AC
	Lavavajillas	190	1	190	AC
	Horno - Microondas	2200	1	2200	AC
	TC	3450	2	6900	AC
	Lavadora	2200	1	2200	AC
SALA MÁQUINAS	Desalinizador	423	1	423	DC

2.5. Sistema de aguas

En el apartado de sistema de aguas, se recogen todos los consumos relacionados con el tratamiento de aguas, desde las bombas al calentador para agua caliente sanitaria.

Para el cálculo del dimensionado del calentador de agua se ha seguido el código técnico de edificación (CTE), a partir de la siguiente tabla:

Tabla 5. Dimensionado calentador

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60°C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel****	70	por cama
Hotel***	55	por cama
Hotel/Hostal**	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión*	35	por cama
Residencia(ancianos, estudiantes)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por Kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Se ha escogido el criterio de Hostal/Pensión* ya que la cantidad estimada necesaria de agua caliente sanitaria (ACS) se ha escogido entre la de un hotel** y una vivienda unifamiliar. Teniendo en cuenta que la embarcación dispone de 7 camas, se obtiene del siguiente modo la dimensión del calentador de agua:

$$35 \text{ l} \times 7 \text{ camas} = 245 \text{ l ACS/día} \quad (3)$$

Finalmente se ha seleccionado un calentador de 250 litros de capacidad y una potencia de 3000 W.

Tabla 6. Consumos sistema de aguas

Localización	Tipología	Consumo (W)	Cantidad	Consumo total (W)	Circuito
SALA MÁQUINAS	Bomba agua dulce	46,8	2	93,6	DC
	Bomba presión grifos (bomba para 4 grifos)	90	2	180	DC
	Bomba aguas negras y grises	300	3	900	DC
	Bomba achique sala máquinas	90	2	180	DC
	Calentador agua 250 litros	3000	1	3000	AC
	TC	3450	2	6900	AC
CABINA	Bomba achique cabina	90	2	180	DC
CONSOLA	Bomba achique consola + extra	90	2	180	DC

2.6. Seguridad

En este apartado se recogen las cargas que permiten garantizar una mayor seguridad a bordo.

Tabla 7. Consumos seguridad

Localización	Tipología	Consumo (W)	Cantidad	Consumo total (W)	Circuito
CONTROL Y COMUNICACIÓN EMERGENCIAS	Cámaras en popa y sala de máquinas	10	3	30	DC
	Interfono comunicación altavoces	30	2	60	DC

CAPÍTULO 3: BATERÍAS

A continuación se detallan los cálculos relativos al bloque de baterías de servicios. En dicho cálculo se ha tenido en cuenta el consumo total de cada carga obtenida en el capítulo 2. El objetivo es que la gran mayoría de cargas de mediano y bajo consumo puedan disponer de la energía acumulada en las baterías sin la necesidad de utilizar el generador, ya que en este caso se estaría realizando un consumo extra de combustible debido a que los generadores ofrecen su mayor rendimiento trabajando a la potencia nominal a la cual están diseñados y con una baja carga el rendimiento del generador es mucho menor.

Para el cálculo total del bloque de baterías se ha usado un factor de utilización (F_u) para las cargas eléctricas, ya que normalmente no se usa toda la potencia para la que están calculadas cada carga. También se han estimado unas horas de utilización diarias de cada carga para poder conocer así la energía de la que debe disponer la embarcación durante un día.

Los grandes consumos o aquellos que tengan un uso muy esporádico no se han tenido en cuenta para el cálculo del bloque de baterías ya que, en el primer caso deberían aprovechar la potencia del generador aunque si la energía acumulada fuera suficiente podrían funcionar a partir de las baterías. En el segundo caso su corto periodo de utilización hace que la energía que pueden necesitar a lo largo de un día sea prácticamente despreciable.

El cálculo de la energía necesaria se ha realizado mediante la siguiente fórmula:

$$E_n = C_{total} \times F_u \times h \quad (4)$$

Donde:

- E_n = Energía necesaria [Wh/día]
- C_{total} = Potencia total de cada carga [W]
- F_u = Factor de utilización [adimensional]
- h = Horas de utilización de cada carga al día [h/día]

A modo de ejemplo, se calcula la energía necesaria diaria para la primera carga de iluminación, "luces de cortesía tipo LED":

- C_{total} = La potencia de la carga es 8 W.
- F_u = El factor de utilización escogido para dicha carga es 1.
- h = Las horas de utilización de la carga al día se han estimado 5 horas.

$$E_n = C_{total} \times F_u \times h = 8 \times 1 \times 5 = 40 \text{ Wh/día} \quad (5)$$

- Como resultado se ha obtenido una energía de 40 Wh al día para esta carga.

El resto de resultados de energía necesaria al día se ha obtenido mediante la misma ecuación determinando las horas de utilización de cada carga así como la energía necesaria disponible en las tomas de corriente (TC) para cubrir la demanda más habitual.

3.1. Iluminación

Tabla 8. Energía necesaria por día: iluminación

Localización	Tipología	Consumo total (W)	F_u	Horas de utilización/día	Energía necesaria (Wh/día)
BAÑERA	Luces cortesía tipo LED	8	1	5	40
	Luces LED	16	1	3	48
SALÓN	Luces cortesía tipo LED	6	1	5	30
	Luces LED	20	1	3	60
COCINA	Luces LED	16	1	3	48
	Luces cortesía tipo LED	8	1	5	40
SALA MÁQUINAS	Luces LED	32	1	1	32
FLYBRIDGE	Luces cortesía tipo LED	4	1	5	20
CONSOLA	Luces LED	8	1	3	24
	Luz de lectura	2	1	5	10
HALL (pasillo)	Luz LED	4	1	1	4
	Luces cortesía tipo LED	6	1	5	30
CAMAROTE 1	Luces de lectura	2	1	1	2
	Luces LED	16	1	2	32
	Luces de ambiente	8	1	2	16
BAÑO 1	Luces LED	8	1	1	8
CAMAROTE 2	Luces de lectura	2	1	1	2
	Luces LED	16	1	2	32
	Luces de ambiente	8	1	2	16
BAÑO 2	Luces LED	8	1	1	8
CAMAROTE 3	Luces de lectura	2	1	1	2
	Luces LED	16	1	2	32
	Luces de ambiente	8	1	2	16

CAMAROTE TRIPULACIÓN	Luces de lectura	2	1	1	2
	Luces LED	16	1	2	32
BAÑO TRIPULACIÓN	Luces LED	8	1	1	8

3.2. Navegación

La energía necesaria para los componentes necesarios para la navegación de la embarcación son los siguientes:

Tabla 9. Energía necesaria por día: navegación

Localización	Tipología	Consumo total (W)	Fu	Horas de utilización/día	Energía necesaria (Wh/día)
CUBIERTA	Limpiaparabrisas	50	1	0,2	10
	Mástil con luz de navegación	4,5	1	4	18
	Luz Alcance	1,5	1	4	6
	Luz remolque	1,5	1	1	1,5
	Luz todo horizonte	3	1	8	24
	Bocina	60	0		
	Luz Fondeo	15	1	4	60
	Antena radar	100	1	1	100
	Hélice de proa	5000	0		
CONSOLA	Display pantalla	200	1	5	1000
	Procesador	120	1	5	600
	Teclado	2,5	1	5	12,5
	AIS	25	1	5	125
	Sonda	20	1	5	100
	Estación meteorológica	3	1	5	15
	Piloto automático	40	1	11	440
	Radio teléfono	25	1	11	275
	Antena satélite	30	1	11	330
	PLC	180	1	11	1980
	SWITCH	48	1	11	528
	GATEAWAY	30	1	11	330

3.3. Confort

A continuación se muestran las cargas de confort y la energía estimada diaria necesaria para cada una de ellas.

Tabla 10. Energía necesaria por día: confort

Localización	Tipología	Consumo total (W)	Fu	Horas de utilización/día	Energía necesaria (Wh/día)
BAÑERA	Motor eléctrico para Hard Top	100	1	0,08	8

	TC	6900	0,02	2,5	345
	Motor pasarela entrada	4000	1		
	Motor enrollador cable puerto	180	1		
	Kit Satélite TV	30	1	6	180
BOW (solarium)	Nevera eléctrica de proa	65	1	5	325
	Molinete de ancla	2000	1	0,25	500
	Altavoces	200	1	3	600
SALÓN	TV 32"	70	1	4	280
	Sistema video CD/DVD	25	1	2	50
	Altavoces	200	1	3	600
	TC	6900	0,02	2,5	345
CONSOLA	Asiento piloto control eléctrico	200	1	0,1	20
CAMAROTE 1	TV 26"	60	1	2	120
	Radio CD/DVD	25	1	2	50
	TC	6900	0,02	2,5	345
	Altavoces	200	1	2	400
BAÑO 1	TC	3450	0,1	2	690
CAMAROTE 2	TV 26"	60	1	2	120
	Radio CD/DVD	25	1	2	50
	TC	6900	0,02	2,5	345
	Altavoces	200	1	2	400
BAÑO 2	TC	3450	0,1	2	690
CAMAROTE 3	TV 26"	60	1	2	120
	Radio CD/DVD	25	1	2	50
	TC	6900	0,02	2,5	345
	Altavoces	200	1	2	400
CAMAROTE TRIPULACIÓN	Radio CD/DVD	25	1	2	50
	TC	6900	0,02	2,5	345
	Altavoces	200	1	2	400
BAÑO TRIPULACIÓN	TC	3450	0,1	2	690
COCINA/GALERÍA	Nevera 160l	65	1	10	650
	Congelador 160l	70	1	10	700
	Vitrocerámica 2 fuegos	2400	1		
	Extractor de humos	300	1	2	600
	Lavavajillas	190	1		
	Horno - Microondas	2200	0,4		
	TC	6900	0,1	1	690
	Lavadora	2200	0,4		
SALA MÁQUINAS	Desalinizador (400l/día)	423	1	4	1692

3.4. Sistema de aguas

Tabla 11. Energía necesaria por día: sistema de aguas

Localización	Tipología	Consumo total (W)	Fu	Horas de utilización/día	Energía necesaria (Wh/día)
SALA MÁQUINAS	Bomba agua dulce	93,6	1	2	187,2
	Bomba presión grifos (bomba para 4 grifos)	180	1	2	360
	Bomba aguas negras y grises	900	1	0,3	270
	Bomba achique sala máquinas	180	0		
	Calentador agua 250 litros	3000	1	5	15000
	TC	6900	0,02	1	138
CABINA	Bomba achique cabina	180	0		
CONSOLA	Bomba achique consola + extra	180	0		

3.5. Seguridad

Tabla 12. Energía necesaria por día: seguridad

Localización	Tipología	Consumo total (W)	Fu	Horas de utilización/día	Energía necesaria (Wh/día)
CONTROL Y COMUNICACIÓN EMERGENCIAS	Cámaras en popa y sala de máquinas	30	1	11	330
	Interfono comunicación altavoces	60	1	11	660

3.6. Totales y conclusiones

La suma total de energía será 36.689,2 Wh necesarios para que todas las cargas calculadas en los apartados que van desde el 3.1 hasta el 3.5 puedan ser utilizados durante todo un día sin necesidad de utilizar el generador monofásico.

El consumo de energía habitual en una embarcación de estas dimensiones es muy similar al de un hogar y sigue la siguiente distribución durante 24 horas:

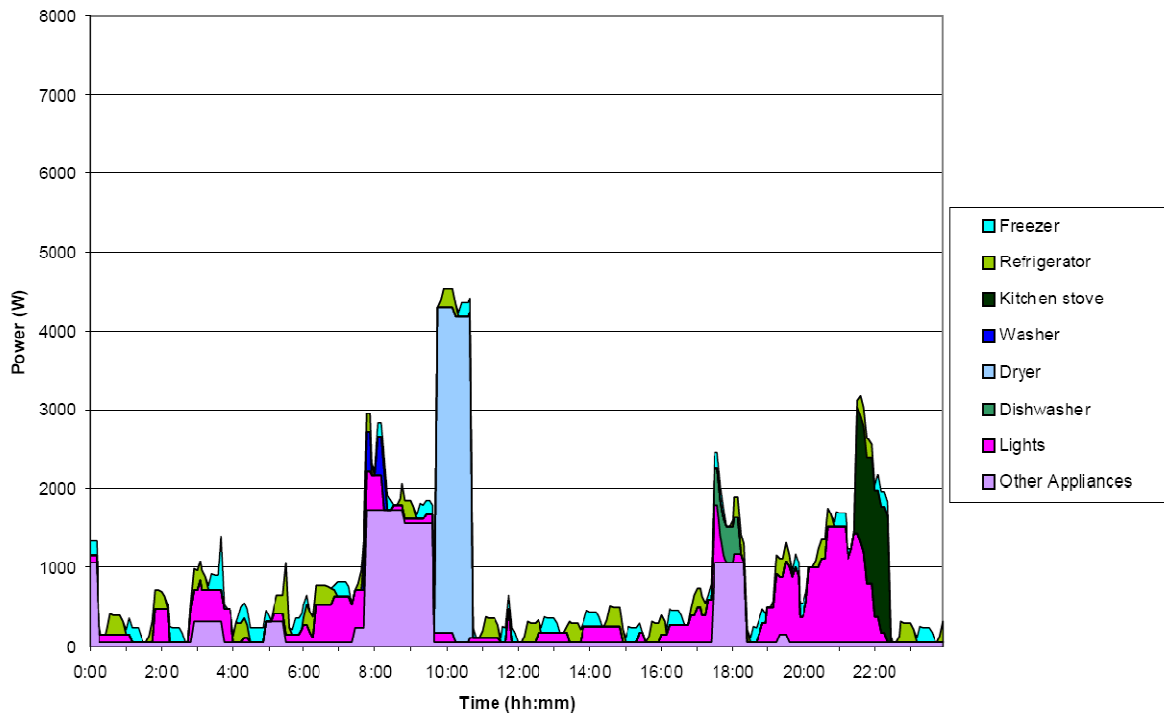


Figura 1. Distribución consumo energía durante el día

Fuente: www.victronenergy.com

Observando la figura 1 se concluye que durante el día hay dos grandes puntos de alto consumo en los que será necesaria la utilización de generador para no agotar la energía de las baterías. Además, se podrá aprovechar el encendido de éste para cargar las baterías. Teniendo en cuenta este factor, se ha considerado el máximo tiempo que estarán las baterías sin ser cargadas serán aproximadamente 1/3 de día, aunque se ha utilizado un factor de dimensionado de 2/3 de la capacidad obtenida previamente, para garantizar así energía suficiente que evite el funcionamiento del generador con un bajo consumo eléctrico.

La energía total necesaria para el grupo de baterías se ha calculado del siguiente modo:

$$36\,689,2 \times \frac{2}{3} = 24\,459,47 \text{ Wh} \quad (6)$$

Por lo tanto la capacidad del grupo de baterías será al menos de 24459,47 Wh.

Las baterías que se han escogido para todo el grupo de servicios tienen las siguientes características:

Tabla 13. Tabla de batería utilizada

Tensión de funcionamiento (V)	Capacidad en 20 horas (Ah)
12	255

De este modo se determina que para obtener los 24 V de tensión de servicio se utilizarán 2 baterías conectadas en serie. Cada uno de estos bloques tendrá las siguientes características:

Tabla 14. Tabla de cada bloque de baterías utilizada

Tensión de funcionamiento (V)	Capacidad en 20 horas (Ah)	Energía total (Wh)
24	255	6120

El número total de bloques de dos baterías en serie necesarios para la obtención del grupo total de baterías de servicio es el siguiente:

$$\frac{24459,47}{6120} = 3.99 \text{ grupos de baterías} \quad (7)$$

Por lo tanto necesitaremos 4 grupos de 2 baterías cada uno, es decir, 8 baterías de 12 V de tensión y 255 Ah para servicios que tendrán una capacidad de 24480 Wh.

CAPÍTULO 4: BATERÍAS EMERGENCIA

4.1. Cálculo del grupo de baterías

Según la recomendación del PER (por su siglas, patrón embarcación de recreo), las embarcaciones debería de disponer de unos acumuladores de emergencia que permitan el funcionamiento de los elementos imprescindibles para la navegación.

Siguiendo estos consejos, se ha optado por realizar una selección de las cargas que se han considerado imprescindibles para la navegación y se ha dimensionado el grupo de baterías para que tenga al menos una autonomía de 3 horas. En esta selección aparecen la mayoría de elementos de navegación, así como los de iluminación que se han considerado más importantes.

En la tabla 15 se muestran las cargas seleccionadas, así como su consumo total.

Tabla 15. Cargas baterías emergencia

Localización	Tipología	Consumo total (W)
SALÓN	Luces cortesía tipo LED	6
	Luces LED	20
COCINA	Luces LED	16
	Luces cortesía tipo LED	8
CONSOLA	Luces LED	8
	Luz de lectura	2
HALL (pasillo)	Luces cortesía tipo LED	6
CUBIERTA	Limpiaparabrisas	50
	Mástil con luz de navegación	4,5
	Luz Alcance	1,5
	Luz remolque	1,5

CONSOLA	Luz todo horizonte	3
	Luz Fondeo	15
	Antena radar	100
	Display pantalla	200
	Procesador	120
	Teclado	2,5
	AIS	25
	Sonda	20
	Estación meteorológica	3
	Piloto automático	40
	Radio teléfono	25
	Antena satélite	30
	PLC	180
	SWITCH	48
	GATEAWAY	30

Realizando la suma de todas las cargas mostradas en la tabla 15, se obtiene la potencia a alimentar durante al menos 3 horas, es decir, 965 W.

Para obtener la energía mínima necesaria multiplicaremos la potencia obtenida de las cargas por 3 horas:

$$965 \times 3 = 2895 \text{ Wh} \quad (8)$$

Para conseguir esta potencia, se han escogido baterías con tensión de funcionamiento igual a 12 V y una capacidad de 150 Ah cada una de ellas.

Como anteriormente se explicaba con las baterías de servicio, estas baterías irán conectadas en serie dos a dos, de manera que consigamos así los 24 V de tensión de servicio necesaria.

Un bloque de dos baterías de las características anteriormente descritas, proporcionará la siguiente energía almacenada disponible:

$$24 \times 150 = 3600 \text{ Wh} \quad (9)$$

Por lo tanto, con un bloque de 2 baterías de 12 V y 150 Ah conectadas en serie sería suficiente para poder alimentar a toda la paramenta necesaria para navegar en caso de emergencia durante más de 3 horas.

4.2. Placa solar fotovoltaica para baterías emergencia y tiempo de carga

El grupo de baterías destinado a emergencia, será cargado mediante una placa solar fotovoltaica asegurando así un nivel de carga máximo independiente del resto de la instalación.

La placa solar fotovoltaica escogida tiene una potencia nominal de 280 W.

Se tiene en cuenta que esta potencia solo puede ser obtenida durante aproximadamente 5 horas al día durante las horas de máxima radiación solar, obteniendo la energía siguiente:

$$E = P \times t = 280 \text{ W} \times 5 \text{ horas} = 1400 \text{ Wh/día} \quad (10)$$

Donde:

- E = Energía diaria entregada por la placa solar fotovoltaica [Wh/día]
- P = Potencia entregada por la placa solar fotovoltaica [W]
- h = Horas de máxima radiación solar al día [h/día]

Con el cálculo de la energía obtenida a través de la placa solar, se puede obtener el tiempo total aproximado de carga de las baterías:

$$t_{carga} = C_{baterías} \div E_{carga} = 3600 \text{ Wh} \div 1400 \frac{\text{Wh}}{\text{día}} = 2,57 \text{ días} \quad (11)$$

Donde:

- t_{carga} = Días necesarios para la carga de baterías de emergencia [días]
- $C_{baterías}$ = Capacidad baterías emergencia [Wh]
- E_{carga} = Energía diaria proporcionada por la placa fotovoltaica [Wh/día]

Por lo tanto, en una condiciones óptimas de radiación solar, las baterías de emergencia serán cargadas en aproximadamente 2,5 días. De este modo se asegura que la capacidad de dichas baterías siempre estará al máximo de su capacidad.

Además, una vez las baterías de emergencia estén completamente cargadas, se aprovechará la energía de la placa fotovoltaica para cargar las baterías de servicios, acortando así el tiempo de carga de éstas.

CAPÍTULO 5: GENERADORES

Para poder determinar el tamaño de los generadores a utilizar, primero se debe conocer la potencia prevista para la embarcación, teniendo en cuenta la simultaneidad de las cargas y su utilización.

5.1. Generador climatización

Para el generador de climatización se ha estimado unos factores de utilización y simultaneidad igual a 1, de manera que la potencia prevista para dicha instalación se obtiene de la manera siguiente:

$$P_{prevista} = C_{total} \times F_s \times F_u \quad (12)$$

Donde:

- $P_{prevista}$ = Potencia prevista [W]
- C_{total} = Potencia total de cada carga [W]
- F_s = Factor de simultaneidad [adimensional]
- F_u = Factor de utilización [adimensional]

A modo de ejemplo, se procede a calcular la primera fila de la siguiente columna, potencia prevista equipo aire acondicionado:

$$P_{prevista} = C_{total} \times F_s \times F_u = 3500 \times 1 \times 1 = 3500 \text{ W} \quad (13)$$

A continuación se muestra la potencia prevista para el generador de climatización.

Tabla 16. Potencia prevista generador climatización.

Localización	Tipología	Consumo total (W)	F_s	F_u	$P_{prevista}$ (W)
AIRE ACONDICIONADO	Equipo aire acondicionado	3500	1	1	3500
CAMAROTE 1	Fan-coil	240	1	1	240
CAMAROTE 2	Fan-coil	130	1	1	130

CAMAROTE 3	Fan-coil	130	1	1	130
CAMAROTE TRIPULACIÓN	Fan-coil	130	1	1	130
TOTAL					4830

Por lo tanto, el generador a instalar para la climatización de la embarcación será de al menos 4830 W de potencia. Se ha optado por instalar un generador de 5 kW para asumir la demanda exigida por las cargas.

5.2. Generador servicios

Para el generador de servicios se ha utilizado la misma ecuación que la anteriormente mencionada para la obtención de la potencia prevista.

Cabe destacar que solo se han tenido en cuenta los consumos de corriente alterna (cargas marcadas como circuito AC), por lo tanto los apartados de iluminación, navegación y seguridad no se han considerado directamente. En otras cargas, como por ejemplo la hélice de proa, al tener un uso muy esporádico y se ha considerado un factor de simultaneidad igual a 0.

A continuación se muestra la tabla con todos los consumos que dependerán de este generador, así como su potencia prevista.

5.2.1. Confort

Tabla 17. Potencia prevista generador servicios: confort.

Localización	Tipología	Consumo total (W)	Circuito	F _s	F _u	P _{prevista}
BAÑERA	Motor eléctrico para Hard Top	100	AC	0,05	1	5
	TC	6900	AC	0,2	0,02	27,6
	Motor pasarela entrada	4000	AC	0	1	
	Motor enrollador cable puerto	180	AC	0	1	
BOW (solarium)	Nevera eléctrica de proa	65	AC	0,5	1	32,5
	Molinete de ancla	2000	AC	0,05	1	100
	Altavoces	200	AC	0,2	1	40
SALÓN	TV 32"	70	AC	0,2	1	14
	Sistema video CD/DVD	25	AC	0,2	1	5
	Altavoces	200	AC	0,2	1	40
	TC	6900	AC	0,2	0,02	27,6
CONSOLA	Asiento piloto control eléctrico	200	AC	0,2	1	40
CAMAROTE 1	TV 26"	60	AC	0,2	1	12
	Radio CD/DVD	25	AC	0,2	1	5
	TC	6900	AC	0,2	0,02	27,6
	Altavoces	200	AC	0,2	1	40
BAÑO 1	TC	3450	AC	0,4	0,1	138
CAMAROTE 2	TV 26"	60	AC	0,2	1	12

	Radio CD/DVD	25	AC	0,2	1	5
	TC	6900	AC	0,2	0,02	27,6
	Altavoces	200	AC	0,2	1	40
BAÑO 2	TC	3450	AC	0,4	0,1	138
CAMAROTE 3	TV 26"	60	AC	0,2	1	12
	Radio CD/DVD	25	AC	0,2	1	5
	TC	6900	AC	0,2	0,02	27,6
	Altavoces	200	AC	0,2	1	40
CAMAROTE TRIPULACIÓN	Radio CD/DVD	25	AC	0,2	1	5
	TC	6900	AC	0,2	0,02	27,6
	Altavoces	200	AC	0,2	1	40
BAÑO TRIPULACIÓN	TC	3450	AC	0,4	0,1	138
COCINA/GALERÍA	Nevera 160l	65	AC	1	1	65
	Congelador 160l	70	AC	1	1	70
	Vitrocerámica 2 fuegos	2400	AC	0,5	1	1200
	Extractor de humos	300	AC	0,2	1	60
	Lavavajillas	190	AC	0,66	1	125,4
	Horno - Microondas	2200	AC	0,5	0,8	880
	TC	6900	AC	0,4	0,1	276
	Lavadora	2200	AC	0,66	0,8	1161,16

Como se puede observar en la tabla XX, la potencia de las tomas de corriente es relativamente pequeña. Esto es debido a que la gran mayoría de cargas están contempladas de manera individual, como televisores, neveras, etc. De este modo las cargas que se conectarán a las tomas de corriente serán muy pequeñas, de ahí los factores de utilización y simultaneidad tan bajos.

5.2.2. Sistema de aguas

Tabla 18. Potencia prevista generador servicios: sistema de aguas

Localización	Tipología	Consumo total (W)	Circuito	F _s	F _u	P _{prevista}
Sala de máquinas	Calentador agua 250 litros	3000	AC	0,66	1	1980
	TC	6900	AC	0,2	0,02	27,6

5.2.3. Carga de baterías

A las potencias previstas de los apartados de confort y aguas, hay que sumar la potencia prevista para la carga de baterías.

El fabricante recomienda cargar las baterías a un 20 % de su capacidad, por lo tanto, teniendo en cuenta que la capacidad total del grupo de baterías será de 24480 Wh, se obtiene la potencia de carga siguiente:

$$P_{carga} = C_{baterías} \times \%_{carga} = 24480 \times 0,2 = 4896 \text{ W} \quad (14)$$

Donde:

- P_{carga} = Potencia carga de baterías [W]

- $C_{baterías}$ = Capacidad baterías [Ah]
- $\%_{carga}$ = relación carga/capacidad de las baterías [adimensional]

Aplicando los factores de utilización y simultaneidad se obtiene lo siguiente:

Tabla 19. Potencia prevista carga de baterías

Localización	Tipología	Consumo total (W)	Circuito	F_s	F_u	$P_{prevista}$
Sala de máquinas	Carga de baterías	4896	AC	0,8	1	3916,8

5.2.4. Totales y conclusiones

Finalmente, realizando la suma de todas las potencias previstas para corriente alterna, se obtiene una potencia de 10834,5 W. Se instalará un generador de 11 kW.

Este generador permitirá que en los momentos de máximo consumo eléctrico, se pueda disponer de toda la energía necesaria para la vida a bordo, además de aprovechar esos momentos para la carga de baterías. Lo ideal es aprovechar el funcionamiento del generador para realizar todas aquellas tareas que requieren un alto consumo eléctrico, desde la utilización de la cocina eléctrica hasta la colada, de este modo se maximiza el rendimiento de dicho generador al estar trabajando cercano a su potencia nominal.

5.2.5. Tiempo de carga de las baterías a partir del generador

El tiempo de carga del grupo de baterías de servicio es un dato importante para poder estimar la comodidad de la instalación. El objetivo es que las baterías se carguen en un corto periodo mientras se usa el generador debido al alto consumo a bordo en momentos puntuales. De este modo, obtenemos el tiempo de carga mediante el generador de servicios de la manera siguiente:

$$t_{carga} = C_{baterías} \div P_{carga} = 24480 \div 4896 = 5 \text{ horas} \quad (15)$$

Donde:

- t_{carga} = tiempo de carga mediante el generador [horas]
- $C_{baterías}$ = Capacidad baterías [Ah]
- P_{carga} = Potencia de carga [horas]

Entonces podemos observar que si únicamente se utilizase el generador para la carga de baterías, se obtendría una carga completa en 5 horas.

CAPÍTULO 6: ALTERNADORES

La embarcación dispone de dos alternadores, uno en cada motor de combustión de la embarcación. Estos alternadores proporcionan una corriente continua de carga de 110 A con una tensión de 24 V. Estos alternadores proporcionaran la carga a las baterías de arranque de dichos motores, así como a las baterías de servicios una vez cargadas las de arranque. Por lo tanto la potencia máxima de carga de dichos alternadores será la siguiente:

$$P = n \times V \times I = 2 \times 24 \text{ V} \times 110 \text{ A} = 5280 \text{ W} \quad (16)$$

Donde:

- P = Potencia de carga [W]
- n = Número de alternadores [adimensional]
- V = Tensión proporcionada por el alternador [V]
- I = Intensidad proporcionada por cada uno de los alternadores [A]

Teniendo en cuenta que el fabricante recomienda una carga máxima para las baterías de servicio de 4896 W (obtenida en la ecuación 14), dichos alternadores podrán cargar las baterías con la misma potencia que el cargador de baterías que depende del generador de servicios. También se obtiene el mismo tiempo de carga que en la ecuación 15 si solo se utilizara esta fuente de energía para la carga de las baterías de servicio.

CAPÍTULO 7: LÍNEAS, SECCIONES Y PROTECCIONES

Para el cálculo de las líneas es importante tener presente el esquema general de la instalación, pudiéndose observar en el plano 11.

7.1. Cálculo de intensidades de cortocircuito

7.1.1. Transformador de aislamiento.

El transformador instalado tendrá una potencia de 7 kW. Se ha escogido esta potencia debido a que la gran mayoría de las tomas de puerto suelen ser de 32 A y 230 V en corriente alterna. Considerando un factor de potencia desfavorable de 0,85, se obtiene la siguiente potencia aparente:

$$s = \frac{p}{\cos\varphi} = \frac{7000}{0,85} = 8235,29 \text{ VA} \quad (17)$$

Donde:

- s = Potencia aparente transformador [VA]
- p = Potencia activa transformador [W]
- $\cos \varphi$ = Factor de potencia más desfavorable del transformador [adimensional]

Como no se han podido obtener las características técnicas del transformador, se procede al cálculo de la corriente de cortocircuito según una tabla de valores teóricos de transformadores.

Según la tabla y en el caso del transformador más pequeño que en ella aparece, se obtienen los siguientes datos:

Tabla 20. Corriente cortocircuito aguas abajo de los transformadores.

P_n [kVA]	U_{2n} [V]	U_{cc} [%]	I_N [A]	I_{cc} [kA]
63	380	4	91	2,3

Para la realización del cálculo, teniendo en cuenta que la tensión del secundario del transformador utilizado será de 230 V, se utilizará factor de corrección $k = 1,73$.

Por lo tanto la intensidad de cortocircuito de un transformador de 63 kVA con una tensión en el secundario de 230 V sería la siguiente:

$$I_{cc230} = k \times I_{cc380} = 1,73 \times 2,3 \text{ kA} \approx 4 \text{ kA} \quad (18)$$

Donde:

- I_{cc230} = Intensidad de cortocircuito con una tensión de 230 V en el secundario [kA]
- k = Factor corrector con una tensión de 230 V en el secundario del transformador [adimensional]
- I_{cc380} = Intensidad de cortocircuito con una tensión de 380 V en el secundario [kA]

Teniendo en cuenta que el transformador utilizado es prácticamente 10 veces más pequeño, se puede aplicar una corriente de cortocircuito de 4 kA para el transformador.

7.1.2. Generadores

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito producida por los generadores equipados en la embarcación y debido a la falta de datos eléctricos que el fabricante no ha podido proporcionar, se ha escogido la intensidad de cortocircuito calculada en el caso anterior, siendo entonces la intensidad de cortocircuito que deberán aguantar todos los dispositivos de protección de la embarcación de al menos 4 kA.

7.2. Líneas, secciones y protecciones

7.2.1. Secciones

El cálculo de las líneas eléctricas y según el REBT, se hará en base a la potencia que tienen que suministrar los conductores, a una determinada tensión y con una caída de tensión máxima permitida.

Después realizaremos la pertinente comprobación de que la intensidad máxima admitida por el conductor, para la sección calculada por caída de tensión, puede ser soportada.

Por lo tanto, la sección de los conductores se elegirá teniendo en cuenta dos criterios: la caída máxima de tensión permitida y la intensidad máxima (límite térmico del conductor) admisible por el conductor.

Las ecuaciones utilizadas para dichos cálculos son las siguientes:

$$s = \frac{2 \times L \times P}{\gamma \times \varepsilon(\%) \times V^2} \quad (19)$$

Donde:

- s = Sección conductor [mm^2].
- L = longitud de la línea [m].
- P = potencia línea [W].
- γ = conductividad del cobre a 70 °C ($\gamma = 48$ S/m).
- $\varepsilon\%$ = Caída de tensión (3% entre el origen y final de la línea).
- V = Tensión de funcionamiento [V].

La sección de los conductores utilizados se ha determinado con una caída de tensión máxima del 3%, de este modo siempre se ha calculado la sección mínima necesaria para obtener una caída de tensión menor o igual al 3% y en caso de que el conductor necesitara una sección mayor por la intensidad máxima admisible, se ha escogido el inmediatamente superior que cumpliera con ambas condiciones. De este modo se cumple con la siguiente inecuación:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (20)$$

Donde:

- I_B = Intensidad base de la línea [A].
- I_N = Intensidad nominal de la protección [A].
- I_Z = Intensidad máxima de la canalización [A].

A modo de ejemplo se calcula la primera sección, que será la mínima para cumplir con la caída de tensión máxima del 3%:

$$s = \frac{2 \times L \times P}{\gamma \times \varepsilon(\%) \times V^2} = \frac{2 \times 4 \times 4830}{48 \times 0.03 \times 230^2} = 0,51 \text{ mm}^2 \quad (21)$$

Donde:

- s = Sección conductor [mm^2].
- L = longitud de la línea [m].
- P = potencia línea [W].
- γ = conductividad del cobre a 70 °C ($\gamma = 48$ S/m).
- $\varepsilon\%$ = Caída de tensión (3% entre el origen y final de la línea).
- V = Tensión de funcionamiento [V].

En la siguiente tabla se pueden observar los cálculos de sección de cada una de las líneas y su sección mínima para cumplir con una caída de tensión máxima de 3%.

Es importante destacar que para el cálculo de las líneas que incluyen motores, se ha multiplicado la intensidad por 1,25, tal y como marca el REBT, asegurando así que no habrá problemas en el arranque de dichos motores.

Tabla 21. Sección por caída de tensión inferior al 3 %.

Tipo de cargas	Línea	Potencia Línea (W)	Tensión línea (V)	Intensidad (A)	Longitud cable (m)	c.d.t. (%)	sección c.d.t. máx 3% (mm ²)
GDOR. AA	Generador	4830	230	21,00	4	3,0%	0,51
Aire acondicionado	Babor	1070	230	4,65	14	3,0%	0,39
	Cuad. 1 Cocina y salón	700	230	3,04	2	3,0%	0,04
	Cuad. 2 Camarotes y baño babor	370	230	1,61	2	3,0%	0,02
	Estribor	3760	230	16,35	8	3,0%	0,79
	Cuad. 3 Camarote tripul. Bañera y paramenta sala maquinas	3630	230	15,78	2	3,0%	0,19
	Cuad. 5 Camarotes baños estribor	130	230	0,57	2	3,0%	0,01
Corriente continua	General	1463,82	24	60,99	4	3,0%	14,12
	Babor	82,5	24	3,44	14	3,0%	2,79
	Cuad. 1 Cocina y salon	37,5	24	1,56	2	3,0%	0,18
	Cuad. 2 Camarotes y baño babor	45	24	1,88	2	3,0%	0,22
	Estribor	1381,32	24	57,56	8	3,0%	26,65
	Cuad. 3 Camarote tripul. Bañera y paramenta sala maquinas	470,82	24	19,62	2	3,0%	2,27
	Cuad. 4 Navegación, flybridge y bow	885	24	36,88	2	3,0%	4,27
	Cuad. 5 Camarotes baños estribor	25,5	24	1,06	2	3,0%	0,12
Carga Baterías	Carga baterías	5000	24	260,42	3	3,0%	36,17

Conexión ramales baterías	Carga baterías	5000	24	260,42	3	3,0%	36,17
Cable alternadores motores a carga baterías servicios	Carga baterías	4896	24	204,00	3	3,0%	35,42
Emergencia	Carga baterías placa solar	192	24	8,00	8	3,0%	3,70
Emergencia	Estribor	965	24	40,21	5	3,0%	11,63
GRAL. CA	GRAL.	10834,5	230	47,11	8	3,0%	2,28
Corriente alterna	Babor	4364,4	230	18,98	14	3,0%	1,60
	Estribor	2553,3	230	11,10	8	3,0%	0,54
Hélice de proa	Estribor	5000	230	27,17	15	3,0%	1,97
Motor HardTop	Babor	100	230	0,54	5	3,0%	0,01
Molinete ancla	Babor	2000	230	10,87	4	3,0%	0,21
Motor pasarela entrada	Estribor	4000	230	21,74	4	3,0%	0,42
Motor enrollador cable puerto	Estribor	180	230	0,98	4	3,0%	0,02
Termo	Estribor	3000	230	13,04	4	3,0%	0,32
Lavadora, lavavajillas.	Babor	1287	230	5,60	4	3,0%	0,14
Cocina y horno	Babor	2080	230	9,04	4	3,0%	0,22
Líneas de tomas de corriente	Cualquiera	3450	230	15,00	14	3,0%	1,27
Toma de puerto	GRAL.	7360	230	32,00	15	3,0%	2,90

Nota: Para el cálculo de la sección de las baterías se ha escogido la potencia más grande que usará la embarcación, siendo esta carga el motor de proa, quedando dimensionada la instalación para su utilización a partir de la energía de las baterías.

Después del cálculo de las intensidades de cada línea por caída de tensión, se ha seleccionado la sección cumpliendo con la intensidad máxima admisible por el cableado, escogiendo secciones mayores de lo necesario en algunos casos para poder cumplir también con una selectividad en cuanto a protecciones se refiere.

El cableado será conductores aislados en tubos (incluyendo canaletas) en montaje superficial o empotrado en obra, según la tabla 19.2 de la itc 19 del REBT, que puede observarse en la siguiente tabla:

Tabla 22. Tabla 19.2 REBT.

Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento													
A1			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A2		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
B1					PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
B2				PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2					
C						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
D*													
E							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
F								PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2
Cobre	mm ²	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	-
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	-
	4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	-
	6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	-
	10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	-
	16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	-
	25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
	35	-	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
	50	-	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
	70	-	-	-	149	160	171	185	199	214	224	244	269
	95	-	-	-	180	194	207	224	241	259	271	296	327
	120	-	-	-	208	225	240	260	280	301	314	348	380
	150	-	-	-	236	260	278	299	322	343	363	404	438
	185	-	-	-	268	297	317	341	368	391	415	464	500
	240	-	-	-	315	350	374	401	435	468	490	552	590

La columna escogida según la instalación del conductor, mencionado anteriormente, será la 10.

Se debe considerar que las secciones de la columna 10 son más restrictivas que las mencionadas en la *UNE-EN ISO 13297*, de este modo se cumplirá con la normativa.

Por lo tanto, las secciones seleccionadas pueden observarse en la siguiente tabla:

Tabla 23. Sección normalizada escogida cumpliendo con la caída de tensión y la intensidad máxima admisible por el conductor.

Tipo de cargas	Línea	Potencia Línea (W)	Intensidad (A)	sección c.d.t. máx 3% (mm ²)	Sección normalizada escogida (mm ²)
GDOR. AA	Generador	4830	21,00	0,51	2,5
Aire acondicionado	Babor	1070	4,65	0,39	1,5
	Cuad. 1 Cocina y salon	700	3,04	0,04	1,5
	Cuad. 2 Camarotes y baño babor	370	1,61	0,02	1,5
	Estribor	3760	16,35	0,79	2,5
	Cuad. 3 Camarote tripul. Bañera y	3630	15,78	0,19	1,5

	paramenta sala maquinas				
	Cuad. 5 Camarotes baños estribor	130	0,57	0,01	1,5
Corriente continua	General	1463,82	60,99	14,12	25
	Babor	82,5	3,44	2,79	4
	Cuad. 1 Cocina y salón	37,5	1,56	0,18	1,5
	Cuad. 2 Camarotes y baño babor	45	1,88	0,22	1,5
	Estribor	1381,32	57,56	26,65	35
	Cuad. 3 Camarote tripul. Bañera y paramenta sala maquinas	470,82	19,62	2,27	2,5
	Cuad. 4 Navegación, flybridge y bow	885	36,88	4,27	6
	Cuad. 5 Camarotes baños estribor	25,5	1,06	0,12	1,5
Carga Baterías	Carga baterías	5000	260,42	36,17	120
Conexión ramales baterías	Carga baterías	5000	260,42	36,17	120
Cable alternadores motores a carga baterías servicios	Carga baterías	4896	204,00	35,42	95
Emergencia	Estribor	192	8,00	3,70	4
Emergencia	Estribor	965	40,21	11,63	16
GRAL. CA	GRAL.	10834,5	47,11	2,28	10
Corriente alterna	Babor	4364,4	18,98	1,60	4
	Estribor	2553,3	11,10	0,54	6
Hélice de proa	Estribor	5000	27,17	1,97	4
Motor HardTop	Babor	100	0,54	0,01	1,5
Molinete ancla	Babor	2000	10,87	0,21	1,5
Motor pasarela entrada	Estribor	4000	21,74	0,42	2,5
Motor enrollador cable puerto	Estribor	180	0,98	0,02	1,5
Termo	Estribor	3000	13,04	0,32	1,5

Lavadora, lavavajillas.	Babor	1287	5,60	0,14	4
Cocina y horno	Babor	2080	9,04	0,22	6
Líneas de tomas de corriente	Cualquiera	3450	15,00	1,27	2,5
Toma de puerto	GRAL.	7360	32,00	2,90	4

7.2.2. Protecciones

Las protecciones seleccionadas deberán proteger las líneas de las sobrecorrientes. Todas ellas tendrán una capacidad de corte de 6 kA, siendo más que suficiente ya que la intensidad de cortocircuito prevista para la instalación será inferior a 4 kA.

Cabe destacar que las secciones podrían ser menores en algunos casos, pero que se han escogido mayores para cumplir con una selectividad, de manera que se pueda localizar más fácilmente la avería en caso de que existiera.

Además, para el cálculo de las protecciones de los motores, se han estimado usar magnetotérmicos de curva D para asegurar el buen funcionamiento de la carga, debido a que éstas tienen un alto consumo en el arranque, que podría hacer que disparara la protección y no pudieran usarse debidamente.

En la siguiente tabla se pueden ver las protecciones para cada línea:

Tabla 24. Protecciones de las líneas.

Tipo de cargas	Línea	Potencia Línea (W)	Intensidad (A)	Sección normalizada escogida (mm ²)	Protección magnetotérmico o fusible
GDOR. AA	Generador	4830	21,00	2,5	25 A AC
Aire acondicionado	Babor	1070	4,65	1,5	10 A AC
	Cuad. 1 Cocina y salón	700	3,04	1,5	6 A AC
	Cuad. 2 Camarotes y baño babor	370	1,61	1,5	2 A AC
	Estribor	3760	16,35	2,5	20 A AC
	Cuad. 3 Camarote tripul. Bañera y paramenta sala maquinas	3630	15,78	1,5	16 A AC
	Cuad. 5 Camarotes baños estribor	130	0,57	1,5	1 A AC
Corriente continua	General	1463,82	60,99	25	FUSIBLE 100 A
	Babor	82,5	3,44	4	6 A DC
	Cuad. 1 Cocina y salon	37,5	1,56	1,5	2 A DC
	Cuad. 2 Camarotes y baño babor	45	1,88	1,5	2 A DC
	Estribor	1381,32	57,56	35	50 A DC

	Cuad. 3 Camarote tripul. Bañera y paramenta sala maquinas	470,82	19,62	2,5	20 A DC
	Cuad. 4 Navegación, flybridge y bow	885	36,88	6	40 A DC
	Cuad. 5 Camarotes baños estribor	25,5	1,06	1,5	2 A DC
Carga Baterías	Carga baterías	5000	260,42	120	FUSIBLE 300 A
Conexión ramales baterías	Carga baterías	5000	260,42	120	FUSIBLE 300 A
Cable alternadores motores a carga baterías servicios	Carga baterías	4896	204,00	95	FUSIBLE 250 A
Emergencia	Estribor	192	8,00	4	10 A DC
Emergencia	Estribor	965	40,21	16	50 A DC - FUSIBLE BATERÍAS EM. 80 A
GRAL. CA	GRAL.	10834,5	47,11	10	50 A AC
Corriente alterna	Babor	4364,4	18,98	4	32 A AC
	Estribor	2553,3	11,10	6	40 A AC
Hélice de proa	Estribor	5000	27,17	4	32 A AC curva D motores
Motor HardTop	Babor	100	0,54	1,5	1 A AC curva D motores
Molinete ancla	Babor	2000	10,87	1,5	16 A AC curva D motores
Motor pasarela entrada	Estribor	4000	21,74	2,5	25 A AC curva D motores
Motor enrollador cable puerto	Estribor	180	0,98	1,5	1 A AC curva D motores
Termo	Estribor	3000	13,04	1,5	16 A AC
Lavadora, lavavajillas.	Babor	1287	5,60	4	20 A AC
Cocina y horno	Babor	2080	9,04	6	25 A AC
Líneas de tomas de corriente	Cualquiera	3450	15,00	2,5	16 A AC
Toma de	GRAL.	7360	32,00	4	32 A AC

puerto					
--------	--	--	--	--	--

De este modo, se cumple que el dispositivo de protección permite un amperaje máximo inferior al del conductor, y que la intensidad prevista de la línea es inferior al dispositivo de protección.

Para la protección contra contactos indirectos, se han instalado interruptores diferenciales. Estos interruptores protegerán cada una de las líneas de corriente alterna.

Para asegurar la selectividad entre los diferenciales conectados en serie, aquellos situados aguas arriba de la instalación, tendrán una corriente diferencial de 100 mA. Los diferenciales situados más próximos a los receptores tendrán una corriente diferencial de 30 mA. Todos ellos serán acordes a la intensidad asignada a la línea.

Composición de las protecciones para cada cuadro:

Tabla 25. Cuadro de sala de máquinas

Cuadro sala de maquinas

Componente	Protección
Int. Diferencial 25 A 30 mA 6 kA	Generador aire acondicionado (AC)
Int. Diferencial 32 A 300 mA 6 kA	Transformador de aislamiento (AC)
Int. Diferencial 63 A 300 mA 6 kA	Generador de servicios (AC)
PIA 32 A 6 kA	Transformador de aislamiento (AC)
PIA 50 A 6 kA	Generador de servicios (AC)
PIA 50 A 6 kA	Quattro (AC)
PIA 40 A 6 kA	Líneaestribor (AC)
PIA 32 A 6 kA	Líneababor (AC)
PIA 50 A 6 kA	Líneaestribor (DC)
PIA 6 A 6 kA	Líneababor (DC)
PIA 20 A 6 kA	Línea aire acondicionadoestribor (AC)
PIA 10 A 6 kA	Línea aire acondicionado babor (AC)
PIA 25 A 6 kA	Generador de aire acondicionado (AC)

Tabla 26. Componentes sub-cuadro 1

Sub-cuadro 1 (Cocina, Salón)

Componente	Protección
Int. Diferencial 32 A 30 mA 6 kA	Paramenta de alterna (AC) (no A.A)
PIA 1 A (curva D) 6 kA	Motor de hard top (AC)
PIA 16 A 6 kA	Tomas de corriente (AC)
PIA 20 A 6 kA	Lavadora-lavavajillas (AC)
PIA 25 A 6 kA	Cocina-Horno (AC)
PIA 6 A 6 kA	Aire acondicionado (AC)

PIA 2 A 6 kA | Luces (DC)

Tabla 27. Componentes sub-cuadro 2

Sub-cuadro 2 (Camarotes y baños de babor)

Componente	Protección
Int. Diferencial 32 A 30 mA 6 kA	Paramenta de alterna (AC) (no A.A)
PIA 16 A (curva D)6 kA	Moline de ancla (AC)
PIA 16 A 6 kA	Tomas de corriente (AC)
PIA 2 A 6 kA	Aire acondicionado (AC)
PIA 2 A 6 kA	Luces (DC)

Tabla 28. Componentes sub-cuadro 3

Sub-cuadro 3 (Camarote de tripulación y bañera)

Componente	Protección
Int. Diferencial 40 A 30 mA 6 kA	Paramenta de alterna (AC) (no A.A)
PIA 1 A (curva D)6 kA	Motor enrollador cable de puerto (AC)
PIA 25 A (curva D)6 kA	Motor pasarela (AC)
PIA 16 A 6 kA	Calentador (AC)
PIA 16 A 6 kA	Tomas de corriente(AC)
PIA 20 A 6 kA	Luces y paramenta (DC)
PIA 16 A 6 kA	Aire acondicionado (DC)

Tabla 29. Componentes sub-cuadro 4

Sub-cuadro 4 (Navegación, flybrige y bow)

Componente	Protección
Int. Diferencial 16 A 30 mA 6 kA	tomas de corriente (AC) (no A.A)
Int. Diferencial 32 A 30 mA 6 kA	Motor de proa (AC) (no A.A)
PIA 32 A (curva D)6 kA	motor de proa (AC)
PIA 16 A 6 kA	Tomas de corriente (AC)
PIA 40 A 6 kA	Luces y paramenta de navegación (DC)

Tabla 30. Componentes sub-cuadro 5

Sub-cuadro 5 (Camarotes y baños de estribor)

Componente	Protección
Int. Diferencial 16 A 30 mA 6 kA	Paramenta de alterna (AC) (no A.A)
PIA 16 A 6 kA	Tomas de corriente (AC)
PIA 1 A 6 kA	Aire acondicionado (AC)
PIA 2 A 6 kA	Luces (DC)

Tabla 31. Componentes sub-cuadro 6 (GMDSS)

Sub-cuadro 6 (GMDSS)

Componente	Protección
PIA 50 A 6 kA	Luces y paramenta de navegación (DC)