

Projecte de Fi de Carrera
Enginyer Industrial

**Disseny i implantació d'una planta de
cogeneració de gas natural en un edifici d'ús
hospitalari**

MEMÒRIA

Autor: Miquel Salvà Sastre
Director: Daniel Montesinos-Miracle
Convocatòria: Juny 2016



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



Resum

En el present projecte es realitza el disseny i implantació d'una planta de cogeneració en un edifici d'us hospitalari. El disseny, inversió, gestió i explotació de la nova planta el realitza una Empresa de Serveis Energètics (ESE) externa a l'hospital.

La trigeneració suposa una oportunitat per poder aprofitar els calors residuals, que en el cas d'una central convencional es dissiparien a l'ambient o a l'aigua de mar sent desaprofitades i influint en altres ecosistemes.

La solució definitiva contempla la implantació d'un sistema de trigeneració que sigui capaç de garantir el subministrament energètic de l'hospital.

L'hospital objecte d'aquest projecte requereix uns canvis estructurals del sistema de producció energètica per millorar el seu funcionament i minimitzar els costos intrínsecs a la gestió energètica i com ja s'ha esmentat anteriorment una ESE proposa un sistema centralitzat format per un sistema de trigeneració de producció d'electricitat, calor i fred i un sistema de suport format per calderes de combustió i refredadores elèctriques. El rendiment d'aquest sistema és molt superior al del sistema actual. L'electricitat s'aboca íntegrament a la xarxa elèctrica i la calor i el fred s'introdueixen en la instal·lació de l'hospital.

El sistema de trigeneració està format pels següents components principals:

- Grup de cogeneració de potència total 3.350 kW (elèctrics).
- Màquina d'absorció de potència total 1.760 kW.
- Caldera de recuperació de gasos d'escapament de 1400 kW.
- Intercanviador d'aigua del circuit d'alta temperatura d'uns 1500 kW.
- Equips auxiliars.

El funcionament de la trigeneració es basa en l'aprofitament de la producció tèrmica del motor de generació. El motor produirà energia tèrmica a través dels gasos d'escapament i mitjançant el circuit de refrigeració d'alta temperatura.

A l'hivern, la calor procedent dels gasos d'escapament del motor s'introduiran en una caldera de recuperació de calor per a produir aigua calenta a 90 °C i aquesta s'aportarà a l'existent col·lector de distribució de calefacció de l'hospital. Simultàniament la calor produïda per la refrigeració del circuit d'alta temperatura del motor generarà aigua calenta a 90 °C el qual també alimentarà el circuit de distribució de calefacció de l'hospital.

A l'estiu, els gasos d'escapament seran dirigits a una màquina d'absorció alimentada directament pels gasos d'escapament per a la producció de fred. Aquest tipus de màquina d'absorció s'ha triat donat el seu alt rendiment.

D'acord a les estimacions realitzades, la planta de trigeneració subministrarà el 50% de la demanda de calefacció + ACS i el 40% de la demanda de refrigeració.

Finalment es realitzarà un pressupost de la instal·lació i un estudi mediambiental per analitzar el estalvis d'energia primària i emissions de gasos contaminants de la solució adoptada.

Sumari

RESUM	1
SUMARI	3
ÍNDIX DE FIGURES	7
ÍNDIX DE TAULES	9
GLOSSARI	11
1. PREFACI	13
1.2. Origen del projecte.....	13
1.3. Motivació.....	13
1.4. Requeriments previs.....	13
2. INTRODUCCIÓ	15
2.1. Objectius del projecte.....	15
2.2. Abast del projecte.....	16
3. ESPECIFICACIONS DEL SISTEMA	17
3.1. Característiques del Sistema.....	17
3.2. Descripció general del disseny.....	20
3.3. Principi de funcionament del sistema.....	21
4. DISSENY DE LA PLANTA DE COGENERACIÓ.	23
4.1. Estudi energètic del sistema de la cogeneració.....	23
4.1.1. Demandes Energètiques.....	23
4.1.2. Calor Útil Subministrat per la Central.....	25
4.1.3. Sistema de Mesura de l'Energia Útil.....	26
4.1.4. Balanç Energètic de la Central.....	27
4.1.5. Eficiència de la instal·lació.....	28
4.2. Motor tèrmic.....	30
4.3. Sistema de Gas Natural.....	31
4.3.1. Paràmetres de disseny.....	32
4.3.2. Unitat reguladora de gas.....	32
4.3.3. Sistema d'admissió de gas.....	32
4.3.4. Sistema de canonades de distribució.....	32
4.3.5. Protecció contra la corrosió.....	33
4.4. Sistema d'arrencada del motor.....	33
4.5. Sistema de lubricació.....	34

4.6.	Màquina refredadora d'absorció.....	34
4.7.	Sistema de refrigeració del moto generador	36
4.8.	Sistema d'aire d'admissió.....	37
4.9.	Sistema de mesura d'emissions.....	38
4.9.1.	Gasos d'escapament del moto generador	38
4.9.2.	Punts de presa de mostres de referència	40
4.9.3.	Plataforma i accessos als punts de presa de mostres.....	41
4.10.	Sistema de connexió tèrmica amb l'hospital.....	41
4.11.	Sistema de protecció contra incendis.....	43
5.	DISSENY DE LA INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA. _____	46
5.1.	Descripció de la instal·lació.....	46
5.2.	Sistema elèctric de Mitja Tensió.....	47
5.2.1.	Centre de Comandament i Mesura (CCM)	47
5.2.2.	Centre de Transformació Interior (CTI).....	48
5.3.	Descripció del diagrama unifilar	48
5.3.1.	Línies d'entrada de la Companyia Distribuïdora	49
5.3.2.	Mesura de la tensió de barres	49
5.3.3.	Interruptor de protecció de la interconnexió (DYZ)	50
5.3.4.	Mesura fiscal	50
5.3.5.	Línia de connexió entre el CCM i el CTI.....	51
5.3.6.	Interruptor de protecció del generador (DYG)	51
5.3.7.	Transformadors de serveis auxiliars	52
5.4.	Descripció de l'obra civil	52
5.5.	Canalitzacions elèctriques	54
5.6.	Conductors elèctrics	56
5.7.	Cel·les de mitja tensió.....	57
5.7.1.	Característiques Descriptives de les cel·les Mitja Tensió	60
5.8.	Transformador elevador	66
5.9.	Transformadors de serveis auxiliars (TSA1 i TSA2).....	67
5.10.	Proteccions elèctriques.....	68
5.10.1.	Proteccions a la interconnexió amb companyia distribuïdora pública	68
5.10.2.	Proteccions del generador.....	71
5.11.	Sistema elèctric de baixa tensió	71
5.11.1.	Descripció general	71
5.11.2.	Quadre general de baixa tensió	73

5.11.3. Quadres de control de motors	73
5.11.4. Motors elèctrics.....	75
5.11.5. Canalitzacions i cablejat de baixa tensió.....	76
5.11.6. Posada a terra	78
5.11.7. Sistema de corrent continua	78
5.11.8. Sistema de força i enllumenat.....	79
5.12. Sistema de posada a terra.....	81
6. DISSENY DE LA INSTAL·LACIÓ DE CONTROL.....	83
6.1. Descripció de la instal·lació de control.....	83
6.2. Nivell de sistema.....	84
6.3. Nivell d'elements de camp.....	85
6.4. Nivell d'elements de control.....	85
6.5. Nivell de gestió del sistema	85
6.6. Nivell d'usuari	87
6.6.1. Usuari tipus manteniment	87
6.6.2. Usuari tipus operador de planta.....	87
6.6.3. Usuari tipus administrador	87
7. PLANIFICACIÓ DEL PROJECTE.....	88
8. PRESSUPOST.....	89
9. ESTUDI DE L'IMPACTE AMBIENTAL.....	90
9.1. Càlcul de l'estalvi d'energia primària	90
9.2. Estalvi d'emissions CO2	91
CONCLUSIONS	95
AGRAÏMENTS	97
BIBLIOGRAFIA	99
Referències bibliogràfiques	99
Bibliografia complementària	101
Programes informàtics.....	102

ÍNDEX DE FIGURES

Il·lustració 3-1 Detall del plànol de situació de la cogeneració	17
Il·lustració 3-2 Principi de funcionament del sistema	21
Il·lustració 4-1 Energia demandada per l'hospital	24
Il·lustració 4-2 Demanda tèrmica total de l'hospital	25
Il·lustració 4-3 Balanç Energètic de la planta de Cogeneració	27
Il·lustració 4-4 Representació gràfica del Balanç energètic de la instal·lació	28
Il·lustració 4-5 Sistema de refrigeració del motor	36
Il·lustració 4-6 Sistema de gasos d'escapament	38
Il·lustració 4-7 Traçada dels gasos d'escapament	39
Il·lustració 4-8 Presa de mostres de gasos d'escapament	40
Il·lustració 4-9 Connexió de la planta de producció amb l'hospital	42
Il·lustració 5-1 Esquema elèctric de Mitja Tensió	46
Il·lustració 5-2 Detall de l'Obra civil del CCM	53
Il·lustració 5-3 Canalitzacions dels conductors de mitja tensió	55
Il·lustració 5-4 Transformador elevador	66
Il·lustració 9-1 Estalvis de CO2 de la Planta de Cogeneració	92

ÍNDEX DE TAULES

<i>Taula 3-1 Mides dels principals recintes de la planta de Cogeneració</i>	18
<i>Taula 3-2 Requeriments tèrmics i del punt d'interconnexió amb la Xarxa elèctrica</i>	18
Taula 5-1 Nombre assignat a cada cabina del esquema unifilar	48
Taula 5-2 Càrregues del QGBT	72

GLOSSARI

A	secció d'un conductor elèctric
ACS	Aigua calenta sanitària és aigua destinada al consum humà (potable) que ha estat escalfada. S'utilitza per a dutxar-se, netejar-se...
C	conductivitat
e	caiguda de tensió en un conductor
ED	entrada digital
EA	entrada analògica
ESE	Empresa de serveis energètics.
GEI	Gasos d'efecte hivernacle
Hr	humitat relativa
I	intensitat elèctrica
IP	índex de protecció
IPC	Índex de Preus al Consum.
mm.c.d.a	mil·límetres de columna d'aigua, mesura de pressió (1 mm. c.d.a. equival a 9,80065 Pa)
PCI	Poder calorífic inferior. Es mesura en energia per unitat de volum.
PCS	Poder calorífic superior. Es mesura en energia per unitat de volum.

RD	Real Decret
REE	Rendiment elèctric equivalent. Nivell de compliment per a les cogeneracions.
SA	sortida analògica
SD	sortida digital
T	temperatura
UTA	Unitat de tractament d'aire

1. Prefaci

1.2. Origen del projecte

L'ús racional de l'energia és un dels principals reptes que està afrontant la societat actual. L'avanç de la tecnologia fa que cada vegada hi hagi mètodes de producció d'energia més eficients. Dins el món hospitalari existeix la necessitat que la producció d'energia per a atendre la demanda energètica dels seus edificis es faci cada vegada amb processos més eficients. La cogeneració és un mètode de producció conjunta d'energia tèrmica i elèctrica i la seva aplicació en un edifici amb un consum elevat d'energia tèrmica, com és un hospital, millora substancialment l'eficiència d'aquest. Amb aquest projecte es proposa la millora del procés de la cogeneració enfocat a l'ús en un edifici hospitalari. Gràcies als coneixements adquirits durant la carrera i a la meua experiència de treball en la empresa SAMPOL he decidit realitzar el Projecte de Final de Carrera sobre el disseny i implantació d'una planta de cogeneració en un edifici d'us hospitalari.

1.3. Motivació

Mitjançant l'enginyeria podem donar solució a diversos reptes cada vegada més complexos gràcies a l'avanç de les tecnologies. La producció d'energia de manera cada vegada més eficient és un repte complex per solucionar mitjançant l'enginyeria. El repte escollit per realitzar aquest projecte és la millora de l'eficiència en la producció d'energia tèrmica i elèctrica per a un edifici d'ús hospitalari mitjançant la instal·lació d'una planta de cogeneració.

1.4. Requeriments previs

Per a la realització d'aquest projecte han estat necessaris uns coneixements previs tant d'electrotècnia i aparells elèctrics com de climatització i automatització. Gràcies a la integració de diferents camps de l'enginyeria ha estat possible la realització completa d'aquest projecte.

2. Introducció

2.1. Objectius del projecte

L'objectiu del projecte és la definició de tots els elements necessaris per la execució d'una planta de cogeneració ubicada en un edifici d'us hospitalari. La planta de cogeneració te la funció de produir de manera eficient una part de l'energia tèrmica que es fa servir en el procés de climatització i de producció de Aigua Calenta Sanitària (ACS) de l'edifici. Una altra funció de la planta de cogeneració és la producció d'energia elèctrica. Aquesta energia elèctrica és aprofitada pel subministrador energètic (ESE) per alimentar els equips elèctrics que serveixen de suport a la producció de fred i per alimentar els equips auxiliars de la planta de cogeneració que precisen d'energia elèctrica. Els excedents d'energia elèctrica s'aboquen a la xarxa de distribució elèctrica de la Companyia Distribuïdora Local. Per complir amb les necessitats de la demanda tèrmica de l'edifici és necessari tenir un control sobre la pressió, temperatura i cabal dels circuits primaris de producció d'aigua freda, aigua calenta i ACS de l'edifici. A més cal registrar les corbes de producció i demanda energètica dels diferents processos per verificar el funcionament eficient d'aquests en particular, o de la planta d'energia d'una manera global.

El disseny de la planta de cogeneració ha de cobrir el màxim de la demanda tèrmica de l'edifici sota la condició de màxim rendiment del procés de producció. És a dir, que la cobertura que es faci de la demanda d'energia de l'edifici es faci amb un procés de generació en el qual el seu consum d'energia primària sigui més eficient que amb els processos convencionals.

El disseny de la instal·lació elèctrica ha d'incloure el subministrament d'electricitat a tots els equips elèctrics de la planta de cogeneració i també als equips elèctrics de producció de fred que serveixen de suport a la planta de cogeneració. Els excedents d'energia elèctrica s'aboquen a la xarxa de distribució de la Companyia Distribuïdora local. Per aquest motiu, la instal·lació elèctrica de la planta de cogeneració ha de complir amb les condicions tècniques que estableix la companyia distribuïdora en el punt d'interconnexió. Això comporta que s'ha d'evitar qualsevol efecte elèctric perjudicial per al sistema elèctric. Això inclou perturbacions harmòniques, desequilibri de fases, perdudes de sincronisme i la gestió de l'energia reactiva. D'altra banda s'ha d'assegurar que la caiguda de tensió en la instal·lació no perjudiqui el funcionament dels equips i que el seu dimensionament segueixi els criteris de seguretat i de màxima eficiència energètica que marca la normativa.

El disseny de la instal·lació de control ha de garantir el correcte funcionament de la planta de producció d'energia independentment de les condicions de demanda tèrmica de l'edifici o de les condicions ambientals exteriors. A més ha de permetre la possibilitat d'establir les diferents

consignes de manera manual per assegurar el funcionament en cas de fallada dels automatismes. El sistema de control monitoritzarà les principals variables del procés, mantindrà un registre de les alarmes que es produeixin en el sistema, a més, mantindrà un registre de l'energia consumida en els diferents processos que formen la planta per així poder verificar el funcionament eficient de la planta.

2.2. Abast del projecte

El present estudi fa referència a la instal·lació d'una planta de generació elèctrica connectada a la xarxa de distribució elèctrica amb recuperació de l'energia tèrmica d'aquest procés per aportar-ho en forma de aigua calenta a 90°C i aigua freda a 6°C al sistema de climatització i de generació d'aigua calenta sanitària d'un edifici d'ús hospitalari.

Per dur a terme aquesta instal·lació s'han dissenyat i definit els següents elements:

- Equip generador de fred/calor (motor generador/ màquina d'absorció/ caldera de recuperació).
- Equip d'admissió d'aire.
- Sistema de gasos d'escapament.
- Equip de refrigeració (aero-refrigeradors / torres de refrigeració / bescanviadors de calor)
- Sistema primari de distribució d'aigua calenta i d'aigua freda (connexió amb el sistema tèrmic de l'hospital).
- Sistema de gas natural.
- Sistema elèctric de la planta (Interconnexió amb la Companyia Distribuïdora / Cabines de Mitja Tensió / Quadres elèctric de Baixa Tensió).
- Sistema de control i regulació (sondes, accionaments motoritzats, variadors de freqüència, quadre elèctric de control).

3. Especificacions del sistema

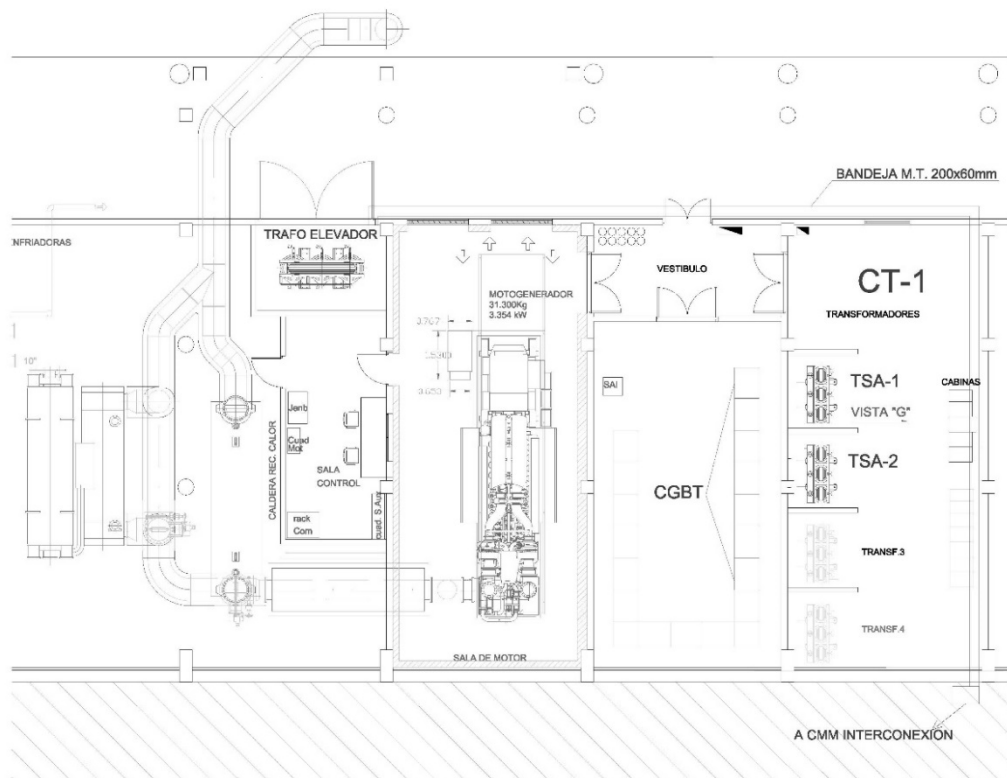
3.1. Característiques del Sistema

Els principals objectius que es busquen en la nova instal·lació són:

- Cobertura de la demanda energètica amb la major eficiència energètica.
- Fragmentació de la potència total per a una millor adaptació a les demandes energètiques.
- Reduïdes emissions de gasos contaminants i de gasos d'efecte hivernacle.
- Elevada fiabilitat.
- Temps d'arrencada petit.

La trigeneració suposa una oportunitat per poder aprofitar les calors residuals, que en el cas d'una central convencional es dissiparien a l'ambient o a l'aigua de mar sent desaprofitades i influent en altres ecosistemes.

La solució definitiva contempla la implantació d'un sistema de trigeneració que sigui capaç de garantir el subministrament energètic de l'hospital.



Il·lustració 3-1 Detall del plànol de situació de la cogeneració

Tipus de espai	Amplada (m)	Llargària (m)	Alçada (m)
Sala del motor	6,1	13,9	4,4
Sala de Fred	20	13,9	4,4
Sala de Calderes Convencionals	18,5	13,9	4,4
Sala elèctrica MT	6,1	13,9	4,4
Recinte Transformador Elevador	4	2,7	4,4
Sala elèctrica BT	5,9	10,9	4,4
Sala de Control	3,2	7	3,5
Recinte Interconnexió MT	5,9	2,2	2,3
Espai Refredadores aèries	31,2	13,9	--
Espai Torres Refrigeració	6,8	32	--

Taula 3-1 Mides dels principals recintes de la planta de Cogeneració

Sistema	Punt de consigna	Zona de Treball	Precisió de la mesura
Aigua Calenta + ACS	80°C	80°C Impulsió 70°C Retorn	±1°C
Aigua de Freda	6°C	6°C Impulsió 12°C Retorn	±1°C
Sistema elèctric d'interconnexió amb la xarxa de distribució	15,4kV	15kV(±10%)	±2%
	50Hz	50Hz(±5%)	±2%

Taula 3-2 Requeriments tèrmics i del punt d'interconnexió amb la Xarxa elèctrica

L'hospital objecte d'aquest projecte requereix uns canvis estructurals del sistema de producció energètica per millorar el seu funcionament i minimitzar els costos intrínsecs a la gestió energètica i com ja s'ha esmentat anteriorment SAMPOL proposa un sistema centralitzat format per un sistema de trigeneració de producció d'electricitat, calor i fred i un sistema de suport format per calderes de combustió i refredadores elèctriques. El rendiment d'aquest sistema és molt superior al del sistema actual. L'electricitat s'aboca íntegrament a la xarxa elèctrica i la calor i el fred s'introdueixen en la instal·lació de l'hospital.

El sistema de trigeneració està format pels següents components principals:

- Grup de cogeneració de potència total 3.350 kW(elèctrics).
- Màquina d'absorció de potència total de refredament d'aigua de 1.766 kW.
- Caldera de recuperació de gasos d'escapament de potència total d'escalfament d'aigua de 1350 kW.
- Bescanviadors tèrmics de l'aigua del circuit d'alta temperatura del motor (90°C) amb els circuits d'aigua calenta i aigua calenta sanitari del edifici de una potencia transferida total de 1500 kW.
- Equips auxiliars.

El funcionament de la trigeneració es basa en l'aprofitament de la producció tèrmica del motor de generació. El motor produirà energia tèrmica a través dels gasos d'escapament i mitjançant el circuit de refrigeració d'alta temperatura.

A l'hivern en principi, la calor procedent dels gasos d'escapament del motor s'introduiran en una caldera de recuperació de calor per a produir aigua calenta a 90 °C i que s'aportaran a l'existent col·lector de distribució de calefacció (connectat amb el d'ACS) de l'hospital. Simultàniament la calor produïda per la refrigeració del circuit d'alta temperatura del motor generarà aigua calenta a 90 °C el qual també alimentarà el circuit de distribució de calefacció de l'hospital.

A l'estiu, els gasos d'escapament seran dirigits a la màquina d'absorció alimentada directament pels gasos d'escapament per a la producció de fred. Aquest tipus de màquina d'absorció s'ha triat donat el seu alt rendiment.

En el cas que a l'hivern la demanda de calefacció sigui moderadament baixa i que simultàniament hagi una demanda de refrigeració tal que faci la planta més eficient portant els gasos d'escapament a la màquina d'absorció per a la producció de fred s'actuarà en conseqüència, mirant sempre d'extreure la màxima eficiència a la planta de trigeneració.

D'acord a les estimacions realitzades, la planta de trigeneració subministrarà el 50% de la demanda de calefacció + ACS i el 40% de la demanda de refrigeració.

D'aquesta manera s'aconseguirà una producció combinada d'electricitat i calor amb la màxima eficiència, és a dir, una producció màxima d'energia elèctrica i tèrmica amb la unitat de combustible.

La central es completarà amb els sistemes auxiliars necessaris per al seu correcte funcionament.

3.2. Descripció general del disseny

A l'hora de realitzar el disseny de tot el sistema s'han emprat com a criteris, assolir el objectius proposats en el projecte (veure apartat 3.1 Característiques del sistema) i optimitzar el cost de la instal·lació, sempre respectant la normativa vigent.

Per cobrir la demanda tèrmica de l'hospital es dissenya un sistema de producció de fred i calor que té com a element principal un motor de cogeneració, descrit en el punt 4.2, que a més de produir energia elèctrica aprofita els calors residuals d'aquest procés com a font de generació de calor per produir energia tèrmica (Fred i Calor) a través de una màquina d'absorció i una caldera de recuperació dels gasos d'escapament.

El combustible del motor generador és el gas natural. S'aprofita el sistema de gas natural de l'hospital i s'amplia la seva capacitat per fer front al nou consum que suposa el motor. També s'implementa un sistema de admissió d'aire a la sala del motor amb la capacitat suficient per atendre les necessitat de caudal d'aire per a alimentar el sistema de combustió i refrigeració del motor.

Per evacuar la producció de l'energia elèctrica del motor generador a la xarxa de distribució pública de mitja tensió s'ha tingut que dissenyar un sistema de cabines elèctriques específiques per aquest tipus d'instal·lacions. Amb les proteccions i automatismes que requereix la companyia distribuïdora i la normativa vigent.

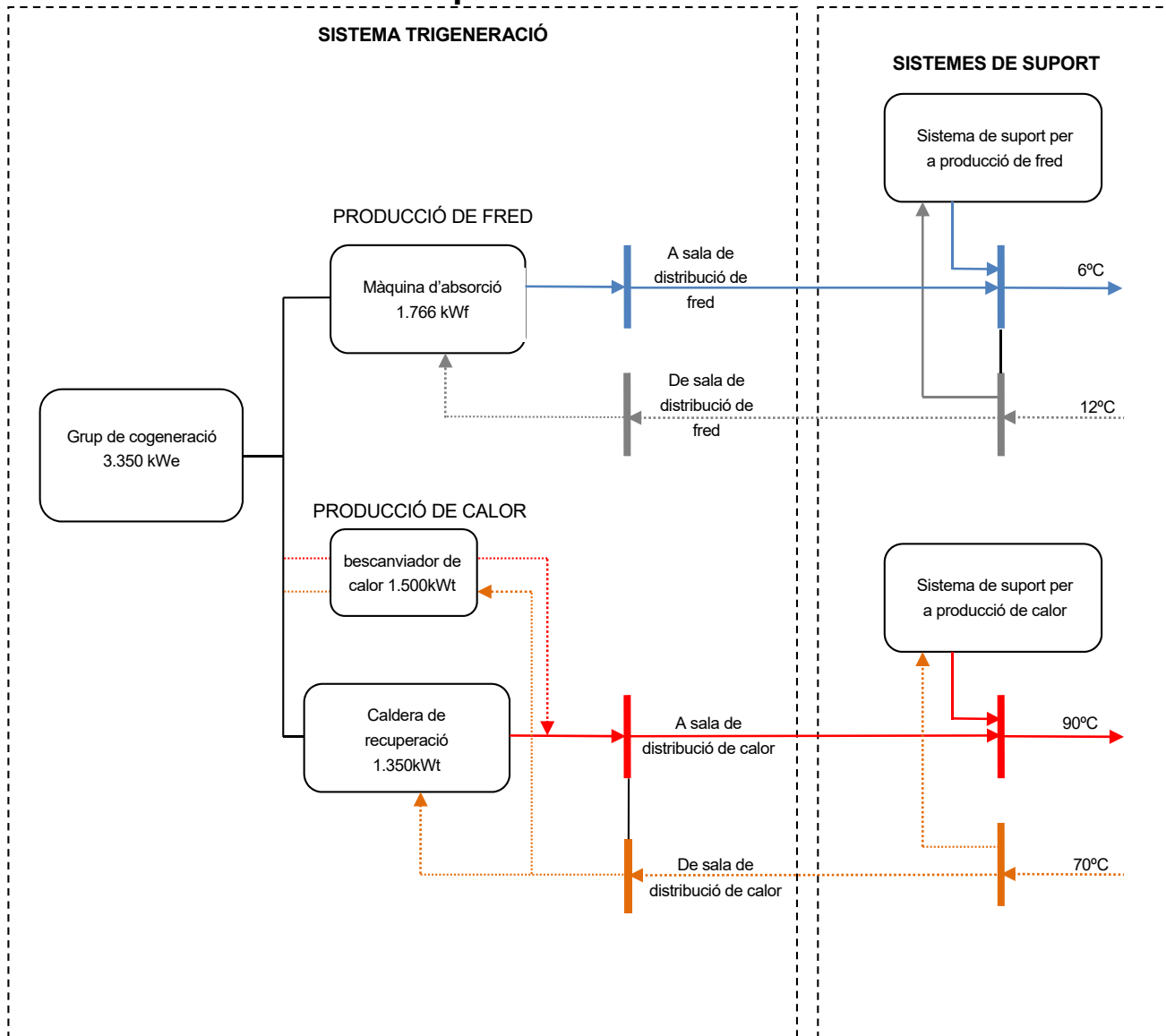
La pròpia planta de cogeneració consumeix energia elèctrica. Tan per alimentar els seus propis serveis auxiliars, com poden ser el ventiladors dels refrigeradors dels circuits de alta i baixa temperatura, bombes de recirculació, etc.. com per alimentar els equips auxiliars que funcionaran quan la planta de cogeneració estigui aturada. Aquest equips auxiliars son principalment les plantes refredadores.

Per atendre aquesta demanda elèctrica pròpia de la planta es dissenya una instal·lació de baixa tensió adequada per atendre aquestes demandes. Aquesta instal·lació de baixa tensió està composta per un quadre general de baixa tensió, tres quadres de control de motors i diferents sub-quadres per atendre diferents consums.

Tot el sistema de control de paràmetres de la planta és gestionat des d'un programa de gestió de instal·lacions remotes instal·lat a un PC on es poden variar les consignes de treball i enregistrar un històric de dades de l'estat de la instal·lació. Paral·lelament el sistema té la possibilitat de ser manipulat manualment des de el diferents sistemes

individuals que formen la planta, encara que no sigui el seu estat habitual. Aquesta opció es troba pensada per no deixar aturat el sistema en cas d'avaría informàtica.

3.3. Principi de funcionament del sistema



Il·lustració 3-2 Principi de funcionament del sistema

4. Disseny de la planta de cogeneració.

4.1. Estudi energètic del sistema de la cogeneració.

Com a base per a la justificació de la solució adoptada s'ha comptat amb les dades històriques de consum dels últims 10 anys de funcionament de l'hospital així com amb les dades d'una auditoria energètica realitzada per la pròpia empresa responsable de la explotació de la planta de producció d'energia tèrmica.

4.1.1. Demandes Energètiques

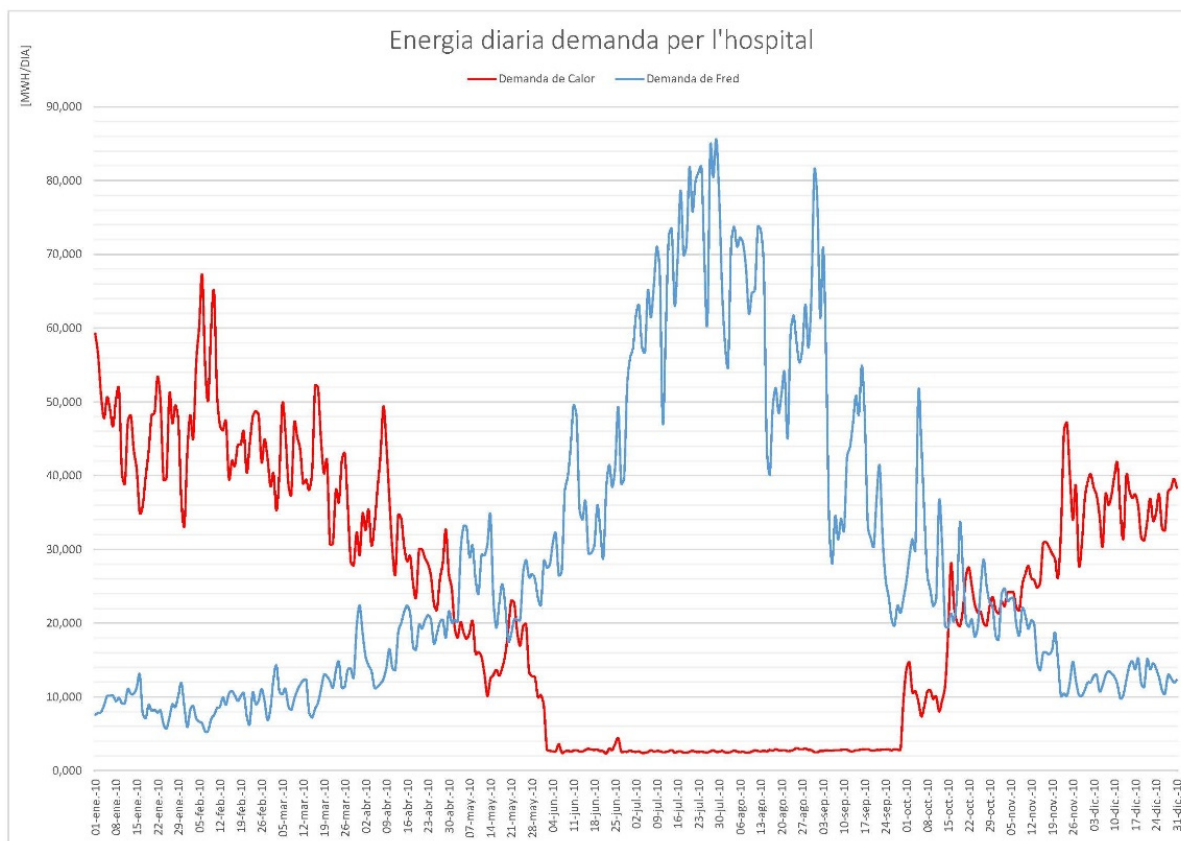
L'energia que ha de cobrir la planta de cogeneració objecte d'aquest projecte és la demanda d'energia en forma d'aigua calenta a la temperatura d'impulsió de 90°C cap als circuits secundaris de calor de l'hospital i la demanda d'aigua gelada a la temperatura d'impulsió de 6°C també cap als circuits secundaris de distribució de fred de l'hospital.

En aquest projecte no es pretén cobrir la demanda d'energia elèctrica de l'hospital i tota l'energia elèctrica produïda pel moto generador s'exportarà a la xarxa pública de distribució.

Llavors les demandes energètiques seran:

- Demanda d'Aigua Calenta a 90°C de temperatura de impulsió y retorn a la temperatura de 70°C dels circuits de distribució de l'hospital.
- Demanda d'Aigua Freda a 6°C de temperatura de impulsió y retorn a la temperatura de 12°C dels circuits de distribució de l'hospital.

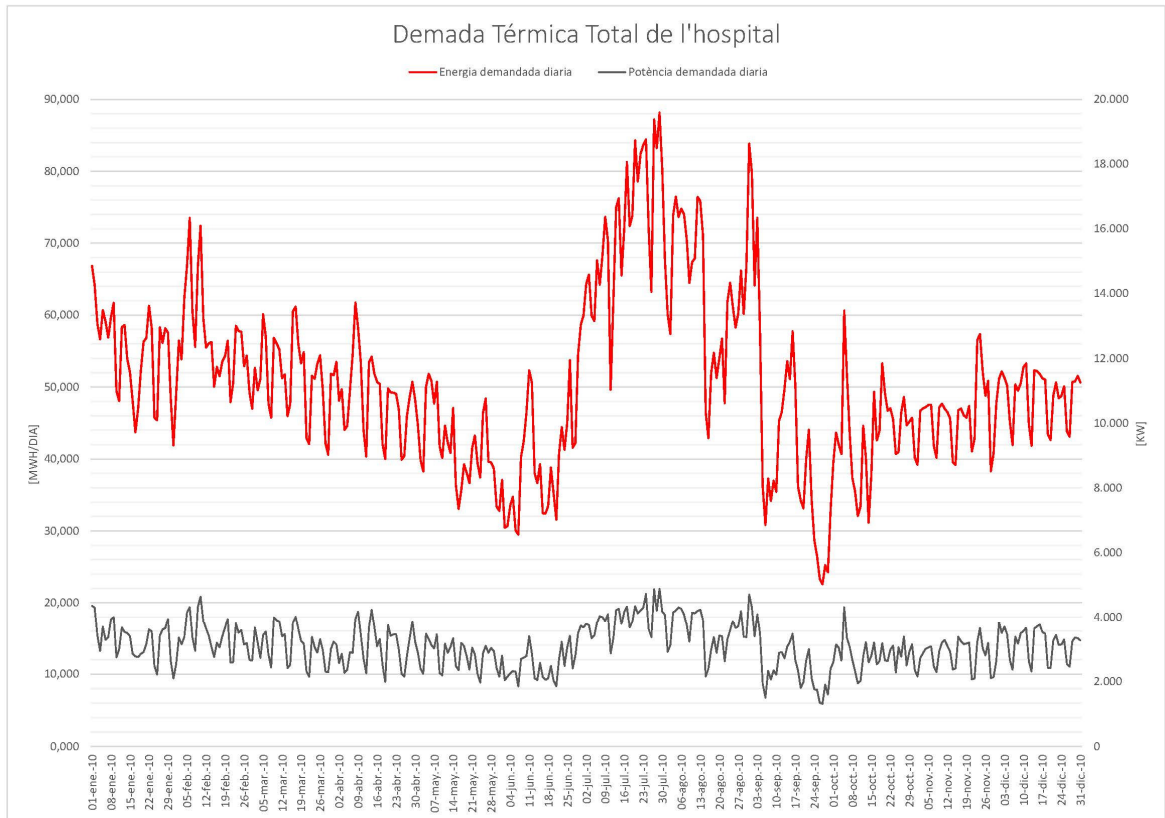
En el annex B d'aquest projecte es mostren les dades de demanda de l'hospital que les podem resumir en les figures següents:



Il·lustració 4-1 Energia demandada per l'hospital

A la figura 4.1 es veu clarament com la demanda de fred es concentra en els mesos d'estiu mentre que la demanda de calor es concentra bàsicament en els mesos d'hivern. Això és degut al fet que la demanda tèrmica que es pretén cobrir és bàsicament el procés de climatització de l'edifici que depenen estretament de les condicions ambientals i de les estacions de l'any.

Si volem que la planta de cogeneració sigui eficient caldrà que aquesta pugui produir calor i fred per poder atendre aquest tipus de demanda.



Il·lustració 4-2 Demanda tèrmica total de l'hospital

La figura 4.2 ens mostra com hi ha una demanda base de energia molt constant al llarg de tot l'any que permetrà la seva cobertura amb el sistema de cogeneració que es proposa en aquest projecte.

4.1.2. Calor Útil Subministrat per la Central

La calor residual del grup moto-generador s'utilitza de dues maneres:

1. Generació d'aigua calenta a 90°C per consum tèrmic. Aquest serà el calor útil produït, ja que servirà per satisfer, sense superar-la, la demanda econòmicament justificable de calor de l'Hospital que, de no existir la central de cogeneració, s'hauria de satisfer en condicions de mercat mitjançant altres processos tèrmics convencionals.
2. Generació d'aigua freda a 6°C, mitjançant màquina d'absorció, per a consum tèrmic de l'Hospital.

4.1.3. Sistema de Mesura de l'Energia Útil

Per a verificar el rendiment elèctric equivalent, s'instal·laran equips de mesura locals i totalitzadors per a cada un dels paràmetres: energia primària (Q), calor útil de cogeneració (V) i Energia Elèctrica (E) definits posteriorment.

4.1.3.1. Mesura de l'energia primària (Q)

L'únic combustible que utilitzarà la Central serà el gas natural consumit pel moto-generador. El mesurament de gas es realitzarà a l'estació de regulació i mesura (ERM) existent i que actualment alimenta les calderes auxiliars, es practicarà una derivació de la línia que alimentarà exclusivament el motor.

El grup moto-generador disposa així mateix d'un comptador de consum de gas, si bé aquests serviran per comprovació interna de la Central i no per facturació.

En el cas d'altres consumidors de combustible a la central, com poden ser les calderes convencionals auxiliars d'emergència, es mesurarà el consum de gas de manera independent en cada equip.

4.1.3.2. Mesura de l'Energia Elèctrica (E)

A efectes de compliment, segons la normativa, del rendiment elèctric equivalent (REE), es mesurarà l'energia elèctrica generada pel grup moto-generador.

També es mesurarà el consum de serveis auxiliars de la planta de cogeneració, l'energia elèctrica importada de la xarxa i la exportada a la xarxa.

Dins de la planta s'instal·laran els comptadors que es considerin necessaris per al control intern de la instal·lació.

4.1.3.3. Mesura de la calor útil de cogeneració (V)

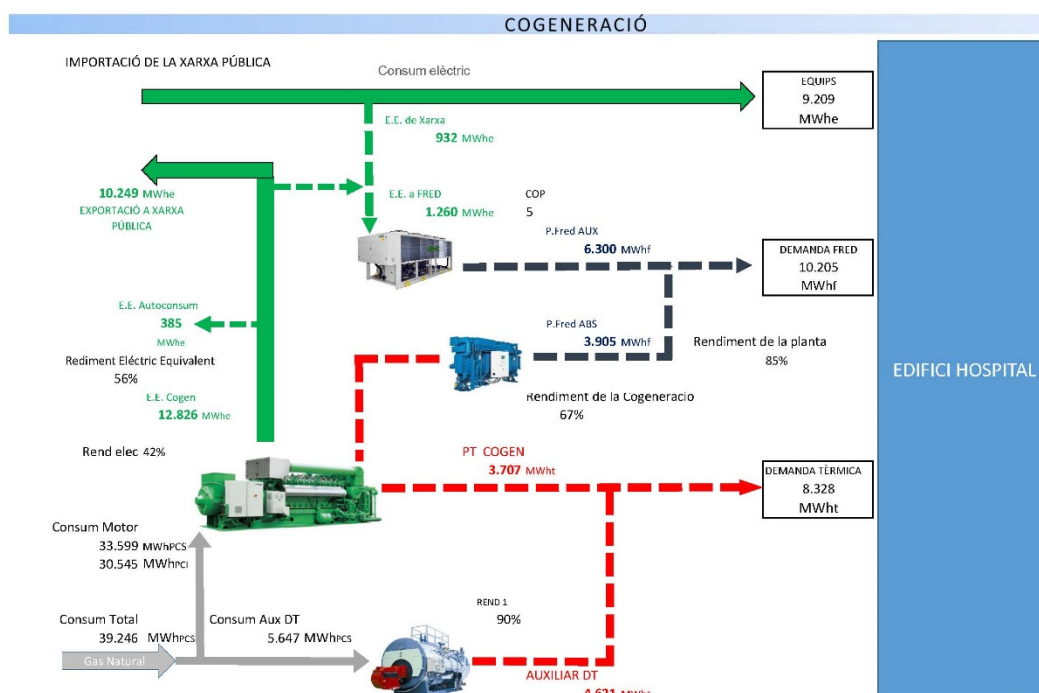
Es mesurarà el calor lliurat als consumidors tèrmics en els punts de consum, tant de calor de calefacció i ACS, com de refrigeració.

En cada punt de consum es mesurarà el cabal instantani i la diferència de temperatures entre l'entrada (retorn) i la sortida (anada). El seu producte instantani pel valor del calor específic estipulat, després de integrat en cada període, proporcionarà el mesurament de la calor lliurada.

4.1.4. Balanç Energètic de la Central

BALANÇ ENERGÈTIC MÒDUL DE COGENERACIÓ		
PRODUCCIÓ ELÈCTRICA		
Potència Nominal Motor	(MW _E)	3,354
Nº de Motors	(Uds)	1
Potència elèctrica de la Planta	(MW _E)	3,354
Rendiment Elèctric Motors	(%)	42,0%
Hores Funcionament Any	h	3.824
Factor Disponibilitat de la Planta	(%)	43,65%
Autoconsums	(%)	3,00%
PRODUCCIÓ TÈRMICA		
Bescanviador Refrigeració LT	(kW _T)	273
Bescanviador Refrigeració HT	(kW _T)	1.573
Caldera Recuperació Gasos Escapament	(kW _T)	1.440
Producció Tèrmica Total	(kW _T)	3.013
Producció Fred Absorció Gasos Escapament	(kW _f)	1.766
ENERGIA ELÈCTRICA		
Generació elèctrica bruta Motor	(MWh _E)	12.826
Autoconsums de la cogeneració	(MWh _E)	385
Generació elèctrica neta	(MWh _E)	12.441
Consum Refrededores Auxiliars	(MWh _E)	1.260
Exportació elèctrica a la xarxa	(MWh _E)	11.181
ENERGIA TÈRMICA		
Demanda calor	(MWh _c)	8.328
Recuperació tèrmica cogeneració	(MWh _c)	3.707
Cobertura de la demanda de calor de la Cog.	(%)	45%
Generació calor calderes Auxiliars	(MWh _c)	4.621
Consum Gas cogeneració	(MWh _{PCS})	33.599
Consum Gas calderes auxiliars	(MWh _{PCS})	5.647
Consum Gas Total	(MWh _{PCS})	39.246
Demanda de fred	(MWh _f)	10.205
Recuperació de fred de la cogeneració	(MWh _f)	3.905
Cobertura de la demanda de fred de la Cog.	(%)	38%
Generació fred refrededores Auxiliars	(MWh _f)	6.300

Il·lustració 4-3 Balanç Energètic de la planta de Cogeneració



Il·lustració 4-4 Representació gràfica del Balanç energètic de la instal·lació

4.1.5. Eficiència de la instal·lació.

El rendiment elèctric global (η_{GLOBAL}) de la central serà el següent:

$$\eta_{GLOBAL} = \frac{E}{Q} = \frac{12.826}{30.544} = 42\%$$

El rendiment de les instal·lacions (rendiment energètic) (R) serà el següent:

$$R = \frac{E + V}{Q} = \frac{12.826 + 7.612}{30.544} = 67\%$$

El rendiment elèctric equivalent (REE) serà el següent:

$$R_{EE} = \frac{E}{Q - \frac{V}{RefH}} = \frac{12.826}{30.544 - \frac{7.612}{0,90}} = 58,07\% > 55\%$$

Sent “RefH” el valor de referència del rendiment per a la producció separada de calor que apareix publicat a l'annex II de la Decisió de la Comissió de 21 de desembre de 2006, per la qual s'estableixen els valors de referència harmonitzats per a la producció per separat de electricitat i calor, de conformitat amb el que disposa la Directiva 2004/8 / CE del Parlament Europeu.

Per al cas de l'ús de gas natural com a combustible i per a producció de vapor i aigua calenta, el valor de RefH està establert en 0,90.

El rendiment Elèctric Equivalent és superior al valor mínim de 55% que s'estableix per a motors tèrmics en gas natural.

4.2. Motor tèrmic.

Es projecta la instal·lació d'un (1) moto-generador de gas natural.

Aquest motor només pot funcionar amb gas natural, amb una pressió d'alimentació de 3,9bar(g) a l'entrada a la rampa de gas.

La potència elèctrica en borns de l'alternador del grup és de 3.354kWe.

El moto-generador genera tant energia elèctrica com tèrmica. Aquesta última en forma d'aigua calenta provinent de la dissipació de calor en els circuits d'alta i baixa temperatura de la refrigeració del motor, així com mitjançant l'aprofitament dels gasos d'escapament del motor.

Els gasos d'escapament del motor es condueixen a un circuit en el qual es podran enviar a la caldera de recuperació, on s'escalfa aigua, o la màquina d'absorció, on es refreda aigua, per cobrir la demanda tèrmica de calor o fred de l'Hospital. Durant l'arrencada del grup els gasos d'escapament s'envien directament a l'atmosfera a través d'un bypass. El sistema d'escapament del motor compta amb els filtres i silenciadors necessaris segons normativa i acaba en una xemeneia d'emissió.

El motor és a gas de cicle OTTO, de quatre temps, amb turbo alimentació de mescla i refrigeració de la mateixa, amb sistema d'encesa de rendiment elevat i regulació electrònica per a la formació de la barreja i per l'encesa de avantcambra.

Les dades principals del motor són els següents:

– Número de cilindres	20 (en V)
– Diàmetre del cilindre	190 mm
– Carrera del pistó	220 mm
– Velocitat de gir	1.500 rpm
– Velocitat del pistó	11,00 m/s
– Pressió efectiva principal	22 bar
– Cilindrada	124,75 l
– Rati de compressió	11,5
– N° de vàlvules d'admissió (per culata)	1
– N° de vàlvules d'escap (per culata)	1
– Direcció de rotació (mirant volant)	esquerres
– Longitud total	8,900 m
– Amplada total	2,200 m
– Altura	2,800 m
– Pes total	31.300 kg
– Rendiment elèctric	44,2% (condiciones estàndard ISO 3046)

ALTERNADOR

Es tracta d'un alternador síncron, trifàsic autoregulat, de pols interiors amb estator de pols interiors i rotor de pols sortints, regulador de voltatge amb regulador de cosp alimentats per excitatriu auxiliar d'imants permanents.

Les dades principals de l'alternador són els següents:

- Potència nominal 4.450 kVA
- Tensió nominal 6.300 V
- Intensitat nominal 382 A
- Rang d'ajust de tensió $\pm 10\%$
- Factor de potència 0,80
- Freqüència 50 Hz
- Velocitat 1500 rpm
- Sobre velocitat 1.800 rpm
- Pes 10.250 kg
- Inèrcia 177 kg·m²
- Corrent de curtcircuit trifàsic en bornes (5 s) min 3·In
- Classe d'aïllament F
- Escalfament (a potència nominal) F
- Refredament Aire
- Protecció de l'evolvent IP23
- Exactitud estàtica del voltatge $\pm 1\%$ entre buit i plena carga, cosp entre 0,8 y 1,0
- Variació de velocitat $\pm 3\%$, màquina freda o calent.
- Diferències entre corbes de tensió fase-fase en buit $< 5\%$ (VDE).
- Sobrecarrega admissible segon IEC34-IVDE 0530

Davant de l'alternador hi ha instal·lada una entrada d'aire amb filtres i silenciadors. Un ventilador muntat sobre l'eix de l'alternador pren l'aire de refrigeració de la sala i ho fa passar per l'alternador.

L'alternador inclou els següents accessoris:

- Regulador electrònic de voltatge.
- Regulador electrònic de cosp, per a la regulació de la potència reactiva en l'alternador dins del rang admès amb un senyal extern.
- 3 termistors per a vigilància de la temperatura del debanament.

4.3. Sistema de Gas Natural.

El sistema de combustible serveix per alimentar el motor amb gas natural a les condicions necessàries per al correcte funcionament d'aquest.

El gas que arriba a la central passarà per la unitat reguladora de gas instal·lada en el motor, la qual s'encarregarà de controlar la pressió del gas i de la seva distribució pel motor.

4.3.1. Paràmetres de disseny

- Pressió del flux de gas per a pre-càmera [bar(g)]: 4
- Pressió del gas en la entrada rampa del motor [mbar(g)]: 120-200
- Consum màxim de gas natural del moto generador [Nm³/h]: 750

4.3.2. Unitat reguladora de gas

S'instal·larà una (1) unitat reguladora de gas. Serà l'encarregada de controlar la pressió d'admissió al motor i de distribuir el gas en línies separades al sistema de gas principal i a la pre-càmera del sistema sobre el motor.

Aquesta unitat està composta per:

- Òrgan de bloqueig.
- 1 Filtre de gas, grau <3um.
- Regulador de Pressió de gas prèvia.
- Manòmetre amb clau de polsador.
- Vàlvules electromagnètiques.
- Dispositiu de vigilància d'estanqueïtat.
- Pressòstat de gas (min).
- Regulador de pressió de gas.

4.3.3. Sistema d'admissió de gas

De la unitat reguladora de gas part un col·lector al llarg del motor des del qual petits conductes alimenten la pre-cambra de cada un dels pistons del motor a través d'una vàlvula. Un altre col·lector serà, així mateix, l'encarregat de distribuir a través d'una vàlvula electrònica per a cada cilindre la càrrega principal de gas que desplegarà la ignició en cada un d'aquests.

Aquestes canonades estan fetes d'acer inoxidable.

4.3.4. Sistema de canonades de distribució

El material de les canonades per a les conduccions de combustible serà d'acer al carboni i complirà amb les normes UNE o DIN aplicables.

Les unions dels tubs entre si i d'aquests amb els accessoris es faran d'acord amb els materials en contacte i de manera que el sistema utilitzat asseguri la resistència i estanqueïtat, la qual no

es pot veure afectada pels combustibles a conduir, no admetent-se les unions roscades / embridades excepte en unions amb equips o que puguin ser permanentment inspeccionables visualment. Les conduccions tindran el menor nombre possible d'unions en el seu recorregut. Les unions desmuntables han de ser accessibles permanentment.

Els canvis de direcció s'han de fer, preferentment, mitjançant el corbat en fred del tub, tal com s'especifica a la norma UNE 37505 o UNE 19051, segons sigui galvanitzada o sense galvanitzar. Si el radi de curvatura és inferior al mínim establert en normes, el canvi de direcció es resoldrà mitjançant la utilització de colzes d'acer per soldar segons norma UNE 19 071,0 mitjançant colzes i corbes de fosa mal·leable definides en la norma UNE-EN 10242 .

Les canonades que condueixen el gas des de les estacions reguladores de gas fins a cada un dels pistons del motor estaran fabricades en acer inoxidable.

El diàmetre de les canonades i els seus accessoris es calculen en funció del cabal, de la longitud de la canonada que pugui assolir.

4.3.5. Protecció contra la corrosió

Les canonades d'acer en el cas d'estar enterrades s'han de protegir contra la corrosió per l'agressivitat i humitat del terreny mitjançant una capa d'imprimació antioxidant i revestiments inalterables als hidrocarburs que assegurin una tensió de perforació mínima de 15 kV.

4.4. Sistema d'arrencada del motor.

L'arrencada del motor es realitzarà mitjançant un arrencador elèctric amb pinyó (mogut axialment) muntat en el motor.

El sistema disposa d'unes bateries d'arrencada de Plom, 24V, amb carcassa, terminals i verificador d'acidesa.

S'instal·larà un dispositiu de control de la tensió per al voltatge de les bateries.

Per carregar la bateria d'arrencada segons la corba característica I / O i per alimentar els consumidors de corrent continu connectats s'instal·la un mòdul a l'armari d'interfície modular.

Dades generals:

- Alimentació:..... 3x320-550 V, 47-63 Hz
- Tensió Nominal: 24V
- Rang d'ajust: 24 a 28,8V
- Dimensions: 240x125x125 mm
- Grau de protecció: IP 20 segons IEC 259
- Temperatura per a servei: 0°C- 60°C

- Classe de Protecció:..... 1
- Classe d'humitat:3K3, sense condensació
- Refrigeració..... natural per aire
- Memòria de control..... bateria de plom 24VDC / 18AH

4.5. Sistema de lubricació

Es disposa d'un sistema de emplenat automàtic d'oli, que consta d'una vàlvula magnètica controlada per detectors de nivell màxim i mínim per poder aturar el grup, dispositiu per actuació manual de la vàlvula magnètica per emplenat inicial i canvis d'oli.

Es disposa d'una bomba refrigerant per a la refrigeració del turbocompressor, 15 minuts després de l'aturada.

L'oli a pressió filtrat arriba a totes les parts mòbils del grup. El circuit de lubricació inclou una bomba d'engranatges, vàlvules de regulació i de seguretat i cartutxos de filtre canviables. La refrigeració de l'oli s'efectua per intercanviador de calor oli / aigua.

4.6. Màquina refredadora d'absorció.

S'instal·larà una màquina refredadora d'aigua per absorció, alimentada directament pels gasos d'escapament del moto generador.

Pesos i dimensions:

- Longitud: 6.600 mm
- Ample: 3.300 mm
- Alt:3.000 mm
- Pes: 30 ton

Es disposarà d'una vàlvula de tres vies motoritzada que serà l'encarregada de, o bé introduir la totalitat dels gasos d'escapament en la màquina d'absorció si la demanda de refrigeració de l'hospital així ho requereix o bé d'enviar els gasos a la caldera de recuperació de calor per a la producció de calefacció.

Els principals paràmetres de la màquina d'absorció són:

- Potència frigorífica: 1.766 kW
- Temperatura sortida aigua refredada: 6°C
- Temperatura entrada aigua refredada: 12°C
- Cabal aigua refredada: 253 m³ / h
- Temperatura sortida aigua condensació: 35°C

- Temperatura entrada aigua condensació: 29°C
- Temperatura gasos d'escapament: 410°C
- Cabal gasos d'escapament: 17942 kg / h
- COP per a gasos d'escapament: 1,35

TORRES DE REFRIGERACIÓ

Per a la refrigeració del circuit de condensació de la Refrigeradora d'absorció s'utilitzaran les 4 torres tancades de refrigeració existents que actualment condensen el circuit de condensació de les 4 refredadores de cargol (també existents) i ubicades també a la sala de fred.

L'aigua a refrigerar és circulada a través dels tubs de la bateria d'intercanvi, sense que hi hagi contacte directe amb l'ambient exterior, aconseguint així preservar el fluid del circuit primari de qualsevol brutícia o contaminació. La calor es transmet des del fluid, a través de les parets dels tubs, cap a l'aigua que és contínuament ruixada sobre la bateria.

El ventilador, situat a la part superior de la torre, aspira l'aire que és conduït a contra corrent de l'aigua, evaporant una petita quantitat de la mateixa, absorbint així la calor latent d'evaporació i descarregant-lo en l'atmosfera. La resta de l'aigua és re circulada mitjançant una bomba que impulsa l'aigua des de la safata fins als polvoritzadors. Una petita quantitat de calor és transmesa a l'aire exterior per convecció, com si es tractés d'un aerorefrigerant

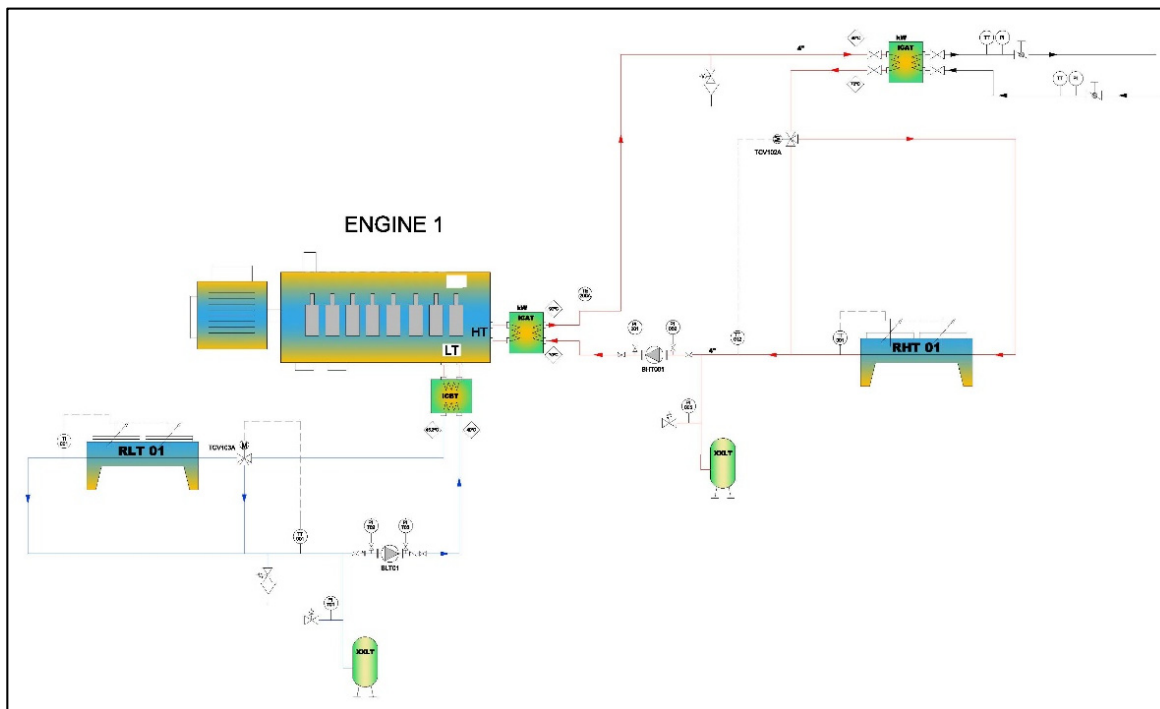
Les torres de refrigeració tenen la següent especificació tècnica:

- Potència a dissipar (per torre) 1.800 kW
- Màxim Flux d'aigua permès intercanviador (2) 180 m³ / h
- Màxim Flux d'aigua permès torre 360 m³ / h
- Temperatura aigua entrada 35°C
- Temperatura aigua sortida 29°C
- Potència elèctrica bombes torre 2x15 kW
- Potència elèctrica ventilador torre 20 kW
- Pèrdues per arrossegament (% cabal circulant) <0,01

Les materials principals de les torres de refrigeració són:

- Estructura Polyester FGRP
- Suport i protecció ventilador Acer galvanitzat
- Suport Bombes Acer Galvanitzat
- Plaques intercanviadors INOX AISI 316
- Farciment Polipropilè / PVC

4.7. Sistema de refrigeració del moto generador



Il·lustració 4-5 Sistema de refrigeració del motor

La principal funció del sistema de refrigeració és proporcionar la refrigeració necessària dels components crítics del motor, com són les camises dels cilindres, els caps dels cilindres i els turbocompressors, i també refrigerar l'oli lubricant i l'aire d'admissió als cilindres després d'haver estat comprimit en el turbocompressor.

L'aigua de refrigeració del motor es separarà en dos circuits. El circuit d'alta temperatura (HT) refrigerarà l'oli, les camises i segona etapa dels turbocompressors mentre que el circuit de baixa temperatura (LT) refrigerarà la primera etapa dels turbocompressors.

Cada circuit es refrigerarà en un refrigerador aeri de doble circuit dispostat per al motor. Mitjançant la utilització de refrigeradors aeris, la necessitat d'aportació d'aigua per a refrigeració s'elimina gairebé completament.

El sistema de refrigeració es compon dels següents elements:

Refrigerador aeri Circuit HT:

- Estructura..... Acer galvanitzat
- Tubs Coure
- Aletes Alumini

- Nivell de soroll..... 65 dB (A) a 10 m de distància
- Superfície Bateria1.821 m2

Refrigerador aeri Circuit LT:

- Estructura Acer galvanitzat
- Tubs..... Coure
- Aletes..... Alumini
- Nivell de soroll..... 65 dB (A) a 10 m de distància
- Superfície Bateria1.634 m2

Dipòsit d'expansió d'aigua de camises:

Assegura una pressió constant i positiva a la bomba de circulació, compensa els canvis de volum i actua de des gasificador del sistema de refrigeració. El grup moto generador disposarà d'un dipòsit d'expansió a cada circuit de refrigeració.

Sistema preescalfador d'aigua de camises:

Integrat en el circuit d'aigua de camises consisteix en unes resistències d'escalfament i una bomba de circulació d'aigua per mantenir l'aigua de camises entre 56°C i 60°C per permetre una arrencada immediata.

4.8. Sistema d'aire d'admissió.

A la sala del Motor, es disposa d'una unitat d'admissió d'aire d'entrada, formada per silenciador, filtre i quatre ventiladors axials accionats per variador de velocitat.

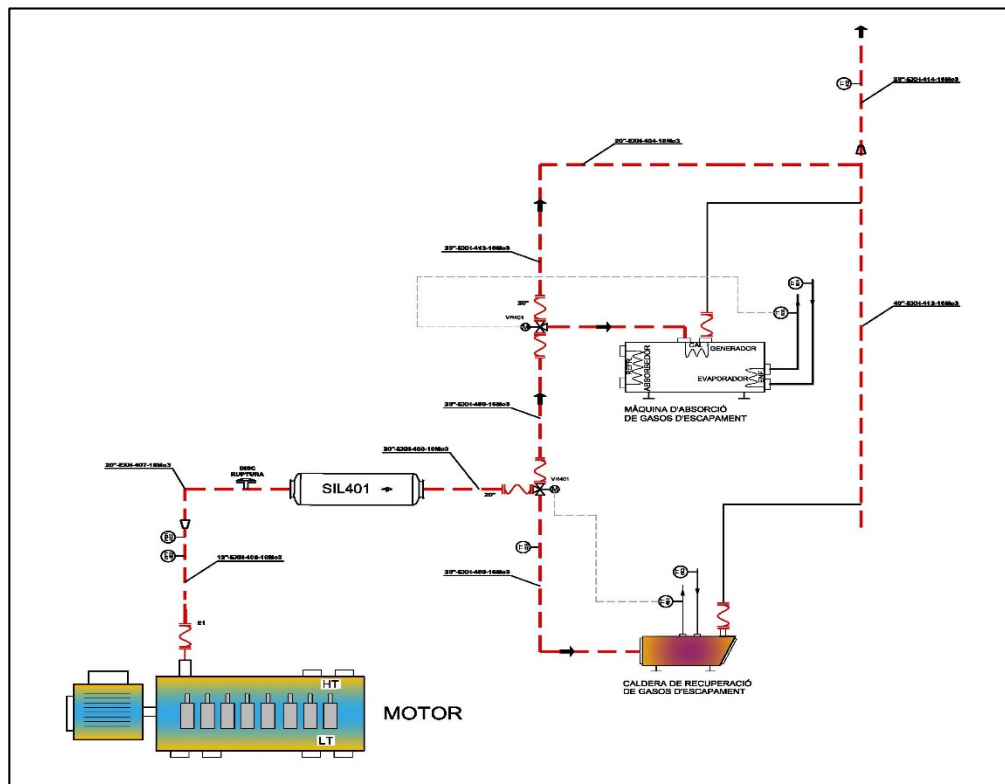
Els filtres d'aire d'admissió protegeixen els motors davant impureses en l'admissió i els silenciadors redueixen el soroll produït per l'aire d'admissió.

El filtratge de l'aire d'entrada es produeix en dues etapes. Primer un filtre impregnat d'oli elimina les partícules d'aigua i de pols. Posteriorment un filtre sec compost de panells verticals completa el procés de filtrat de petites partícules.

Aquests equips s'instal·len a la paret frontal de la sala, tal com es mostra en el pla d'implantació corresponent. L'aire impulsat pels ventiladors és dirigit cap al generador del moto-generador i posteriorment surt per les obertures practicades a la part posterior de la sala, a través de silenciadors.

4.9. Sistema de mesura d'emissions

4.9.1. Gasos d'escapament del moto generador



Il·lustració 4-6 Sistema de gasos d'escapament

El flux de gasos d'escapament anirà per un conducte que primerament passarà per un silenciador de 45dB d'atenuació. Posteriorment el flux passarà a través d'una primera vàlvula motoritzada de tres vies que alimentarà o bé la caldera de recuperació de gasos d'escapament o bé la segona vàlvula de tres vies. La segona vàlvula de tres vies canalitzarà el flux o bé a la màquina d'absorció o bé directament a l'atmosfera.

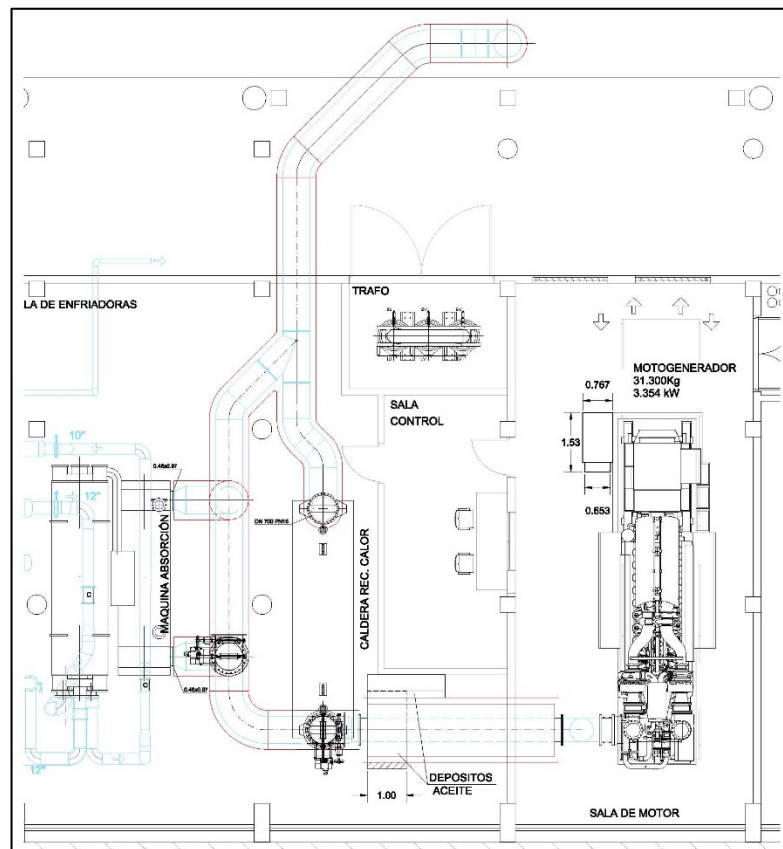
La posició normal de les vàlvules de tres vies serà la que permeti el flux directe dels gasos d'escapament a l'atmosfera sense passar per cap màquina de recuperació. Aquesta serà la posició necessària per l'arrencada del motor.

A l'estiu la producció integral de gasos d'escapament s'espera que passi per la màquina d'absorció donada l'elevada demanda de fred de l'hospital en aquesta època.

A l'hivern com la demanda de fred s'espera menor que la producció de fred de la màquina d'absorció, el funcionament serà de la següent manera, la màquina d'absorció controlarà la

vàlvula de tres vies alimentant-se de la quantitat de gasos d'escapament necessària per cobrir la puntual demanda de fred, els gasos d'escapament que no necessiti s'enviaran cap a la caldera de recuperació de calor per a la producció de calefacció i ACS.

Aquest funcionament ve motivat per l'alt COP de la màquina d'absorció ja que el circuit de refrigeració d'alta temperatura del motor juntament amb la producció de calor de la caldera amb els gasos sobrants pràcticament cobreixen totes les necessitats energètiques de l'hospital traient-li així el màxim profit a la cogeneració.



Il·lustració 4-7 Traçada dels gasos d'escapament

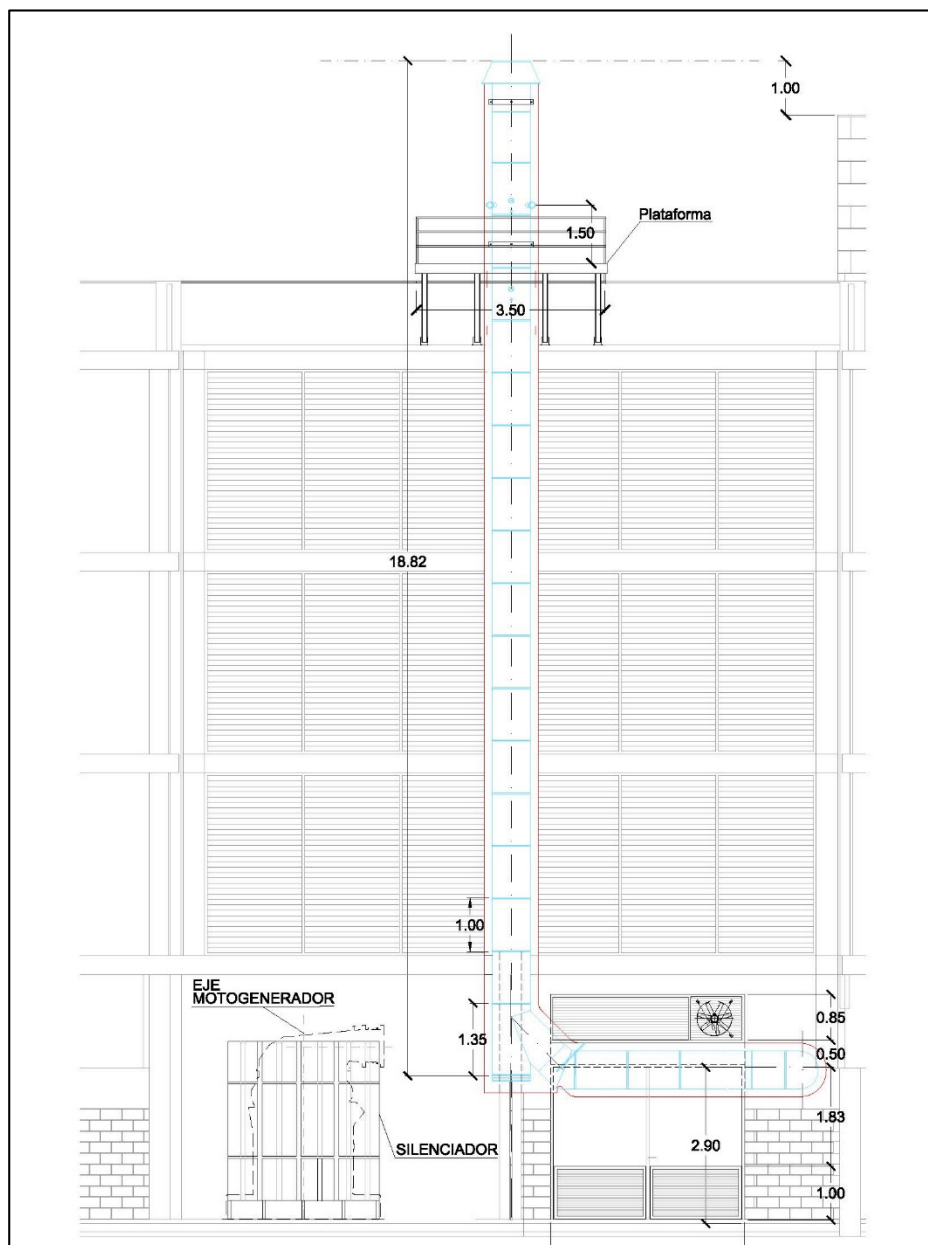
Els conductes de gasos s'aïllaran entre el motor i la caldera de recuperació / màquina d'absorció així com en tots els trams compresos dins del edifici i en els llocs accessibles amb una temperatura del conducte superior a 60°C.

El sistema de gasos d'escapament es completa amb els compensadors adequats per eliminar vibracions i dilatacions tèrmiques.

Els gasos s'emetran a l'atmosfera a l'altura adequada a través de la xemeneia d'escapament.

4.9.2. Punts de presa de mostres de referència

A la xemeneia de sortida del moto generador es disposarà d'un punt de presa de mostres dels gasos d'escapament.



Il·lustració 4-8 Presa de mostres de gasos d'escapament

Per a la instal·lació del punt de presa de mostres es seguiran les disposicions indicades en la Norma UNE 77225: 2000 ("Emissions de fonts estacionàries. Mesura de la velocitat i el cabal volumètric de corrents de gasos en conductes").

Per tal d'assegurar una distribució de la velocitat dels gasos d'escapament prou homogènia en el pla de mostreig, aquesta s'ha de localitzar a una distància de 5 diàmetres hidràulics de l'entrada, i, ja que el pla de mostreig es localitza en un conducte proper a la sortida a l'atmosfera del corrent de gasos, la distància a la sortida del conducte també ha de ser de 5 diàmetres hidràulics.

En tractar-se d'una xemeneia de secció circular de 0,6 metres de diàmetre, els mesuraments i presa de mostres en la xemeneia es realitzaran a la cota +15,82 m. Aquest punt estarà a 3 m de la boca de sortida.

Es preveuran dos orificis circulars practicats a la xemeneia, situats segons diàmetres perpendiculars, per facilitar la introducció dels elements necessaris per a mesuraments i presa de mostres. Aquests orificis han de tenir un casquet roscat, soldat, de 100 mil·límetres de longitud i DN100, que permetrà acoblar una tapa metàl·lica.

4.9.3. Plataforma i accessos als punts de presa de mostres.

Per a l'accés al punt de presa de mostres es disposarà d'una plataforma de tipus "Tramex" recolzada en perfils amb barana perimetral de seguretat, que permetrà operar a dues persones.

Els punts de presa de mostres es troben a una alçada de 0,6 m sobre el nivell de la plataforma.

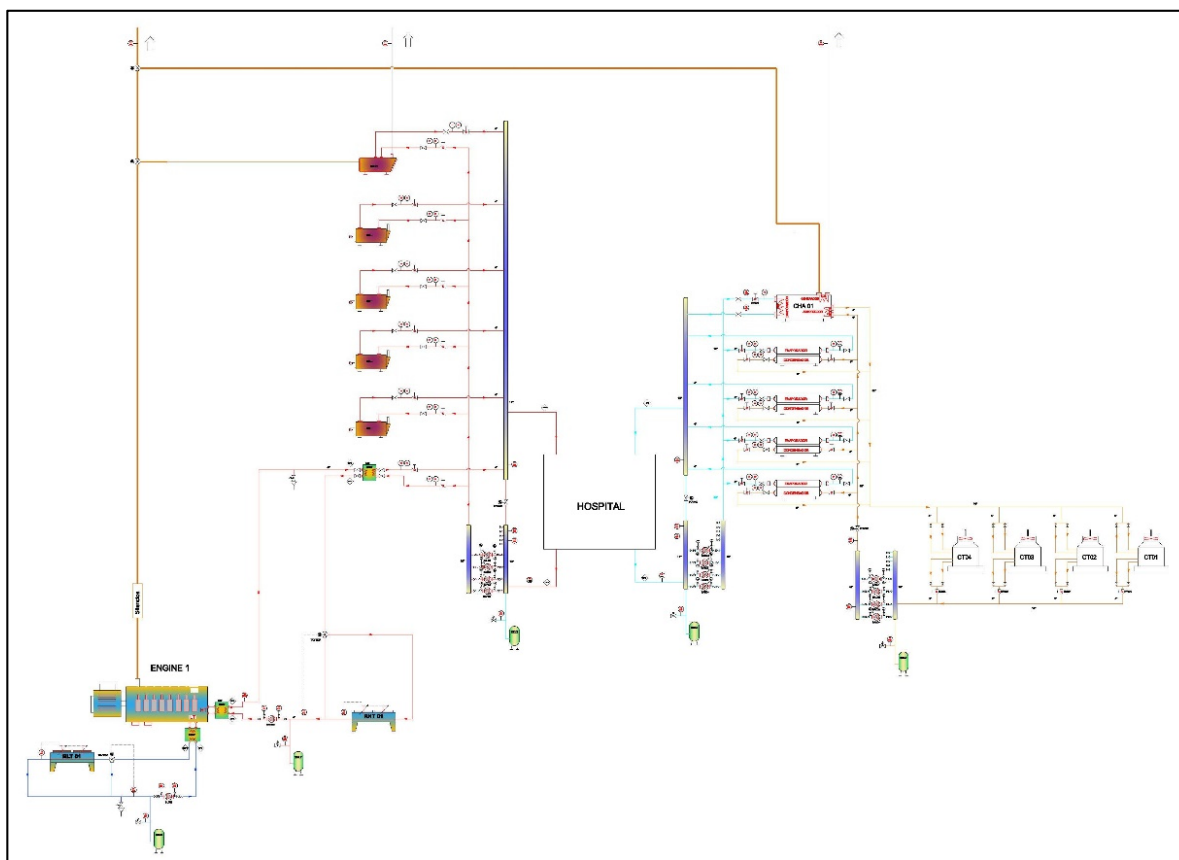
L'accés a la plataforma es realitzarà per una escala col·locada sobre la coberta de l'hospital fins a la plataforma.

Al costat del àrea de la plataforma s'instal·larà una presa de força elèctrica 230V, 50Hz així com els punts d'il·luminació necessaris per a la correcta il·luminació de l'àrea.

4.10. Sistema de connexió tèrmica amb l'hospital.

La central de cogeneració generarà fred i calor amb l'objectiu d'alimentar els circuits de calefacció i refrigeració així com el d'ACS de l'hospital.

En ser l'hospital una construcció existent l'esmentada producció de calor i fred de la cogeneració s'ha d'introduir en els col·lectors d'impulsió existents dels diferents circuits que alimenten actualment a l'hospital.



Il·lustració 4-9 Connexió de la planta de producció amb l'hospital

D'aquesta manera, la producció d'aigua calenta a la temperatura de 90 ° C s'introduirà en el col·lector d'impulsió d'aigua de calefacció existent a la sala de calderes, situada annexa a l'edifici de cogeneració. La producció d'ACS és produïda mitjançant una derivació existent en la producció de l'esmentada aigua calenta generada.

La producció d'aigua refredada de la màquina d'absorció s'introduirà en el col·lector de distribució d'aigua refredada existent a la sala de fred, la qual es troba annexa a la sala de calderes.

Als dos col·lectors de distribució es connectaran així mateix la producció dels grups auxiliars de producció tèrmica que en cas de no poder cobrir la cogeneració la totalitat de la demanda tèrmica es posarien en funcionament, això són, les calderes de gas per a la calefacció i ACS i les refredadores elèctriques de cargol per a la refrigeració.

4.11. Sistema de protecció contra incendis.

Les instal·lacions, els equips i els seus components destinats a la protecció contra incendis de la central de cogeneració i les seves instal·lacions connexes s'ajustaran al que estableix el Reglament d'Instal·lacions de protecció contra incendis, aprovat pel Reial Decret 1942/1993, de 5 de novembre de 1993.

El sistema de cogeneració, comptarà amb un sistema de protecció, detecció i extinció d'incendis tal com dicta la normativa per aquest tipus d'instal·lacions independent de la instal·lació de l'hospital.

Les mesures de protecció contra incendis per a edificacions industrials s'adoptaran en compliment del Reial Decret 786/2001, de 6 de juliol, Reglament de Seguretat contra Incendis en els Establiments Industrials, i en compliment del Reglament sobre Centrals Elèctriques, Subestacions i Centres de Transformació.

MESURES EXISTENTS A L'HOSPITAL

Al estar situats els components de la cogeneració a l'interior d'uns recintes existents dins el recinte de l'hospital, es comptaran per al present projecte com a mesures d'extinció d'incendis els següents elements:

- Xarxa d'hidrants exterior de l'hospital. Situat a menys de 40 metres de les sales de la cogeneració.
- BIE s exteriors situades de tal manera que cobreixen la totalitat de les sales de la cogeneració.

La resta de mesures de detecció, protecció i extinció d'incendis s'instal·laran nous i vindran integrats a la central d'incendis situada a la sala de control de la cogeneració.

La resistència al foc dels elements de compartimentació i estructurals serà l'especificada en el CTE-DB-SI.

DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ

mesures passives

La propagació d'un eventual incendi es tracta d'evitar col·locant els diferents conjunts d'elements agrupats per tensions i circuits. La separació entre els diferents grups es realitza mitjançant envans o mampares metàl·liques. Compartimentació de les sales de l'edifici amb una resistència al foc de RF-120 com a mínim. Aquests elements separadors impediran que les projeccions resultants en l'eventual ignició d'un aparell arribin a altres equips o les persones que poguessin trobar-se realitzant operacions d'inspecció i manteniment.

El transformador serà de tipus sec i s'instal·larà sobre una bancada de formigó existent.

Com a protecció passiva suplementària, els cables de força, comandament i control seran ignífugs i no propagadors de la flama.

En cadascuna de les sales que alberguen els components de la cogeneració tenen les següents dimensions i es prendran les següents mesures de prevenció i extinció.

Sala del Motor Generador

Les dimensions de la sala del motor generador són de 13,9 x 6,1 m amb una alçada de 4,4 metres i compta amb les següents mesures contra incendis:

- Via d'escapament de major recorregut <25 metres
- Portes a creuar en via d'escapament, A1 i A2. de 1,8 m, doble fulla cadascuna i resistents al foc.
- Detectores iònics de calor i de fum.
- Extintors manuals d'incendi tipus B de 6 kg. Que estaran a menys de 15 metres entre si.
- Lluminiària d'emergència sobre cadascuna de les dues portes.
- Botzina de so i indicació lluminosa visible d'emergència.
- Extinció automàtica de CO2.
- Polsador d'emergència manual d'avís d'incendi distanciat un màxim de 25 metres entre si.

Sala de fred

Les dimensions de la sala de fred són de 25 x 13,9 m amb una alçada de 4,4 metres i compta amb les següents mesures contra incendis:

- Via d'escapament de major recorregut <25 metres
- 1 Porta a creuar en via d'escapament, A3. de 2 m, doble fulla i resistent al foc.
- 8 detectores iònics de calor i de fum.
- Extintors manuals d'incendi tipus B de 6 kg. Que estaran a menys de 15 metres entre si.
- Lluminiària d'emergència sobre la porta.
- Botzina de so i indicació lluminosa visible d'emergència.
- Extinció automàtica de CO2.
- Polsador d'emergència manual d'avís d'incendi distanciat un màxim de 25 metres entre si.

Dins de la sala de fred es troben els següents compartiments, la sala de control de la cogeneració i la sala del transformador amb les seves pròpies mesures contra incendis.

Sala de Control

Les dimensions de la sala de control del moto generador són de 7 x 3,2 m amb una alçada de 3,5 metres i compta amb les següents mesures contra incendis:

- Via d'escapament de major recorregut <25 metres
- 1 Porta a creuar en via d'escapament, A4. d'1 m, fulla simple i resistent al foc.
- Lluminaària d'emergència sobre la porta.
- Detector iònic de fum
- Extintor portàtil de CO2 de 6 kg.

Sala del Transformador

Les dimensions de la sala del transformador elevador són de 2,7 x 4 m amb una alçada de 4,4 metres i compta amb les següents mesures contra incendis:

- 1 detector iònics de calor i de fum.

Sala de calor

Les dimensions de la sala de calor són de 18,5 x 13,9 m amb una alçada de 4,4 metres i compta amb les següents mesures contra incendis:

- Via d'escapament de major recorregut <25 metres
- 1 Porta a creuar en via d'escapament, A5. de 1,8 m, doble fulla i resistent al foc.
- 8 detectors iònics de calor i de fum.
- Extintors manuals d'incendi tipus B de 6 kg. Que estaran a menys de 15 metres entre si.
- Lluminaària d'emergència sobre la porta.
- Botzina de so i indicació lluminosa visible d'emergència.
- Polsador d'emergència manual d'avís d'incendi distanciat un màxim de 25 metres entre si.

PROTECCIÓ CONTRA INCENDIS ELEMENTS ESTRUCTURALS

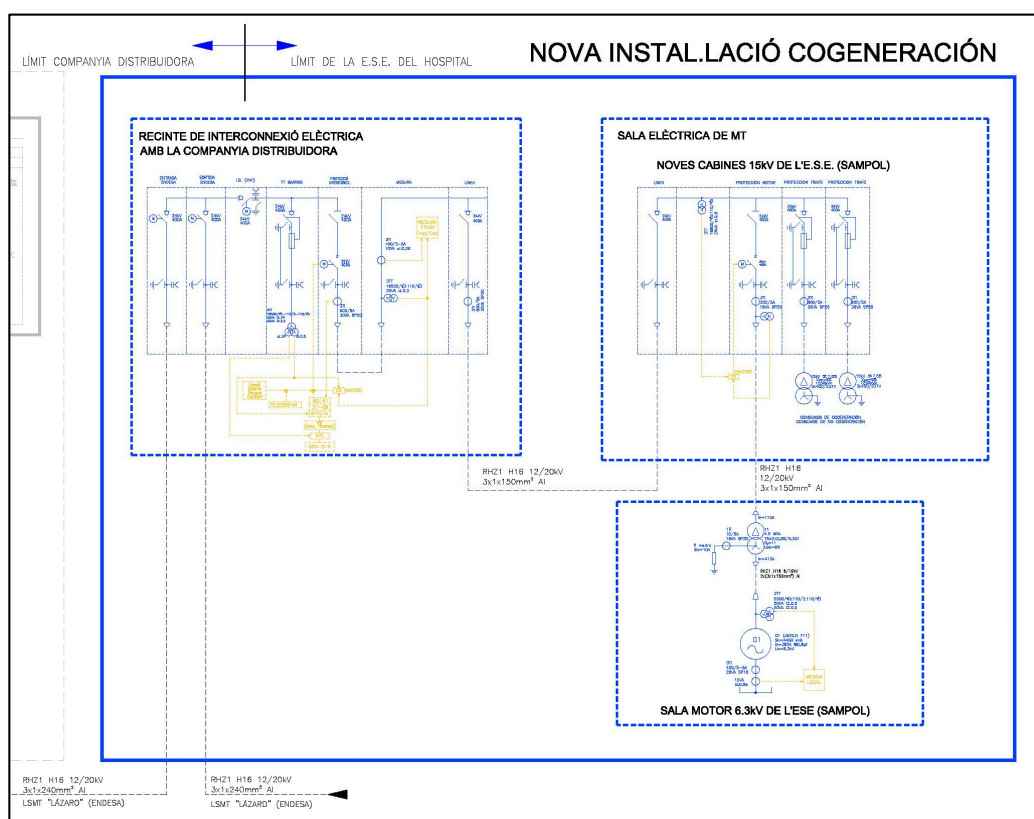
Obertures

Les noves portes a realitzar seguiran les recomanacions del CTE DB-SI, per evitar la propagació exterior horitzontal les finestres contigües estan situades a una distància $d > 50$ cm entre sectors d'incendi diferenciats. Quant a la seva resistència al foc, es considerarà: EI-60.

5. Disseny de la instal·lació elèctrica.

5.1. Descripció de la instal·lació.

La Instal·lació Elèctrica d'aquest projecte té com a objectiu evacuar l'energia elèctrica produïda pel generador de la planta de cogeneració de l'hospital a la xarxa pública de distribució de la companyia distribuïdora, a la tensió de 15,4kV i 50Hz. Un altre objectiu de la instal·lació elèctrica és alimentar les càrregues elèctriques dels serveis auxiliars de la planta de cogeneració i de la planta d'energia tèrmica que donen servei a l'edifici hospitalari, a la tensió de 400 V i 50 Hz.



Il·lustració 5-1 Esquema elèctric de Mitja Tensió

Per a aquesta fi es disposarà d'una instal·lació de Mitja Tensió composta per:

- Un generador síncron d'una potència de generació de 3.350kW a la tensió i 6,3kV.
- Un transformador elevador de tensió d'una potència nominal de 4,5MVA que elevarà la tensió de generació de 6,3kV a la tensió d'evacuació a la xarxa pública de distribució de 15,4kV.

- Un conjunt de cabines elèctriques de Mitja Tensió amb una tensió de servei de 15,4kV que proporcionaran al sistema elèctric de MT de les proteccions necessàries per poder ser operat en condicions de total seguretat.
- Dos transformadors de distribució d'una potència nominal de 1,25MVA per alimentar les càrregues dels serveis auxiliars de la planta de cogeneració i de la planta d'energia tèrmica.
- Canalitzacions i línies elèctriques per a la connexió de potència i maniobra dels diferents equips.

La instal·lació elèctrica de Baixa Tensió estarà composta per:

- Un Quadre General de Baixa Tensió que alimentarà totes les càrregues elèctriques de la planta d'energia. Aquest quadre s'alimentarà dels transformadors de serveis auxiliars del sistema elèctric de Mitja Tensió.
- Quadres secundaris per a l'alimentació d'equips elèctrics com a motors de bombes d'aigua, ventiladors o equips per a la generació de fred.
- Canalitzacions i línies elèctriques per a la connexió de potència i maniobra dels diferents equips de la planta.

5.2. Sistema elèctric de Mitja Tensió.

La instal·lació elèctrica de Mitja Tensió constarà de dues parts ben diferenciades. D'una banda el recinte on s'ubiquen les cabines elèctriques que serveixen de connexió amb la xarxa pública de distribució que se situarà a l'exterior del recinte hospitalari i al qual anomenarem Centre de Comandament i Mesura (CCM). D'altra banda tenim la resta de recintes on s'ubiquen les cabines, transformadors i generador propis de la planta de cogeneració que estan ubicats a l'interior del recinte hospitalari a la zona de la planta de cogeneració i al que anomenarem Centre de Transformació Interior (CTI).

5.2.1. Centre de Comandament i Mesura (CCM)

Aquesta part de la instal·lació estarà a la tensió de servei de 15,4kV. En ella estarà instal·lada tota l'aparellatge per connectar la instal·lació de generació a la xarxa pública de distribució. Aquesta aparellatge es divideix en una part privada, responsabilitat de l'empresa titular de la planta de cogeneració i una part pública que pertany a la companyia distribuïdora de la zona on es fa la connexió.

Hi haurà dues línies d'alimentació al CCM connectades a la part pública de la instal·lació. A més, de la part privada de la instal·lació sortirà una línia que connectarà amb la planta de cogeneració.

La aparellatge utilitzada en aquesta part de la instal·lació complirà amb les normes de la companyia distribuïdora per al connexionat elèctric de productors elèctrics a la xarxa de distribució pública.

5.2.2. Centre de Transformació Interior (CTI).

Aquesta part de la instal·lació està ubicada a l'interior del recinte hospitalari. És el mateix lloc on s'ubica la instal·lació de Mitja Tensió que serveix per alimentar tot l'hospital. El recinte és una sala de 6,1 metres d'ample per 13,9 metres de llarg amb una alçada útil de 4,4 metres. A més, hi ha el recinte on s'ubica el transformador elevador amb unes mides de 4 metres d'ample per 2,7 metres de llarg amb una alçada útil de 4,4 metres i la sala del Generador elèctric de 6,1 metres d'ample per 13,9 metres de llarg amb una alçada útil de 4,4 metres.

En aquests recintes s'instal·larà tota l'aparellatge de Mitja Tensió, exceptuant l'esmentada en l'apartat anterior, així com tots els elements que constitueixen els aparells de mesura, protecció, comandament, els serveis auxiliars (transformador sec de 1250 KVA, 15.400 / 400 V amb el seu quadre de distribució) i les bateries de condensadors i bateries de corrent continu.

Tots aquests elements utilitzats en aquesta part de la instal·lació estaran protegits mitjançant envoltants i compleixen amb les normes UNE establertes en el reglament.

5.3. Descripció del diagrama unifilar

L'esquema unifilar amb les característiques dels aparells es pot veure detallat al plànol **NºELE.8.3 "esquema unifilar MT de protecció i mesura"**.

Per situar-se en els plànols s'ha donat un nombre a cadascuna de les cabines que formen el circuit de la instal·lació de Mitja Tensió, sent aquestes les que es mostren a la següent taula.

Taula 5-1 Nombre assignat a cada cabina del esquema unifilar

Nº de Cabina	Descripció
C 1	Línia Entrada Companyia Distribuidora (C.D.)
C 2	Línia Sortida C.D.
C 3	Seccionador de la instal·lació privada per part de la C.D.
C 4	Mesura de la Tensió de barres abans de l'interruptor
C 5	Interruptor de protecció de la interconnexió (DYR)
C 6	Mesura fiscal en el punt de la interconnexió

C 7	Línia Sortida cap al Centre de Transformació Interior (CTI)
C 8	Línia Entrada del CTI.
C 9	Mesura de Tensió de barres al CTI
C 10	Interruptor de protecció del generador (DYG)
C 11	Interruptor de protecció Transformador Serveis Auxiliars (TSA1)
C 12	Interruptor de protecció Transformador Serveis Auxiliars (TSA2)

A continuació es descriu el diagrama unifilar en cadascuna de les parts de la instal·lació.

5.3.1. Línies d'entrada de la Companyia Distribuïdora

La xarxa de la qual s'alimenta el CCM és del tipus subterrani, amb una tensió de 15 kV i una freqüència de 50 Hz.

La potència de curtcircuit en el punt de connexió de servei, segons les dades subministrades per la companyia elèctrica, és de 415 MVA, el que equival a un corrent de curtcircuit de 16 kA eficaços.

Les línies d'entrada a les cabines C1 i C2 posseeixen les mateixes característiques elèctriques i mecàniques i estan connectades a les línies de distribució que vénen de les subestacions de la companyia distribuïdora. Aquestes línies subterrànies i es van projectar amb un conductor Alumini normalitzat tipus RHZ1 H16 12/20kV. El conductor s'ha triat amb el compliment de les característiques elèctriques i mecàniques i per tal d'unificar les seccions.

Cadascuna de les cabines C1, C2 i C3 posseirà la següent aparellatge:

Un interruptor-seccionador denominat 89-1 a la cabina C1, 89-2 a la cabina C2 i 89-3 a la cabina C3. Tenen com a funció separar físicament i visualment el CCM de les línies de distribució i connectar-les a terra, és a dir, amb aquests seccionadors oberts el CCM no tindrà alimentació ni possibilitat d'evacuació de l'energia.

La companyia distribuïdora és l'encarregada d'operar aquestes cabines i per això disposa d'un sistema de telecomandament que permet operar des d'un centre de control de distribució centralitzat totes les cabines telecomandades de la zona de distribució.

5.3.2. Mesura de la tensió de barres

Les cabines C4 i C9 posseeixen les mateixes característiques elèctriques i mecàniques i tenen la funció de mesurar la tensió elèctrica de les barres on es sincronitzen els interruptors del punt d'interconnexió i del generador.

Cadascuna de les cabines C4 i C9 posseirà la següent aparellatge:

- Un interruptor-seccionador rotatiu, amb capacitat de tall i aïllament, i posició de posta a terra, anomenat 89-4 a la cabina C4 i 89-9 a la cabina C9. Un conjunt de fusibles, combinats o associats a aquest interruptor.
- 3 Transformadors de Tensió de protecció (un per cada fase). La seva funció és extreure un senyal de tensió de les barres elèctriques que s'utilitzarà per alimentar les bobines dels aparells de mesura i protecció. Els debanats secundaris 110 / 3V es connecten en triangle obert, col·locant una resistència de 50W i 2 A, com a protecció contra sobretensions per ferroressonància.

5.3.3. Interruptor de protecció de la interconnexió (DYR)

La funció d'aquesta cabina C5 és la de servir de punt de connexió de la instal·lació generadora amb la xarxa de distribució pública. Sobre l'interruptor automàtic d'aquesta cabina s'implementen totes les funcions de protecció i comandament que sol·licita la companyia distribuïdora en el punt d'interconnexió.

La cabina C5 d'interruptor automàtic està constituïda per un mòdul metàl·lic amb aïllament en gas, que incorpora al seu interior una derivació amb un seccionador rotatiu de tres posicions anomenat 89-5, i en sèrie amb ell, un interruptor automàtic de tall en buit anomenat 52-5 o disjuntor de red (DYR), enclavat amb el seccionador. La posada a terra dels cables d'escomesa es realitza a través de l'interruptor automàtic.

A més dels interruptors anteriors la cabina conté:

- 3 Transformadors de Tensió (un per cada fase). La seva funció és extreure un senyal de tensió de la escomesa que s'utilitzarà per alimentar les bobines dels aparells de mesura i protecció.
- 3 Transformadors de Intensitat (un per cada fase). La seva funció, al igual que els transformadors de tensió, és extreure una senyal de corrent de la línia de la escomesa que s'utilitzarà per alimentar les bobines dels aparells de mesura i protecció.

5.3.4. Mesura fiscal

La cabina C6 conté els transformadors de tensió i els transformadors de corrent que es faran servir per mesura l'energia produïda per la planta generadora.

la cabina conté:

- 3 Transformadors de Tensió (un per cada fase). La seva funció és extreure un senyal de tensió de la escomesa que s'utilitzarà per alimentar els comptadors de mesura fiscal.

- 3 Transformadors de Intensitat (un per cada fase). La seva funció, al igual que els transformadors de tensió, és extreure una senyal de corrent de la línia de la escomesa que s'utilitzarà per alimentar els comptadors de mesura fiscal.

5.3.5. Línia de connexió entre el CCM i el CTI

La línia de sortida de la cabina C7 i d'entrada a la cabina C8 serveix per connectar el Centre de Control i Mesura amb el Centre de Transformació interior de la planta de cogeneració. Aquesta línia és subterrània i es van projectar amb un conductor Alumini normalitzat tipus RHZ1 H16 12/20kV. El conductor s'ha triat amb el compliment de les característiques elèctriques i mecàniques i per tal d'unificar les seccions.

Cadascuna de les cabines C7 i C8 posseirà la següent aparellatge:

Un interruptor-seccionador denominat 89-7 a la cabina C7 i 89-8 a la cabina C8. Tenen com a funció separar físicament i visualment el CCM i el CTI de la línia elèctrica que els uneix i connectar-la a terra, és a dir, amb aquests seccionadors oberts la línia de interconnexió queda aïllada i el CTI no tindrà alimentació ni possibilitat d'evacuació de l'energia.

5.3.6. Interruptor de protecció del generador (DYG)

La funció d'aquesta cabina C10 és la de servir de punt de connexió del generador síncron del motor amb la xarxa elèctrica d'evacuació d'energia. Sobre l'interruptor automàtic d'aquesta cabina s'implementen totes les funcions de protecció i comandament necessàries per protegir el conjunt format per la línia del primari del transformador elevador, el transformador elevador, la línia del secundari del transformador elevador i el generador síncron del motor.

La cabina C10 d'interruptor automàtic està constituïda per un mòdul metàl·lic amb aïllament en gas, que incorpora al seu interior una derivació amb un seccionador rotatiu de tres posicions anomenat 89-10, i en sèrie amb ell, un interruptor automàtic de tall en buit anomenat 52-10 o disjuntor de red (DYG), enclavat amb el seccionador. La posada a terra dels cables d'escomesa es realitza a través de l'interruptor automàtic.

A més dels interruptors anteriors la cabina conté:

- 3 Transformadors de Tensió (un per cada fase). La seva funció és extreure un senyal de tensió de la escomesa que s'utilitzarà per alimentar les bobines dels aparells de mesura i protecció.
- 3 Transformadors de Intensitat (un per cada fase). La seva funció, al igual que els transformadors de tensió, és extreure una senyal de corrent de la línia de la escomesa que s'utilitzarà per alimentar les bobines dels aparells de mesura i protecció.

5.3.7. Transformadors de serveis auxiliars

Les línies de sortida de les cabines C11 i C12 posseeixen les mateixes característiques elèctriques i mecàniques i estan connectades als transformadors de serveis auxiliars que subministraran energia als equips de la planta d'energia que s'alimenten en Baixa Tensió. Aquestes línies son subterrànies i es van projectar amb un conductor Alumini normalitzat tipus RHZ1 H16 12/20kV. El conductor s'ha triat amb el compliment de les característiques elèctriques i mecàniques i per tal d'unificar les seccions.

Cadascuna de les cabines C10 i C11 posseirà la següent aparellatge:

- Un interruptor-seccionador rotatiu, amb capacitat de tall i aïllament, i posició de posta a terra, anomenat 89-10 a la cabina C10 i 89-11 a la cabina C11. Un conjunt de fusibles, combinats o associats a aquest interruptor.
- 3 Transformadors de Intensitat (un per cada fase). La seva funció és extreure una senyal de corrent de la línia de la escomesa que s'utilitzarà per alimentar les bobines dels aparells de mesura i protecció.

5.4. Descripció de l'obra civil

Els equips que conformen la cogeneració s'instal·laran en dues sales de l'hospital existents per tant no serà necessària la realització d'una obra civil significativa.

Els únics elements a considerar en l'obra civil serien la construcció de les següents habitacions dins de la sala de fred:

- Habitacle per al transformador elevador de 4 x 2,7 x 4,4 metres.
- Habitació per al control de la cogeneració de 3,2 x 7 x 3,5 metres.

A l'exterior de l'edifici hospitalari, en el punt d'interconnexió amb la companyia distribuïdora s'instal·larà un edifici prefabricat per a albergar el conjunt d'equips que formen el CCM.

Els Edificis per a Centres de Seccionament, de superfície i maniobra interior (tipus caseta), consten d'una envoltant de formigó, d'estructura monobloc, en l'interior s'incorporen tots els components elèctrics, des de l'aparellatge de MT, fins als quadres de BT, incloent els transformadors, dispositius de control i interconnexions entre els diversos elements.

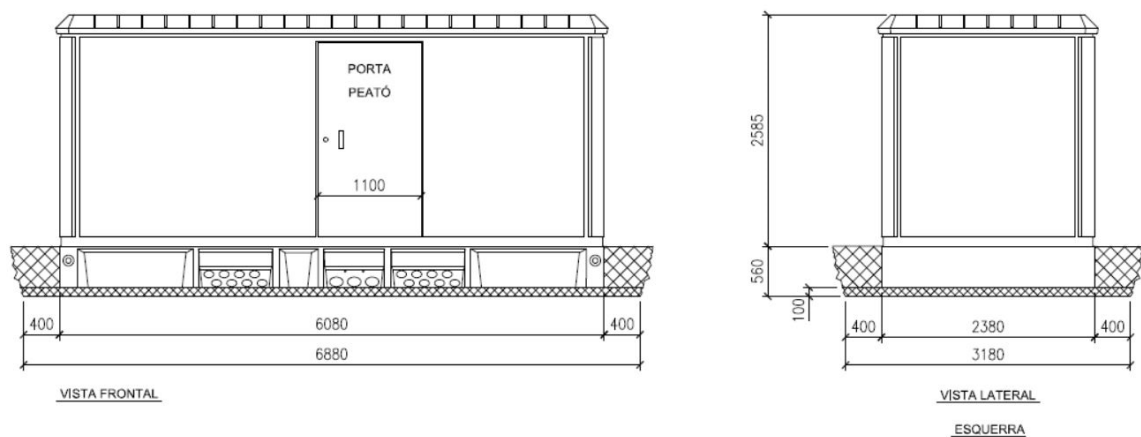
El principal avantatge que presenten aquests centres de Seccionament és que tant la construcció com el muntatge i equipament interior poden ser realitzats íntegrament en fàbrica,

garantint amb això una qualitat uniforme i reduint considerablement els treballs d'obra civil i muntatge en el punt d'instal·lació.

L'envoltant d'aquests centres és de formigó armat vibrat. Es compon de dues parts: una que aglutina el fons i les parets, que incorpora les portes i reixetes de ventilació natural, i una altra que constitueix el sostre.

Les peces construïdes en formigó ofereixen una resistència característica de 300 kg / cm^2 . A més, disposen d'una armadura metàl·lica, que permet la interconnexió entre si i al col·lector de terres. Aquesta unió es realitza mitjançant cables de coure, donant lloc a una superfície equipotencial que envolta completament al centre. Les portes i reixetes estan aïllades elèctricament, presentant una resistència de 10 kOhm respecte de la terra de la envoltant.

Les cobertes estan formades per peces de formigó amb insercions en la part superior per a la seva manipulació.



Il·lustració 5-2 Detall de l'Obra civil del CCM

A la part inferior de les parets frontal i posterior se situen els orificis de pas per als cables de MT i BT. Aquests orificis estan semiperforats, realitzant-se en obra l'obertura dels que siguin necessaris per a cada aplicació. De la mateixa manera, disposa d'uns orificis semiperforats practicables per a les sortides a les terres exteriors.

Sobre la placa base i a una altura d'uns 400 mm se situa la placa pis, que se sustenta en una sèrie de suports sobre la placa base i a l'interior de les parets, permetent el pas de cables de MT i BT als quals es accedeix a través d'unes troneres cobertes amb llosetes.

A la paret frontal es situen les portes d'accés de vianants (amb obertura de 180°) i les reixetes de ventilació. Tots aquests materials estan fabricats en xapa d'acer.

Les reixetes de ventilació natural estan formades per lames en forma de "V" invertida, dissenyades per formar un laberint que evita l'entrada d'aigua de pluja al Centre de Transformació i es complementa cada reixa interiorment amb una malla mosquitera.

L'acabat de les superfícies exteriors s'efectua amb pintura acrílica rugosa de color blanc a les parets i marró en el perímetre de la coberta o sostre, portes i reixetes de ventilació.

Les peces metàl·liques exposades a l'exterior estan tractades adequadament contra la corrosió.

5.5. Canalitzacions elèctriques

Els conductors d'energia elèctrica a l'interior del recinte de la instal·lació es consideraran dividits en conduccions o canalitzacions de baixa tensió i d'alta tensió. Les primeres han de ser disposades i realitzades d'acord amb el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió.

Pel que fa a les segones, es tindrà en compte, en la disposició de les canalitzacions, el perill d'incendi, la seva propagació i conseqüències, per a això es procurarà reduir al mínim els riscos i adoptar les mesures que a continuació s'indiquen:

- Les conduccions i canalitzacions no s'han de disposar sobre materials combustibles no auto extingibles.
- Els revestiments exteriors dels cables han de ser difícilment inflamables.
- Els cables auxiliars de mesura, comandament, etc., es mantindran, sempre que sigui possible, separats dels cables amb tensions de servei superiors a 1 kV o han d'estar protegits mitjançant tabics de separació a l'interior de canalitzacions o tubs metàl·lics posats a terra.

En el disseny d'aquestes canalitzacions s'ha de tenir present el següent:

- Tensió nominal entre conductors i aquests i terra.
- Nivell d'aïllament previst.
- Intensitats admissibles.
- Dissipació de calor.
- Proteccions contra accions de tipus mecànic (cops, rosegadors i altres).
- Radis de curvatura admissible pels conductors.
- Intensitats de curtcircuit.
- Corrents de corrosió quan hi hagi envoltent metàl·lica.
- Vibracions.
- Propagació del foc.
- Radiació (solar, ionitzant i altres).

Els cables aïllats seran d'aïllament sec termoplàstic o termostable.

La instal·lació d'aquests cables aïllats podrà ser:

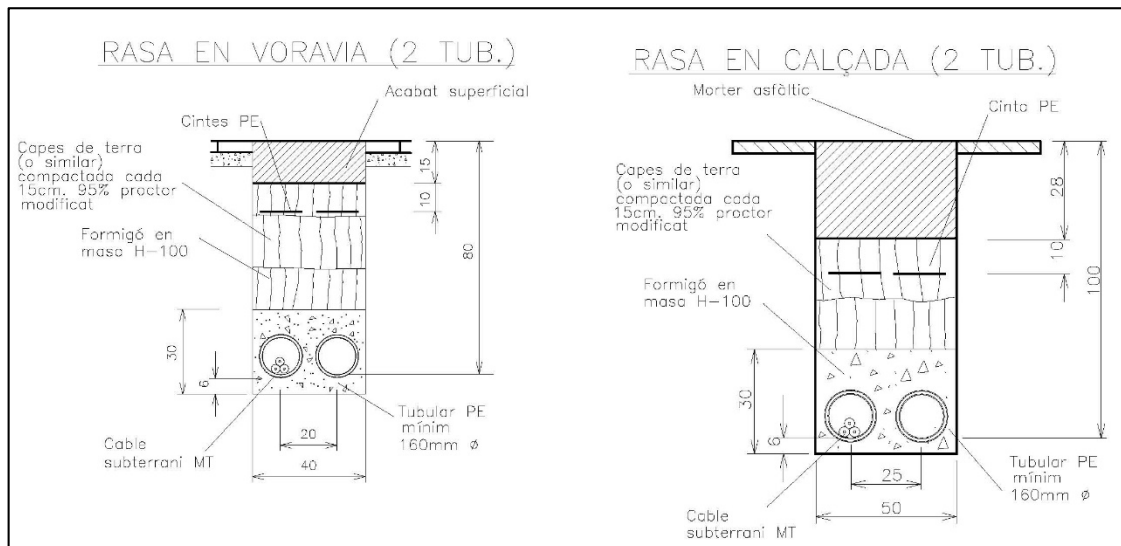
- Directament soterrats en rasa oberta en el terreny amb el llit i emplenat de sorra degudament preparada. Es disposarà una línia contínua de maons o rajola sobre del cable, a manera de protecció mecànica. Quan el traçat discorri per zones de lliure accés al públic, hi haurà així mateix una cinta de senyalització de A.T.
- En tubs de formigó, ciment o fibrociment, plàstic o metàl·lics, degudament enterrats en rases.
- En canals revisables, amb un sistema d'evacuació d'aigua quan estiguin a la intempèrie. Aquest tipus de canalitzacions no podrà utilitzar-se en les zones de lliure accés al públic.
- En safates, suports o directament subjectes a la paret, adoptant les proteccions mecàniques adequades quan discorri per zones accessibles a persones o vehicles.

Quan qualsevol d'aquestes canalitzacions travessin parets, murs, envans o qualsevol altre element que delimiti seccions de protecció contra incendis, es farà de manera que el tancament obtingut presenti una resistència al foc equivalent.

Els cables es col·locaran de manera que no es perjudiqui les seves propietats funcionals (estanquitat als terminals, manteniment del radi de curvatura, etc.).

Canalitzacions dels conductors de mitja tensió

La canalització dels conductors de mitja tensió es realitzarà en tubs de plàstic o metàl·lics, degudament enterrats en rases en el terreny amb el llit i emplenat de formigó i terra degudament preparat.



Il·lustració 5-3 Canalitzacions dels conductors de mitja tensió

El seu traçat es pot veure en el plànol ELE-04-01 "Recorregut de MT".

Canalització del conductor de terra

Per a la col·locació del conductor nu de terra es realitzarà una rasa de 80 cm de profunditat, amb una amplada de 50 cm. L'esmentat conductor es col·locarà en el fons de la rasa sent cobert per sorra de l'excavació, prèviament netejada de grans pedres o elements que puguin danyar el cable de terra. Els últims 10 cm s'ompliran de graveta, donant així una major seguretat enfront de tensions de pas i contacte.

5.6. Conductors elèctrics

A la Instal·lació objecte del present projecte, s'empren els següents tipus de conductors:

- Conductors aïllats de Mitja Tensió.
- Conductors aïllats de Baixa Tensió.
- Conductors aïllats de Baixa Tensió per a mesura, protecció i comandament
- Conductors de terra.

Conductors aïllats de Mitja Tensió.

Per al nivell de 15 kV on es col·loca el cable aïllat de Mitja Tensió, s'utilitzarà un conductor d'alumini, aïllat elèctricament i protegit contra accions mecàniques.

Les característiques del cable a instal·lar en tots els trams són:

- FABRICANT: PRYSMIAN
- MODEL: Al Voltalene H 1 x150 12/20 kV
- Diàmetre exterior: 24,1 mm
- Peso:..... 1.070 kg/km
- Tensió d'aïllament:..... 24 kV
- Resistència elèctrica màxima a 20°C: 0,206 Ω/km
- Resistència a la temperatura màxima a 105°C..... 0,264 Ω/km
- Capacitat:..... 0,254 µF/Km
- Càrrega màxima admissible: 245 A

Les pantalles metàl·liques dels cables es connecten a terra en les seves caixes terminals.

Conductors aïllats de Baixa Tensió.

Per a les diferents distribucions en Baixa Tensió, s'utilitzarà cable aïllat de baixa emissió d'halògens. Tots els cables seran de característiques iguals, llevat de la secció, la qual correspondrà a cada circuit segons càlculs justificatius:

Les característiques del cable a instal·lar en tots els trams són:

- FABRICANT:..... PRYSMIAN
- Model..... RZ1-K(AS) 0,6/1 kV

Conductors aïllats de Baixa Tensió per a mesura, protecció i comandament

A causa de la baixa intensitat que han de suportar els cables de mesura i protecció dins de la planta, es col·locarà el mateix cable que es col·loca per distribució en Baixa Tensió, amb l'excepció que aquest serà sempre de 1,5 mm² de secció, sent aquesta molt ampla pel que fa a conductivitat.

Les característiques del cable a instal·lar en tots els trams són:

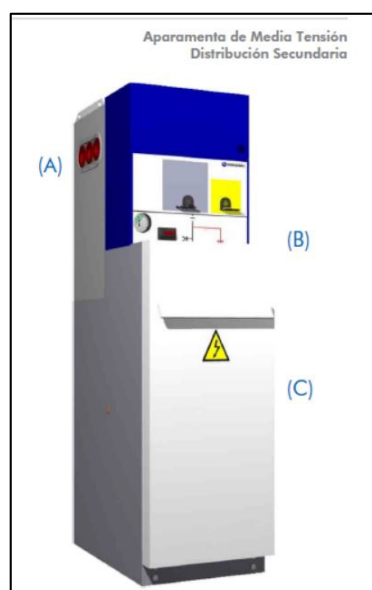
- FABRICANT:..... PRYSMIAN
- Model..... RZ1-K(AS) 0,6/1 kV

5.7. Cel·les de mitja tensió.

Conjunts prefabricats d'aparellatge, sota envoltant metàl·lica, són aquells que subministra el fabricant muntats, i que abans de sortir de fàbrica han estat sotmesos a els assajos de sèrie i tipus que s'especifiquen en la norma UNE 60 298. Les seves característiques s'ajustaran en tot al que especifica l'esmentada norma i en la MIE-RAT 16.

Característiques Generals de les cel·les de mitja tensió empleats en la Instal·lació:

Cabines: **CGMcosmos ORMAZABAL**



Les cel·les CGMcosmos formen un sistema d'equips modulars de reduïdes dimensions per a MT, amb aïllament i tall en gas, els embarrats es connecten utilitzant uns elements d'unió, aconseguint una connexió totalment apantallada, i insensible a les condicions externes (pol·lució, salinitat, inundació, etc.).

Les parts que componen aquestes cel·les són:

Cuba (A)

La cuba, fabricada en acer inoxidable de 2 mm de gruix, conté l'interruptor, l'embarrat i els portafusibles, i el gas es troba en el seu interior a una pressió absoluta de 1,15 bar (excepte per cel·les especials). El segellat de la cuba permet el manteniment dels requisits d'operació segura durant més de 30 anys, sense necessitat de reposició de gas.

Aquesta cuba compta amb un dispositiu d'evacuació de gasos que, en cas d'arc intern, permet la seva sortida cap a la part posterior de la cel·la, evitant així, amb ajuda de l'alçada de les cel·les, la seva incidència sobre les persones, cables o la aparellatge del Centre de Transformació.

En el seu interior es troben totes les parts actives de la cel·la (embarrats, interruptor-seccionador, posada a terra, tubs portafusible).

Interruptor / Seccionador / Seccionador de posada a terra

L'interruptor disponible en el sistema de la cel·la té tres posicions: connectat, seccionat i posat a terra.

L'actuació d'aquest interruptor es realitza mitjançant palanca d'accionament sobre dos eixos diferents: un per a l'interruptor (commutació entre les posicions d'interruptor connectat i interruptor seccionat); i un altre per al seccionador de posada a terra dels cables d'escomesa (que commuta entre les posicions de seccionat i posat a terra).

Comandament (B)

Els comandaments d'actuació són accessibles des de la part frontal, podent ser accionats de forma manual.

Base i frontal (C)

La base suporta tots els elements que integren la cel·la. La rigidesa mecànica de la xapa i el seu galvanitzat garanteixen la indeformabilitat i resistència a la corrosió d'aquesta base. L'alçada i disseny d'aquesta base permet el pas de cables entre cel·les sense necessitat de fosa (per a l'altura de 1740 mm), i facilita la connexió dels cables frontals d'escomesa.

La part frontal inclou en la seva part superior la placa de característiques elèctriques, la mirilla per al manòmetre, l'esquema elèctric de la cel·la, els accessos als accionaments del comandament i el sistema d'alarma sonora de posada a terra. A la part inferior es troba el dispositiu de senyalització de presència de tensió i el panell d'accés als cables i fusibles. En el seu interior hi ha una platina de coure al llarg de tota la cel·la, permetent la connexió a la mateixa del sistema de terres i de les pantalles dels cables.

Connexió de cables

La connexió de cables es realitza des de la part frontal mitjançant uns passa tapes estàndard.

Enclavaments

La funció dels enclavaments inclosos en totes les cel·les és que:

- No es pugui connectar el seccionador de posada a terra amb l'aparell principal tancat, i recíprocament, no es pugui tancar l'aparell principal si el seccionador de posada a terra està connectat.
- No es pugui treure la tapa frontal si el seccionador de posada a terra està obert, i al revés, no es pugui obrir el seccionador de posada a terra quan la tapa frontal ha estat extreta.

característiques elèctriques

Les característiques generals de les cel·les CGMcosmos són les següents:

Tensió nominal	24 kV
Nivell d'aïllament Freqüència industrial (1 min)	
a terra i entre fases	50 kV
a la distància de seccionament	60 kV
Impuls tipus raig	
a terra i entre fases	125 kV
a la distància de seccionament	145 kV

En la descripció de cada cel·la s'inclouen els valors propis corresponents a les intensitats nominals, tèrmica i dinàmica, etc.

5.7.1. Característiques Descriptives de les cel·les Mitja Tensió

Seguint la numeració de la Taula 5.1 que descriu las cabines de mitja tensió d'aquest projecte tenim:

Entrada / Sortida (C1,C2, C7 i C8): CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador

Cel·la amb envoltant metàl·lica, fabricada per ORMAZABAL, formada per un mòdul amb les següents característiques:

La cel·la CML de línia, està constituïda per un mòdul metàl·lic amb aïllament i tall en gas, que incorpora al seu interior un embarrat superior de coure, i una derivació amb un interruptor-seccionador rotatiu, amb capacitat de tall i aïllament, i posició de posada a terra dels cables d'escomesa inferior-frontal mitjançant borns aïllats. Presenta també captadors capacitius per a la detecció de tensió en els cables de connexió de servei.

Característiques elèctriques:

- Tensió assignada: 24 kV
- Intensitat assignada:..... 400 A
- Intensitat de curta durada (1 s), eficaç: 16 kA
- Intensitat de curta durada (1 s), cresta: 40 kA
- Nivell d'aïllament
- Freqüència industrial (1 min) a terra i entre fases:..... 28 kV
- Impuls tipus raig a terra i entre fases (cresta):..... 75 kV
- Capacitat de tancament (cresta):..... 40 kA
- Capacitat de tall. Corrent principalment activa: 400 A

Característiques físiques:

- Ample:..... 365 mm
- Fons: 735 mm
- Alt: 1740 mm
- Pes:95 kg

Seccionament Companyia (C3): **CGMCOSMOS-S-Ptd Interruptor passant amb PaT**

La cel·la CGMcosmos-S PTD d'interruptor passant amb posada a terra a la dreta, està constituïda per un mòdul metàl·lic amb aïllament i tall en gas, que incorpora al seu interior un embarrat superior de coure, i amb un interruptor-seccionador rotatiu, amb capacitat de tall i aïllament, i posició de posada a terra (dreta) de l'embarrat. Presenta també captadors

capacitius per a la detecció de tensió i pot portar un sistema d'alarma sonora de posada a terra, que sona quan havent tensió a la línia s'introdueix la palanca en l'eix del seccionador de posada a terra. En introduir la palanca en aquesta posició, un so indica que pot realitzar-se un curtcircuit o un zero a la xarxa si s'efectua la maniobra.

Característiques elèctriques:

- Tensió assignada: 24 kV
- Intensitat assignada: 400 A
- Intensitat de curta durada (1 s), eficaç: 21 kA
- Intensitat de curta durada (1 s), cresta: 52,5 kA
- Nivell d'aïllament Freqüència industrial (1 min) a terra i entre fases: 50 kV
- Impuls tipus raig a terra i entre fases (cresta): 125 kV
- Capacitat de tancament (cresta): 52,5 kA
- Capacitat de tall. Corrent principalment activa: 400 A

Característiques físiques:

- Ample: 450 mm
- Fons: 735 mm
- Alt: 1740 mm
- Pes: 105 kg

Altres característiques constructives

- Comandament interruptor motoritzat tipus BM
- Calaix de control

Cel·la Mesura Tensió de barres (C4 i C9) : **CGMCOSMOS-P Protecció fusibles**

La cel·la CGMcosmos-P de protecció amb fusibles, està constituïda per un mòdul metàl·lic amb aïllament i tall en gas, que incorpora al seu interior un embarrat superior de coure, i una derivació amb un interruptor-seccionador rotatiu, amb capacitat de tall i aïllament, i posició de posta a terra dels cables d'escomesa inferior-frontal mitjançant borns aïllats, i en sèrie amb ell, un conjunt de fusibles freds, combinats o associats a aquest interruptor. Presenta també captadors capacitius per a la detecció de tensió en els cables de connexió de servei i pot portar un sistema d'alarma sonora de posada a terra, que sona quan havent tensió a la línia s'introdueix la palanca en l'eix del seccionador de posada a terra. En introduir la palanca en aquesta posició, un so indica que pot realitzar-se un curtcircuit o un zero a la xarxa si s'efectua la maniobra.

Característiques elèctriques:

- Tensió assignada: 24 kV
- Intensitat assignada a l'embarrat: 400 A
- Intensitat assignada en la derivació: 200 A
- Intensitat fusibles: 3x2 A
- Nivell d'aïllament Freqüència industrial (1 min) a terra i entre fases: 50 kV
- Impuls tipus raig a terra i entre fases (cresta): 125 kV

- Capacitat de tancament (cresta):..... 40 kA
- Capacitat de tall. Corrent principalment activa: 400 A

Característiques físiques:

- Ample:..... 470 mm
- Fons: 735 mm
- Alt: 1740 mm
- Pes:140 kg

Altres característiques constructives

- Comandament posició amb fusibles: manual tipus BR
- Combinació interruptor-fusibles: combinats
- Transformadors de protecció: 3TT

3 TT D'aïllament sec, construïts atenent a les corresponents normes UNE i CEI, amb les següents característiques:

- Tensió nominal primària: 16.500V
- Número de secundaris:..... 2
- Tensió nominal secundària:110/ $\sqrt{3}$ V– 110/3 V
- Potència y classe de precisió: 50 VA cl.0.5 – 50 VA cl.3P
- Tensió màxima assignada: 24kV
- Nivell de aïllament: 50kV a 50Hz – 1 min. / 125kV a onda choque 1.2/50 μ s.
- Factor de tensió 1.2 Un en permanència y 1,9 Un durante 8 horas.

Els debanats secundaris 110 / 3V es connecten en triangle obert, col·locant una resistència de 50W i 2 A, com a protecció contra sobretensions per ferroressonància.

Protecció General (C5 i C10): **CGMCOSMOS-V Interruptor automàtic de buit**

La cel·la CGMcosmos-V d'interruptor automàtic de buit està constituïda per un mòdul metàl·lic amb aïllament en gas, que incorpora al seu interior un embarrat superior de coure, i una derivació amb un seccionador rotatiu de tres posicions, i en sèrie amb ell, 1 interruptor automàtic de tall en buit, enclavat amb el seccionador. La posada a terra dels cables d'escomesa es realitza a través de l'interruptor automàtic. La connexió de cables és inferior-frontal mitjançant borns aïllats. Presenta també captadors capacitius per a la detecció de tensió en els cables de connexió de servei i pot portar un sistema d'alarma sonora de posada a terra, que sona quan havent tensió a la línia s'introdueix la palanca en l'eix del seccionador de posada a terra. En introduir la palanca en aquesta posició, un so indica que pot realitzar-se un curtcircuit o un zero a la xarxa si s'efectua la maniobra.

Característiques elèctriques:

- Tensió assignada: 24 kV
- Intensitat assignada: 400 A
- Nivell d'aïllament Freqüència industrial (1 min) a terra i entre fases: 50 kV
- Impuls tipus raig a terra i entre fases (cresta): 125 kV
- Capacitat de tancament (cresta): 400 A
- Capacitat de tall en curtcircuit: 16 kA

Característiques físiques:

- Ample: 480 mm
- Fons: 850 mm
- Alt: 1740 mm
- Pes: 218 kg

Altres característiques constructives

- Comandament interruptor automàtic: motoritzat RAMV
- Calaix de control
- Tensió de comandament en C.C. 48V
- Relé de protecció
- Transformadors de protecció: 3 TT i 3 TI

3 TT D'aïllament sec, construïts atenent a les corresponents normes UNE i CEI, amb les següents característiques:

- Tensió nominal primària: 16.500V
- Número de secundaris: 1
- Tensió nominal secundària: $110/\sqrt{3}$ V
- Potència y classe de precisió: 50 VA cl.0.5-3P
- Tensió màxima assignada: 24kV
- Nivell de aïllament: 50kV a 50Hz – 1 min. / 125kV a onda choque 1.2/50µs.
- Factor de tensió 1.2 Un en permanència y 1,9 Un durante 8 horas.

3 TI D'aïllament sec, construïts atenent a les corresponents normes UNE i CEI, amb les següents característiques:

- Intensitat nominal primària: 1000A
- Número de secundaris: 1
- Intensitat nominal secundària: 1A
- Potència y classe de precisió: 0,2 VA 5P20
- Tensió màxima assignada: 24kV

Mesura (C6): CGMCOSMOS-M Mesura

La cel·la CGMcosmos-M de mesura és un mòdul metàl·lic, construït en xapa galvanitzada, que permet la incorporació en el seu interior dels transformadors de tensió i intensitat que s'utilitzen per donar els valors corresponents als aparells de mesura, control i comptadors de mesura d'energia.

Per la seva constitució, aquesta cel·la pot incorporar els transformadors de cada tipus (tensió i intensitat), normalitzats en les diferents companyies subministradores d'electricitat.

La tapa de la cel·la compta amb els dispositius que eviten la possibilitat de contactes indirectes i permeten el segellat de la mateixa, per garantir la no manipulació de les connexions.

Característiques elèctriques:

- Tensió assignada: 24 kV

Característiques físiques:

- Ample:..... 800 mm
- Fons: 1025 mm
- Alt: 1740 mm
- Pes:165 kg

Altres característiques constructives

- Transformadors de mesura: 3 TT i 3 TI

3 TT D'aïllament sec, construïts atenent a les corresponents normes UNE i CEI, amb les següents característiques:

- Tensió nominal primària: 16.500V
- Número de secundaris:..... 1
- Tensió nominal secundària: 110/ $\sqrt{3}$ V
- Potència y classe de precisió: 25 VA cl.0.2
- Tensió màxima assignada: 24kV
- Nivell de aïllament: 50kV a 50Hz – 1 min. / 125kV a onda choque 1.2/50 μ s.
- Factor de tensió 1.2 Un en permanència y 1,9 Un durante 8 horas.

3 TI D'aïllament sec, construïts atenent a les corresponents normes UNE i CEI, amb les següents característiques:

- Intensitat nominal primària: 100A
- Número de secundaris:..... 1
- Intensitat nominal secundària:5-5A
- Potència y classe de precisió: 10 VA cl0,2
- Intensitat tèrmica 200In
- Sobreintensitat . admissible en permanència: Fs <= 5
- Tensió màxima assignada: 24kV

Cel·la Protecció Transformadors Auxiliars (C11 i C12) : **CGMCOSMOS-P Protecció fusibles**

La cel·la CGMcosmos-P de protecció amb fusibles, està constituïda per un mòdul metàl·lic amb aïllament i tall en gas, que incorpora al seu interior un embarrat superior de coure, i una derivació amb un interruptor-seccionador rotatiu, amb capacitat de tall i aïllament , i posició de posta a terra dels cables d'escomesa inferior-frontal mitjançant borns aïllats, i en sèrie amb

ell, un conjunt de fusibles freds, combinats o associats a aquest interruptor. Presenta també captadors capacitius per a la detecció de tensió en els cables de connexió de servei i pot portar un sistema d'alarma sonora de posada a terra, que sona quan havent tensió a la línia s'introdueix la palanca en l'eix del seccionador de posada a terra. En introduir la palanca en aquesta posició, un so indica que pot realitzar-se un curtcircuit o un zero a la xarxa si s'efectua la maniobra.

Característiques elèctriques:

- Tensió assignada: 24 kV
- Intensitat assignada a l'embarat: 400 A
- Intensitat assignada en la derivació: 200 A
- Intensitat fusibles: 3x63 A
- Nivell d'aïllament Freqüència industrial (1 min) a terra i entre fases:..... 50 kV
- Impuls tipus raig a terra i entre fases (cresta): 125 kV
- Capacitat de tancament (cresta): 40 kA
- Capacitat de tall. Corrent principalment activa: 400 A

Característiques físiques:

- Ample: 470 mm
- Fons: 735 mm
- Alt: 1740 mm
- Pes: 140 kg

Altres característiques constructives

- Comandament posició amb fusibles: manual tipus BR
- Combinació interruptor-fusibles: combinats
- Transformadors de protecció: 3TI
 - 3 TI D'aïllament sec, construïts atenent a les corresponents normes UNE i CEI, amb les següents característiques:
 - Intensitat nominal primària: 300A
 - Número de secundaris: 1
 - Intensitat nominal secundària: 1A
 - Potència y classe de precisió: 0,18 VA 5P20
 - Tensió màxima assignada: 24kV

5.8. Transformador elevador

Amb l'objectiu d'eleva la tensió del generador síncron del motor de cogeneració a la tensió de l'anell del sistema de Mitja Tensió de la planta se instal·larà un transformador tipus sec.



Il·lustració 5-4 Transformador elevador

El transformador serà d'interior i complirà el Reglament sobre Centrals Elèctriques, Subestacions i Centres de Transformació. S'instal·larà en un recinte a l'interior de la sala de fred de la planta de cogeneració al costat de la paret de separació amb la sala de control de la planta de cogeneració.

El transformador estarà construït sota la norma UNE 21538-1 i tindrà les següents característiques:

Condicions de servei

- instal·lació Interior
- Classe de servei Continu
- Altitud Inferior a 1000 m
- Temperatura aire ambient Míxima -20°C
- Míxima 45°C
- Mitjana diària <35°C
- Humitat relativa 95%
- Nivell pol·lució Nivell IV (molt fort)

Característiques elèctriques

- Tipus aïllament Sec
- Classe de corrent Alterna trifàsica
- Freqüència servei 50 Hz

- Potència nominal..... 4,5 MVA
- Tensió primari 15 [kV]
- Tensió secundari 6,3 [kV]
- Grup de connexió..... Dyn11
- Regulació primari $15.000 \pm 2,5\% \pm 5\% V$ (en buit)
- Regulació secundari NA
- Tensió de curtcircuit Ucc..... 8%

Nivells d'aïllament

En el debanat primari:

- Tensió assignada al debanat 15 [kV]
- Tensió més elevada per al material 24 [kVrms]
- Tensió suportada a freqüència industrial (50Hz-1min)..... 50 [kVrms]
- Tensió suportada a impuls tipus llamp (1.2/50µs) 125 [kVpic]

En el debanat secundari:

- Tensió assignada al debanat 6,3 [kV]
- Tensió més elevada per al material 7,2 [kVrms]
- Tensió suportada a freqüència industrial (50Hz-1min)..... 20 [kVrms]
- Tensió suportada a impuls tipus llamp (1.2/50µs) 60 [kVpic]

Característiques funcionals

- Funció Elevador (per generació)
- Refrigeració AN
- Classes C / A / F E2, C2, F1
- Escalfament (AT / BT) 100/100 K
- Classe d'aïllament tèrmic Classe F

Proteccions pròpies

- Termòmetre, amb contactes regulables d'alarma i dispar.

5.9. Transformadors de serveis auxiliars (TSA1 i TSA2)

Els dos transformadors seran d'interior i compliran el Reglament sobre Centrals Elèctriques, Subestacions i Centres de Transformació. S'instal·laran cada un d'ells en un recinte a l'interior del CTI de la planta de cogeneració al costat de la paret de separació amb la sala elèctrica de baixa tensió.

Els dos transformadors seran iguals i estan construïts segons la norma internacional IEC 60076.

Cada sortida en Baixa Tensió d'aquests transformadors alimentarà un Interruptor automàtic de protecció d'entrada al QGBT de cogeneració. El TSA-1 alimentarà l'Interruptor d'entrada nº1 i el TSA-2 alimentarà l'Interruptor d'entrada nº2.

Les característiques tècniques dels transformadors seran les següents:

– Potència	1250 kVA
– Tensió més elevada per al material	24 kV
– Tensió primària	15.000 V
– Tensió secundària (entre fases en buit)	420 V
– Regulació.....	$\pm 2,5\pm 5\%$
– Grup de connexió	Dyn11
– Aïllament.....	sec
– Pes total	5.200 kg

El nucli i els debanats del transformador tindran refrigeració natural.

5.10. Proteccions elèctriques

S'implantarà un sistema de protecció a la instal·lació d'interconnexió, basat en un bloc de proteccions independent, alimentat per un sistema carregador de bateries de 110 Vcc i actuant sobre dues bobines d'obertura diferents de l'interruptor de transferència. A la resta de interruptors de protecció s'implantarà un sistema de proteccions simple.

Les proteccions que s'han considerat són les següents:

5.10.1. Proteccions a la interconnexió amb companyia distribuïdora pública

Les proteccions de la interconnexió estan fixades per les condicions tècniques de connexió per als productors en règim especial d'Endesa, en ell s'estableixen les proteccions segons els tipus de defectes.

a) Defectes interns:

- Relés de sobreintensitat de fases i neutre: 50/51 i 50 / 51N

b) Defectes a la xarxa:

- Relé de màxima tensió homopolar: 64L
- Relés de mínima tensió: 27

c) Sense defectes a la xarxa:

- Relés de mínima tensió: 27
- Relé de màxima tensió: 59
- Relé de màxima i mínima freqüència: 81m i 81m

Críteris d'ajust de les proteccions

Els valors que s'indiquen són en el primari dels transformadors de mesura.

Protecció de sobreintensitat de fases: 50/51

- Llindar d'arrancada.....130% I_c màx (màx. 200A)
- Tipus de corba..... Normal inversa (segons CEI-255-4)
- Índex de la corba (k)..... 0,05
- Llindar dispar instantani 3xllindar arrancada
- Temps màxim operació D.I. 60 ms

Protecció de sobreintensitat homopolar: 50N/51N

- Llindar d'arrancada..... 2 A (màx. 4 A si no es disposa de toroidal)
- Tipus de corba..... Normal inversa (segons CEI-255-4)
- Índex de la corba (k)..... 0,05
- Llindar dispar instantani 10 A
- Temps màxim operació D.I. 60 ms

Protecció de mínima tensió de fases: 27

- Llindar d'arrancada.....85% x 15 kV
- Temps d'operació..... 0,1 s

Protecció de màxima tensió de fases: 59

- Llindar d'arrancada.....110% x 15 kV
- Temps d'operació..... 0,1 s

Protecció de màxima tensió homopolar: 64L

- Llindar d'arrancada.....3% x 15 kV
- Temps d'operació..... 0,1 s

Protecció de mínima freqüència: 81m

- Llindar d'arrancada..... 49,0 Hz
- Temps d'operació..... 0,1 s

Protecció de màxima freqüència: 81M

- Llindar d'arrancada..... 51 Hz
- Temps d'operació..... 0,1 s

Sistema de tele-dispar

S'instal·larà un sistema de tele-dispar que produeixi l'obertura de l'interruptor automàtic d'interconnexió (DYR) com a conseqüència de l'obertura de l'interruptor de capçalera de la línia a la subestació de la companyia distribuïdora (CD).

El temps total d'actuació del tele-dispar, mesurat entre l'instant en què s'aplica l'ordre de dispar a l'entrada de l'equip de la subestació i l'instant en què s'aplica la tensió a la bobina de dispar de l'interruptor d'interconnexió (DYR), no serà superior a 200 ms.

Disposarà d'eco de confirmació d'arribada del tele-dispar a la CD. El temps entre l'instant en què s'aplica l'ordre de dispar a l'entrada de l'equip de la subestació i l'instant en què es tanca el contacte de senyalització de confirmació en aquest mateix equip no serà superior a 300 ms.

L'enllaç de comunicacions entre equips de subestació i el Client serà de disponibilitat permanent.

Enclavaments i comprovació de sincronisme

S'instal·larà un sistema de comprovació de sincronisme en el punt d'interconnexió per a poder realitzar el tancament de l'interruptor d'interconnexió (DYR).

En qualsevol cas i després d'una desconexió, l'interruptor d'interconnexió no es reconnectarà fins que la tensió de la xarxa sigui ferma, hi ha d'haver una tensió superior al 85% de la de servei i havent transcorregut un temps no inferior a tres minuts des de la normalització de la tensió de la xarxa. Es disposarà a aquest efecte d'un relé temporitzat de bloqueig de la reconexió, activat pels relés de mínima tensió.

Alimentació auxiliar

Les proteccions i circuits de control de la interconnexió s'alimentaran en corrent continu mitjançant un sistema rectificador i bateries amb la capacitat i autonomia necessàries.

Es disposarà un relé per al control de tensió de la bateria d'alimentació de les proteccions i circuits de tir per assegurar la seva actuació.

5.10.2. Proteccions del generador

El generador disposa d'un relé general de proteccions i d'un relé de protecció diferencial. Tots dos equips estan allotjats a tauler de control del grup, a la sala de control. El grup compta amb un panell de control independent.

Proteccions implementades al relé general de protecció:

- Sobreintensitat de fases (51)
- Sobreintensitat de neutre (51N)
- Sobreintensitat de fases controlada per tensió (51v)
- Desequilibri d'intensitats (46)
- Sobretensió (59)
- Sobretensió de neutre (59N)
- Mínima tensió (27/60)
- Màxima i mínima freqüència (81m / 81m)
- Potència inversa (32)
- Pèrdua d'excitació (40)

Proteccions implementades al relé de protecció diferencial:

- Protecció diferencial (87)
- Sobreintensitat de fases (51)

Enclavaments i comprovació de sincronisme

S'instal·larà un sistema de comprovació de sincronisme en el punt d'interconnexió del generador per a poder realitzar el tancament de l'interruptor de generador (DYG).

En qualsevol cas i després d'una desconexió, l'interruptor de generador no es reconnectarà fins que la tensió de la xarxa sigui ferma, hi ha d'haver una tensió superior al 85% de la de servei i havent transcorregut un temps no inferior a tres minuts des de la normalització de la tensió de la xarxa. Es disposarà a aquest efecte d'un relé temporitzat de bloqueig de la reconexió, activat pels relés de mínima tensió.

5.11. Sistema elèctric de baixa tensió

5.11.1. Descripció general

Es preveu la instal·lació d'un quadre general de baixa tensió (QGBT). Aquest estarà alimentat des de els transformadors de serveis auxiliars TSA-1 i TSA-2.

Per assegurar el subministrament en cas de fallada a la Central s'instal·larà un seccionador de transferència entre el quadre general de baixa tensió de la central de cogeneració i el quadre general de baixa tensió de l'hospital.

Del QGBT s'alimentaran, entre d'altres, els carregadors de bateries de corrent continu, els serveis auxiliars del grup generador, el sistema de control de la planta de cogeneració i les refredadores elèctriques auxiliars.

En condicions normals de funcionament, el quadre alimenta les següents càrregues:

QUADRE GENERAL DE BAIXA TENSÍO (QGBT)	POTENCIA CONSUMIDORS [kW]
Refredadores elèctriques auxiliars	842
Serveis auxiliars cogeneració	150
Quadres de control de motors del procés tèrmic.	449
POTENCIA TOTAL	1.441

Taula 5-2 Càrregues del QGBT

En cas de quedar fora de servei els alimentador habituals del QGBT (TSA1 i TSA2), de manera excepcional, totes les càrregues connectades a aquestes barres es podran alimentar des de les barres del QGBT-Nº1 de l'Hospital.

Les alimentacions de cada quadre s'indiquen en l'esquema unifilar General de Baixa Tensió.

La disposició del diferents quadres elèctrics es pot veure en el plànol EL02-01 de l'annex G d'aquest projecte.

5.11.2. Quadre general de baixa tensió

Estarà construït a base de xapa d'acer i compostos de panells autoportants acoblats i cargolats formant cadascun dels quadres un conjunt estable.

Les connexions seran per la part inferior mitjançant cable de coure o alumini amb les característiques especificades en els esquemes unifilars.

Les sortides a les càrregues seran per la part inferior, per mitjà de cable de coure / alumini amb les característiques especificades en els esquemes unifilars.

En el QGBT els interruptors de sortida als quadres de control de motors (QCM's) o quadres secundaris han de garantir la seva selectivitat amb els interruptors instal·lats en aquests quadres secundaris.

Les característiques tècniques generals del QGBT son:

- Tensió nominal (U_n): 690V
- Tensió nominal d'aïllament (U_i): 1000V
- Tensió nominal d'utilització (U_e): 400 V
- Tensió nominal suportada a impulsos (U_{imp}): 8kV
- Tensió de comandament i control: 220Vac 50Hz
- Embarrats:..... 3F + N + T
- Freqüència nominal: 50Hz
- Intensitat de curta durada I_{cw} (1 seg): 65kA
- Intensitat nominal del quadre (I_n):..... 3200A
- Temperatura ambient subestació:..... 40°C
- Humitat relativa mitjana:..... 60%
- Altitud sobre el nivell del mar: <1000m
- Forma constructiva: 2b
- Execució:..... Fixa
- Instal·lació: Interior

5.11.3. Quadres de control de motors

Els quadres de control de motors (QCMs) es fabricaran d'acord amb la norma IEC 60439.

Les condicions de treballs dels QCM seran les següents:

- Tensió nominal (U_n): 690V
- Tensió nominal d'aïllament (U_i): 1000V
- Tensió nominal d'utilització (U_e): 400 V
- Tensió nominal suportada a impulsos (U_{imp}): 8kV
- Tensió de comandament i control: 220Vac 50Hz
- Embarrats:..... 3F + N + T
- Freqüència nominal: 50Hz
- Intensitat de curta durada I_{cw} (1 seg): 25kA

- Intensitat nominal del quadre (In): 400A
- Temperatura ambient subestació: 40°C
- Humitat relativa mitjana: 60%
- Altitud sobre el nivell del mar: <1000m
- Forma constructiva: 3b
- Execució: Fixa
- Instal·lació: Interior

Grau de protecció IP del quadre

El grau de protecció proporcionat per l'armari contra l'accés a parts perilloses, contra la introducció d'objectes sòlids estranys i contra l'entrada d'aigua per a aquest quadre elèctric és IP54.

Forma de segregació interna del quadre

El tipus de subdivisió prevista a l'interior del quadre és de la forma 3b on l'embarat de distribució està separat de les unitats funcionals i cada unitat funcional està separada entre si.

Armari per als Variadors de freqüència

Aquesta part del tauler elèctric no serà compartimentada i contindrà els variadors de freqüència i els seus inductàncies de línia i de motor (quan correspongui) governats per les unitats de protecció i maniobra.

5.11.3.1. Descripció dels alimentadors motors

Els arrencadors estan combinats amb contactors electromagnètics de tipus compacte, interruptors automàtics amb protecció magnètica i tèrmica i relés diferencials.

L'arrencada dels motors serà de tres tipus:

- Directe.
- Progressiu.
- Amb variador de freqüència.

El funcionament de cada un d'aquests tipus d'arrencada es descriu a continuació.

Arrencada directe:

Es farà servir en els motors de menors potències. Estarà compost per un interruptor automàtic magnètic ajustable per a protecció instantània contra curtcircuits, contactor electromagnètic, relé tèrmic que protegirà de possibles sobrecàrregues i un relé diferencial amb toroidal per a la protecció dels corrents de defecte.

Arrencador progressiu:

S'utilitzarà en motors amb velocitat fixa de potències més elevades. Estarà compost per un interruptor automàtic magneto-tèrmic per a la protecció del motor de sobrecàrregues i curtcircuits, relé diferencial amb toroïdal, i arrencador electrònic amb fusibles ultra-ràpids per a la protecció de la seva electrònica.

Arrencada amb variador de freqüència:

S'utilitzarà en motors amb velocitat variable de potències més elevades. Es compon d'interruptor automàtic magneto-tèrmic, relé diferencial amb toroïdal, una inductància per cada fase per evitar la injecció de corrents harmòniques en la línia i un variador de freqüència per regular la velocitat del motor.

La intensitat màxima nominal en servei continu dels interruptors i la intensitat nominal dels relés de dispar estan referides a una temperatura ambient de 40 ° C.

Per a l'elecció de tots els interruptors es considerarà una temperatura de 50 ° C a l'interior del Centre de Control de Motors.

Els interruptors automàtics utilitzats en combinació amb un arrencador per a alimentació a motor seran del tipus de caixa modelada i ruptura a l'aire i han d'estar proveïts d'un relé magnètic instantani ajustable per a protecció instantània contra curtcircuits.

El circuit de control de cada arrencador s'alimentarà mitjançant un transformador de control de relació 400/220 V, muntat en el propi QCM i connectat entre dues fases.

5.11.4. Motors elèctrics

A continuació es descriuen les característiques generals dels motors presents a la Central.

- Motors trifàsics, d'inducció, rotor en gàbia d'esquirol.
- Normes IEC, EN i UNE
- Freqüència nominal..... 50 Hz
- Tensió assignada 400 V
- Marges admissibles en règim permanent 400+6%-10% V
- Tensió mínima d'arrencada en bornes de motor80%
- Temps mínim de rotor bloquejat en relació amb temps màxim d'acceleració..... 125%
- Classe d'aïllament F amb escalfament B.

- Aïllament..... Ple
- Parell màxim/par nominal200%
- Tensió suportada 70% durant un minuto
- Intensitat arrancada/Intensitat nominal (tolerància IEC)
 - o $0 < P \leq 25$ kW (arrancada directe).....750%
 - o 25 kW $< P < 150$ kW (arrancada directe)600%
 - o 150 kW $\leq P \leq 300$ kW (no arrancada directe) $\leq 200\%$
 - o $P > 300$ kW (arrancada directe).....600%
- Protecció mínima en interiorIP 44
- Protecció mínima en exteriorIP 54
- Protecció mínima caixa bornesIP 65
- Coixinets de boles o rodetsPara 80.000 hores

5.11.5. Canalitzacions i cablejat de baixa tensió

Safates

Per al recorregut de cables s'instal·laran safates metàl·liques (o ignífugues) de tipus perforada amb o sense tapa, i la vora de seguretat perfilat.

El material de les safates serà:

- Galvanitzat en calent segons UNE 37-501-88 i UNE 37-508-88.
- Gruix mitjà de recobriment: 70 micres.

Especialment indicat per a instal·lacions exteriors, atmosferes salines i agressives.

Resistència a la corrosió:

Assaig en laboratori, en càmera de boira salina, segons norma ASTM-B 117.

Galvanitzat calenta: 1200 hores a la corrosió vermella. (La corrosió vermella suposa l'atac al material base, acer)

Continuïtat elèctrica:

d'acord amb la Norma Europea IEC 61537 d'1 de novembre 1999, menor de $5000 \Omega \cdot m$ fixats per SEGURETAT.

Reacció al foc:

No hi ha cap tipus de risc relacionat amb el foc, ni en; propagació; emissió de fums, opacitat i toxicitat; inflamabilitat; índex d'oxigen; assaig de fil incandescent.

Temperatura de servei:

-45°C A 150°C. Amb total estabilitat.

Protecció contra danys mecànics:

Grau IP XX9, per safates amb tapa incorporada segons UNE 20.324-93.

Protecció contra la penetració de cossos sòlids:

Grau IP 2XX per a safates perforades amb tapa incorporada.

Grau IP 4XX per a safates llises amb tapa incorporada.

accessoris:

Unions, colzes, corbes, tapes, etc., amb les mateixes característiques de la safata i tot el sistema sobre suports metàl·lics, assajats a càrrega de col·lapse, per a l'obtenció de les "Càrregues de Treball en Seguretat", emplenant la Norma Internacional IEC 61537 ed. 1ª de 30-11-99. (Coef. Seguretat 1,7).

Resistència mecànica:

Les safates suporten, amb una fletxa longitudinal inferior a l'1% de la distància entre suports en mm, estable a qualsevol temperatura de treball i una càrrega màxima de Treball en Seguretat (C.T.S.), segons explicita la Norma Europea IEC 61537 ed. 1 de 30-11-99, a Newton / metre.

Cablejat Equips de la Central

Per a l'alimentació dels equips de la Central s'utilitzarà el cable de potència lliure d'halògens TIPUS RZ1-K (AS) 0,6 / 1 kV ja que és un cable d'alta seguretat al no emetre substàncies tòxiques ni gasos corrosius en cas de incendi.

Característiques principals del cable:

- No emet substàncies tòxiques: s'evita l'emissió de gasos i àcids produïts per la combustió en cas d'incendi, millorant així la seguretat general de la instal·lació.
- No emet substàncies corrosives: al no contenir halògens, no desprèn àcid clorhídric es pot fer malbé els equips electrònics i els ordinadors.
- Baixa emissió de fums: s'evita la pèrdua de visibilitat produïda pel fum de la combustió, facilitant així l'evacuació i el treball personal.
- Gran potència: L'aïllament de polietilè reticulat permet una gran transmissió de potència i una major resistència de sobrecàrregues.
- Propietats davant del foc: la qualitat de no propagació de l'incendi dels cables evita desastres i contribueix a millorar la seguretat personal de la instal·lació.

- Ecològic: no conté cap material halogenat, evitant l'emissió de dioxines a l'atmosfera.

Intensitats màximes admissibles:

La taula adjunta en el annex F mostra el diàmetre, pes, intensitat màxima admissible i caiguda de tensió detallada per a cada cable.

Els valors d'intensitat màxima admissible mostrats estan basats en la norma IEC 60364. Les condicions utilitzades per al càlcul són:

- Instal·lació a l'aire: se suposa una instal·lació amb ventilació adequada i una temperatura ambient de 30°C (mètode de referència F per unipolars i E per multi conductors).
- Instal·lació soterrada: cable en conducte enterrat a 70 cm, amb una resistivitat tèrmica del terreny de 2,5 °Krn / W i una temperatura del sòl de 20 ° C (mètode de referència D).
- Per a cables de 2 i 3 conductors fins a 10 mm² es suposa un circuit monofàsic. Per a la resta de cables es suposa un circuit trifàsic.
- La caiguda de tensió és la màxima que pot passar. S'ha calculat a la temperatura màxima del conductor i $\cos \varnothing = 1$.

5.11.6. Posada a terra

El sistema de connexió utilitzat en la instal·lació de BT és del tipus TT. Totes les masses metàl·liques de la instal·lació estaran connectades a la xarxa de terres, i els neutres dels transformadors de potència estaran connectats directament a una terra independent de la toma terra general de protecció.

A més es munten proteccions amb relés diferencials regulables i temporitzats en totes les línies d'alimentació de les càrregues.

5.11.7. Sistema de corrent continua

Sistema de 24 Vcc

Cal un sistema auxiliar de 24 Vcc per alimentar els elements d'instrumentació i control que precisen aquesta tensió, com son convertidors de mesura, electrovàlvules, cabalímetres, i autòmats programables.

Per a això s'instal·larà 1 quadres amb una capacitat de 375 Ah i una autonomia de 10h equipats de bateries de Pb.

Els carregadors de bateries tindran alimentació des del quadre de serveis auxiliars de cogeneració.

Els equips s'ubicaran a la sala de control de la cogeneració i a la sala elèctrica de Mitja Tensió situada al CTI de la planta.

Sistema de 110 Vcc

Cal un sistema auxiliar de 110 Vcc per alimentar les maniobres de control en les cel·les de MT.

Per això s'instal·la 1 quadre amb una capacitat de 250Ah i una autonomia de 10h, equipats de bateries de Pb.

Els carregadors de bateries tindran alimentació des del quadre QGBT.

Els equips s'ubicaran a la sala elèctrica de Mitja tensió situada al CTI de la planta.

5.11.8. Sistema de força i enllumenat

Es procedirà ara a descriure el sistema d'il·luminació escollit per als interiors dels edificis.

ENLLUMENAT ORDINARI

Per a la il·luminació de treball s'instal·laran lluminàries adossades amb dos reflectors i dos tubs fluorescents.

Els nivells lumínics a les diferents estàncies estarà d'acord amb la següent taula:

Zona del lloc de treball.		Nivell mínim d'il·luminació (lux)
Zones on s'executin tasques amb:		
1)	Baixes exigències visuals	100
2)	Exigències visuals moderades	200
3)	Exigències visuals altes	500
4)	Exigències visuals molt altes	1.000
Àrees o locals d'ús ocasional		50
Àrees o locals d'ús habitual		100
Vies de circulació d'ús ocasional		25
Vías de circulación de uso habitual		50

Seguint aquest criteri, la il·luminació mínima a les diferents dependències serà:

Zona del lloc de treball.	Nivell mínim de il·luminació (lux)
Sala de motors	300
Sala elèctrica B.T.	500
Sala de 15 kV	500
Sala de control	500
Passadissos i escales	50

Taula 5-1 Diferents nivells d'il·luminació a la planta

ENLLUMENAT D'EMERGÈNCIA

S'instal·larà un sistema d'enllumenat que haurà d'actuar en cas d'absència de tensió d'alimentació de l'enllumenat ordinari o quan aquesta tensió descendeixi a un 70% del seu valor nominal.

Es disposarà de sistema d'il·luminació d'emergència en tots els recorreguts d'evacuació. La instal·lació serà fixa i estarà proveïda d'una font autònoma d'energia amb una autonomia mínima de 2 hores, que entrarà en funcionament automàticament al produir-se una fallada d'alimentació en la instal·lació d'enllumenat ordinari.

La instal·lació complirà les condicions de servei exigides per la normativa vigent. El sistema haurà de subministrar una il·luminació mínima de 10 lux en règim d'emergència i 1 lux en règim de senyalització.

PRESES DE FORÇA

S'instal·laran preses de força combinades de trifàsiques 3P + T (32A) i monofàsiques 2P + T (16A) de manera que qualsevol punt de la Central tingui una presa accessible a menys de 25 metres de distància.

5.12. Sistema de posada a terra

La instal·lació de posada a terra ha de complir les següents funcions:

- Protegir a les persones i als equips davant potencials perillousos.
- Proporcionar un camí a terra per a les intensitats originades per descàrregues atmosfèriques, per acumulació de descàrregues estàtiques o per defectes elèctrics d'aïllament.
- Referenciar el potencial del circuit respecte a terra.
- Facilitar als elements de protecció el rebuig de falta a terra.

La instal·lació de posada a terra pròpia de la Central s'efectuarà tendint una malla a terra amb conductor de coure nu de 50mm² directament soterrada a una profunditat de 0,8 m. La malla formarà una quadrícula de dimensions 5 x 5 metres.

Les retícules de la malla han de garantir que les tensions de pas i de contacte no superin els valors admesos pel vigent Reglament sobre Centrals Elèctriques, Subestacions i Centres de Transformació.

Els nuclis i neutres dels transformadors de serveis auxiliars així com els altres suports metàl·lics instal·lats es connectaran a aquesta malla general per mitjà de derivacions amb conductor de coure nu de 120 mm². De la mateixa manera es donarà terra a tots els altres elements metàl·lics que intervenen en la construcció.

Les pantalles dels cables de MT, les cabines de 15 kV, les cel·les de BT i els altres armaris es connectaran a terra a través de les línies de terra que es preveuran amb aquesta finalitat.

Les unions dels diferents trams de conductor de coure enterrat, les cruïlles en la malla i les connexions als diferents elements es realitzaran amb soldadura aluminotèrmica (tipus Cadweld). Les unions entre els conductors de coure en els trams a l'aire o les connexions als diferents aparells es realitzaran mitjançant connexions de compressió i petagues cargolades a les estructures.

Les posades a terra de servei següents es connecten a la instal·lació general de posada a terra:

- Neutres dels transformadors de potència
- Neutres dels transformadors de serveis auxiliars
- Circuits de BT dels transformadors de mesura
- Derivacions a terra dels seccionadors de posada a terra

SISTEMA DE PROTECCIÓ CONTRA SOBRETENSIONS ATMOSFÈRIQUES

A l'estar integrada la central de cogeneració en l'edifici existent de l'hospital el sistema de protecció de les instal·lacions de la central contra sobretensions atmosfèrica provocades per la caiguda de llamps serà el mateix que actualment està en funcionament a l'edifici hospitalari.

6. Disseny de la instal·lació de control.

6.1. Descripció de la instal·lació de control.

La instal·lació de control de la planta estarà dissenyada per a una operació fàcil, eficient i segura de la planta de cogeneració amb els seus sistemes elèctrics auxiliars associats.

El sistema de control permetrà operacions centralitzades de la planta des de la sala de control. La posada en marxa, aturada i selecció d'operació dels diferents sistemes es controla així mateix, des dels els controls locals de cada sistema.

Les alarmes dels sistemes auxiliars estaran connectades al sistema de control centralitzat. L'operació, control i monitorització de la planta es durà des d'un panell central i des de la interfície d'operador.

Les funcions bàsiques del Sistema de Control seran les següents:

- Operació i supervisió centralitzada dels diferents sistemes de la Central.
- Control directe de les instal·lacions.
- Prevenir la realització de maniobres no autoritzades.
- Reduir els costos de manteniment.
- Donar un fàcil reconeixement de les alarmes.
- Generar estadístiques d'operació i manteniment.
- Facilitar el manteniment preventiu i correctiu.
- Supervisió de la instal·lació mitjançant diagrames gràfics dinàmics.

La instal·lació de control serveix d'enllaç entre l'usuari final i el sistema. Es distingeixen cinc nivells dins de la instal·lació de control.

1- El més baix és el format pel propi sistema a controlar. Inclou tots els elements a controlar com:

- El motor de cogeneració.
- La màquina d'absorció.
- Les plantes refredadores auxiliars
- Ventiladors
- Bombes de circulació d'aigua.
- Vàlvules de tres vies i d'altres components motoritzats.

2- En el següent nivell es troben els actuadors i receptors distribuïts per tot el sistema, s'anomena nivell d'elements de camp.

3- El nivell immediatament superior és el format pels autòmats de control, encarregats de rebre, gestionar i enviar les senyals als elements de camp, s'anomena nivell d'elements de control.

4- El nivell superior es troba integrat per la gestió de tot el sistema i s'anomena nivell de gestió. Aquesta gestió la realitza un programa de control instal·lat a un ordinador del qual l'usuari podrà visualitzar i modificar les consignes que cregui oportunes per al funcionament de la planta.

5- El darrer nivell es troba format pel propi usuari que serà l'encarregat de fixar totes les consignes segons el seu criteri per tal de realitzar les proves.

6.2. Nivell de sistema

El nivell del sistema es troba format per tots els elements existents a la instal·lació que poden ser manipulats per tal de variar les condicions de treball la planta.

Element	quantitat	Control incorporat
Motor de Cogeneració	1	SI
Maquina d'absorció	1	SI
Refrededores Auxiliars	4	SI
Quadre de control de motors	3	NO
Vàlvula de tres vies	4	NO
Ventiladors de Sala	4	NO
Bombes de circulació d'aigua	14	NO

Taula 6-1 Elements del sistema de control regulables

Alguns dels elements referits a la Taula 6.1 incorporen el seu sistema de regulació propi, per tant no els hi cal un actuador; directament un element de control envia una senyal 0..10 Vcc o 4..20 mA de consigna. Aquests equips també mostren el seu estat a partir de sortides digitals que són recollides pels elements de control i plasmades al ordinador.

6.3. Nivell d'elements de camp

El nivell d'elements de camp compren tots els actuadors i receptors existents als diferents sistemes.

S'entén per actuator l'element que rep una consigna en forma de senyal i executa una acció sobre algun equip de la instal·lació per variar el seu comportament.

Un receptor és l'element que recull informació del sistema i el tradueix en forma de senyal cap als elements de control per tal de regular el sistema.

6.4. Nivell d'elements de control

Els elements de control són autòmats programables que controlen diferents tipus de senyals d'entrada i sortida. Són els encarregats de rebre la informació del sistema, realitzar la regulació i enviar les senyals als actuadors.

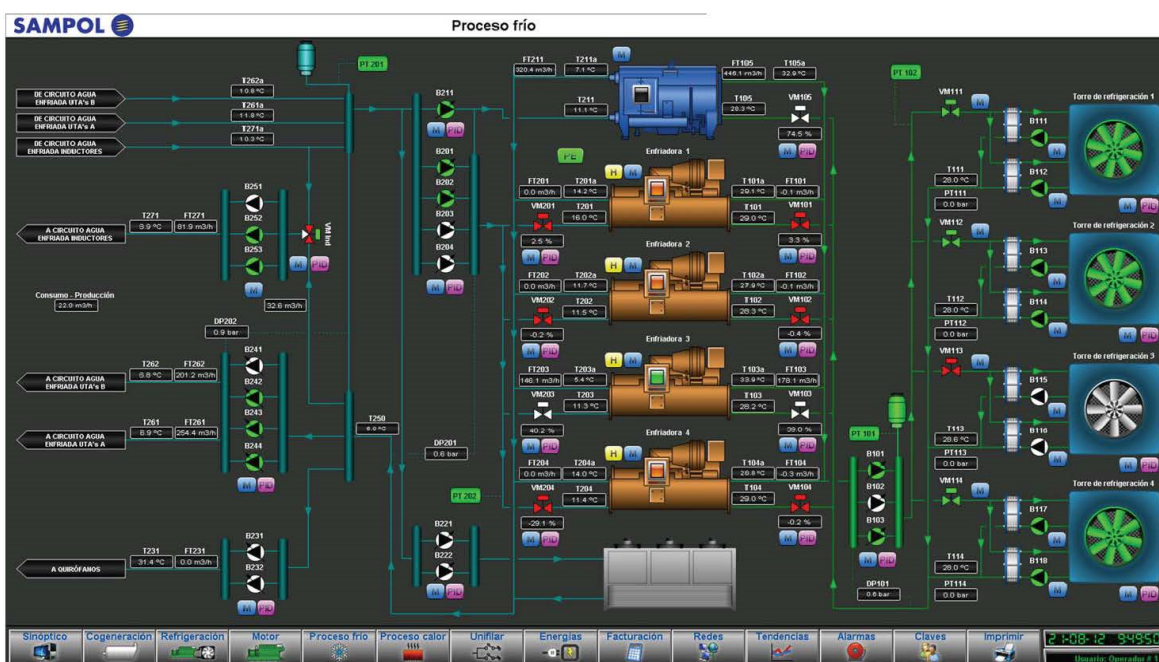
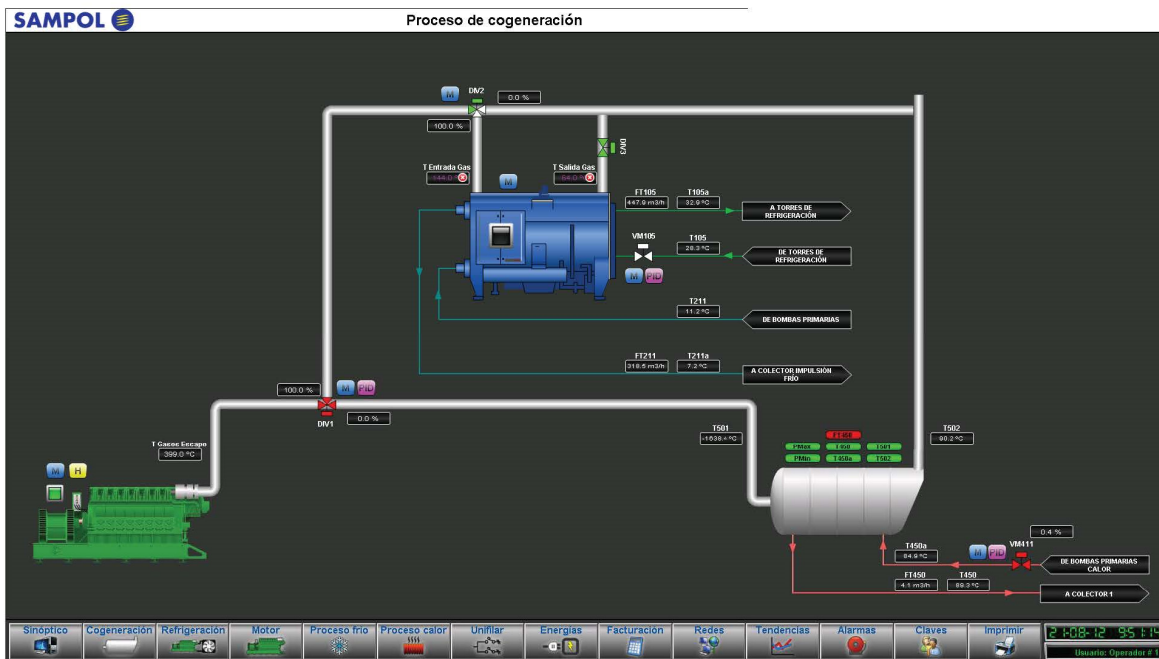
La regulació es troba realitzada a partir de les dades recollides del sistema, les consignes que marca el usuari des de l'ordinador i el programa intern carregat del propi autòmat.

La complexitat del sistema es troba en el nombre de senyals tant d'entrades com sortides a gestionar per part dels elements de control.

Els elements de control també recullen l'estat dels circuits elèctrics a través dels contactes auxiliars de les proteccions i l'estat de diferents equips (funcionament/aturat).

6.5. Nivell de gestió del sistema

El nivell de gestió del sistema es troba integrat per un ordinador de gestió. En aquest ordinador es troba instal·lat un paquet de software de supervisió en entorn Windows, amb presentació de valors a sobre d'esquemes de funcionament, gràfics dinàmics, gestió d'alarmes, gestió d'horaris, històric de dades i gestió de tipus d'usuari. També inclou un node de comunicació per a PC on s'integra el bus de comunicacions amb els autòmats de control i el bus de comunicació amb l'analitzador elèctric del quadre de potència. Des d'aquest ordinador es poden variar les regulacions programades als diferents autòmats. En cas de possible avaria del sistema de gestió, el quadre de control de la instal·lació incorpora una sèrie de selectors i potenciòmetres que permeten maniobrar el sistema de forma manual.



6.6. Nivell d'usuari

El nivell d'usuari és el nivell superior de tota la instal·lació de control. Compren als propis usuaris del sistema. Existeixen 3 tipus d'usuari segons les necessitats del sistema.

6.6.1. Usuari tipus manteniment

Aquest tipus de usuari només té permisos per visualitzar dades i aturar el sistema. Realitza les tasques de manteniment de la instal·lació i repara les avaries/alarmes que detecta a través del programa.

6.6.2. Usuari tipus operador de planta

Aquest tipus de usuari és el que monitoritza el funcionament de la planta. Té permisos per aturar o engegar els sistemes, variar consignes i modes de funcionament, enregistrar i visualitzar històrics.

6.6.3. Usuari tipus administrador

Aquest usuari és el de nivell superior i té els mateixos permisos que l'anterior i a més pot reprogramar els autòmats si ho considera necessari o si es varia el sistema.

7. Planificació del projecte.

El termini estimat per a l'execució d'aquest Projecte és de 3,5 mesos, d'acord amb el programa següent:

TASQUES	MESOS																
	1				2				3				4				
	SETMANES																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Obra civil (adequació edifici existent)	■	■	■														
Muntatge del grup moto generador						■	■										
Muntatge d'equips i sistemes elèctrics						■	■	■	■	■							
Muntatge d'equips i sistemes mecànics	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
Proves individuals equips i sistemes									■	■	■	■	■				
Proves en tensió													■				
Posada en servei comercial														■			

8. Pressupost.

PRESSUPOST DEL PROJECTE				
Nº Ordre	Descripció	Unitats	Unitari	Total €
1	GRUP COGENERACIÓ			
	Motor cogeneració			
1.1	Grup cogenerador 3,3 Mwe	1	1.177.050	1.177.050
	Aerorefrigeradores			
1.2	AT	1	16.107	16.107
1.3	BT	1	12.762	12.762
	Caldera Recuperació de Calor 1534 kWc			
1.4	Caldera i complements (valvuleria aïllament ...)	1	76.075	76.075
2	TORRES DE REFRIGERACIÓ			
	Torres de refrigeració tancades			
2.1	Torres	1	433.650	433.650
3	REFREDADORES			
	Refredadores refrigerades per aigua			
3.1	Refredadora refrigerada per aigua de 1300 kWf	4	107.155	428.620
3.2	Màquina d'absorció 1.980 kWf	1	185.850	185.850
4	XARXA CANONADES D'AIGUA CALENTA			
4.1	Muntatge mecànic (canonades i suportació)	1	322.140	322.140
4.2	aïllament	1	43.365	43.365
5	SISTEMES ELÈCTRIC			
5.1	Transformador elevador 4,5 MVA 6,3/15 kV sec	1	92.925	92.925
5.2	Conjunt de cabines 24kV de generació	1	55.755	55.755
5.3	Safates, canalitzacions a l'aire i cables BT	1	9.293	9.293
5.4	Sistema de posada a terra	1	12.390	12.390
5.5	Cables, terminals, connectors i esteses en MT	1	61.950	61.950
5.6	quadre BT	1	74.340	74.340
	Interconnexió elèctrica amb Endesa			
5.7	Cabines 24kV per interconnexió amb Endesa	1	73.411	73.411
5.8	Equip de teledispar Endesa	1	55.755	55.755
5.9	Equip de telemesura Endesa	1	3.098	3.098
5.10	Armari de telecomandament Endesa	1	15.488	15.488
5.11	Armari de comptadors i comptador-registrador	1	6.195	6.195
6	OBRA CIVIL			
6.1	Obra Civil cogeneració	1	47.082	47.082
6.2	Obra Civil interconnexió elèctrica	1	19.205	19.205
7	ENGINYERIA			
7.1	Enginyeria projecte	1	74.340	74.340
8	SISTEMA DE CONTROL			
8.1	Instrumentació	1	275.375	275.375
8.2	Control de procés	1	207.438	207.438
TOTAL PRESSUPOST EXECUCIÓ SENSE IVA (€):				3.779.656

9. Estudi de l'impacte ambiental.

La Unió Europea subratlla la conveniència de la utilització de la cogeneració i d'altres tecnologies d'alta eficiència per tal d'aconseguir els objectius marcats a la Directiva 2009/29/CE. Aquestes tecnologies han de jugar un paper clau en la política energètica comunitària i és per això que la Comissió els hi donarà suport.

Des d'un punt de vista mediambiental, la cogeneració es troba en una posició favorable respecte les solucions convencionals de producció d'energia. En aquest sentit, aquesta tecnologia redueix el consum d'energia primària i les emissions de gasos contaminants. A més, la contaminació acústica està perfectament controlada i els residus generats són mínims.

Així doncs, la cogeneració és una tecnologia d'alta eficiència que permet la producció d'energia, tan tèrmica com elèctrica, amb un consum de combustible sensiblement inferior al que es requeriria amb una solució convencional. Així doncs, la cogeneració permet obtenir un estalvi d'energia primària i, per tant, una reducció d'emissions de gasos contaminants.

En el cas concret de la planta de cogeneració estudiada, el combustible utilitzat és el gas natural que es tracta d'un combustible que emet molt pocs gasos contaminants a l'atmosfera, amb molt baixos continguts d'òxids de nitrogen. Principalment els gasos contaminants emesos a l'ambient són el diòxid de carboni.

Els problemes de soroll pràcticament no existeixen ja que la planta estarà ben aïllada dins l'edifici on s'ubica.

Els únics residus rellevants que genera la planta són l'oli de lubricació que és confinat en dipòsits i retirat per empreses especialitzades que ho tracta posteriorment segons la normativa vigent.

9.1. Càlcul de l'estalvi d'energia primària

La cogeneració aporta, entre d'altres avantatges, estalvi d'energia primària, fet clau per a la política energètica del país per tal de complir amb els requisits marcats per la Comissió en la Directiva 2009/29/CE.

Per a fer el càlcul de l'estalvi d'energia primària s'utilitzarà l'equació descrita a la Directiva 2004/8/CE que és la mateixa fórmula que està present a la Guia Tècnica per a la Mesura i Determinació del Calor Útil. En aquesta Guia presenta un mètode de càlcul de la calor útil de cogeneració, electricitat de cogeneració i estalvi d'energia primària.

$$PES = \left[1 - \frac{1}{\frac{\rho_e}{Re_{fe}} + \frac{\rho_t}{Re_{fH}}} \right] \cdot 100$$

On:

PES: Estalvi d'energia primària, en %.

ρ_e : Rendiment elèctric de la instal·lació.

ρ_t : Rendiment tèrmic de recuperació de la instal·lació.

Re_{fe} : Rendiment elèctric de referència.

Re_{fH} : Rendiment tèrmic de referència.

Els valors dels rendiments de referència per aquest tipus d'instal·lació son:

- $Re_{fe} = 49,58\%$
- $Re_{fH} = 90\%$

Del apartat 4.1 tenim els resultats del rendiments elèctrics i tèrmics de la nostra instal·lació:

- $\rho_e = 42\%$
- $\rho_t = 24,92\%$

Aplicant aquests valors a l'equació inicial, es calcula que la planta de cogeneració ha tingut un estalvi d'energia primària del **11,03%**. D'aquesta manera, tal i com es marca a la Guia Tècnica per a la Mesura i Determinació del Calor Útil la planta de cogeneració és una instal·lació d'alta eficiència, doncs l'estalvi d'energia primària és superior al 10%.

9.2. Estalvi d'emissions CO₂

Pel càlcul d'estalvis d'emissions de CO₂ s'agafa com a referència la situació convencional, és a dir, per la generació tèrmica les actuals calderes de gas de l'Hospital i per la generació elèctrica a partir d'un cicle combinat.

El factor de conversió de gas natural i tones de CO₂ emeses que s'ha utilitzat en el present càlcul correspon al publicat en l'informe de Gasos d'Efecte Hivernacle, i és el següent:

Factor conversió: **0,1814 tCO₂/MWh_{PCS}**

Les equacions utilitzades en el càlcul de les emissions de CO₂ que s'emetrien en la cogeneració i en la situació convencional per a una determinada generació de calor i electricitat s'adjunten a continuació:

Emissions CO₂ situació convencional

Generació Tèrmica

$$CO_2 = \frac{Calor}{\rho_{caldera} \cdot 0,9} \cdot 0,1814$$

Generació Elèctrica

$$CO_2 = \frac{Electricitat}{\rho_{cc} \cdot 0,9} \cdot 0,1814$$

Emissions CO₂ cogeneració

$$CO_2 = \text{Consum GN} \cdot 0,1814$$

On:

CO₂: tones de diòxid de carboni emeses.

Calor: calor recuperat amb la planta de cogeneració.

Electricitat: electricitat neta generada amb la planta de cogeneració.

ρ_{caldera} : Rendiment tèrmic mig de les calderes actuals de l'Hospital.

ρ_{cc} : Rendiment elèctric típic d'un cicle combinat.

0,9: factor de conversió PCI-PCS.

Consum GN: consum de gas natural de la planta de cogeneració.

La diferència entre la suma de les emissions de la situació convencional i les emissions en la cogeneració és l'estalvi d'emissions de CO₂ obtingut amb la nova planta estudiada.

ESTALVI D'EMISSIONS DE CO ₂ - PLANTA DE COGENERACIÓ 3.354kWe			
Hores de funcionament	[h/any]	3.824	8.040
PLANTA DE COGENERACIÓ			
Calor recuperat	[MWhc]	7.612	14.212
Electricitat neta generada	[MWh _e]	12.441	26.157
Gas Natural consumit	[MWh _{pcs}]	39.246	72.013
Emissions CO ₂	[tCO ₂]	7.119	13.063
SITUACIÓ CONVENCIONAL			
Calderes aigua calenta			
Calor produït	[MWhc]	7.612	14.212
Rendiment tèrmic		90%	90%
Gas Natural consumit	[MWh _{pcs}]	9.398	17.546
Emissions CO ₂	[tCO ₂]	1.705	3.183
Central Cicle Combinat + Distribució			
Electricitat produïda	[MWh _e]	12.441	26.157
Rendiment elèctric		42,0%	42,0%
Gas Natural consumit	[MWh _{pcs}]	32.913	69.199
Emissions CO ₂	[tCO ₂]	5.970	12.553
Total Emissions CO ₂ (Sit Conv.)	[tCO ₂]	7.675	15.735
Estalvi emissions	[tCO₂]	556	2.672

Il·lustració 9-1 Estalvis de CO₂ de la Planta de Cogeneració

Com es pot observa a la figura anterior la instal·lació de la planta de cogeneració seleccionada suposa un estalvi d'energia primària i emissions de CO2.

Conclusions

La planta de cogeneració que s'ha dissenyat té com a finalitat millorar el sistema de producció d'energia tèrmica de l'edifici hospitalari objecte d'aquest projecte. Aquest objectiu es compliria tan sols substituint les màquines refredadores antigues, amb un coeficient de recuperació tèrmica (COP) molt baix, del ordre de 1,5 per les noves màquines refredadores que s'han instal·lat, amb un COP superior a 5. Però, a demès de tenir un bon rendiment, la planta de cogeneració estalvia energia primària al conjunt del sistema nacional ja que al aproximar la generació de energia als punts de consum es redueix el percentatge de pèrdues degudes al transport i la distribució elèctrica, a demès permet aprofitar els calors residuals del procés de generació. En el nostre cas tenim un estalvi d'energia primària del 11% com es reflexa al punt 9 d'aquesta memòria.

La cogeneració a petita escala és una tecnologia madura que es pot integrar perfectament a sistemes que demanden energia tèrmica d'una manera constant. Com és el cas d'aquest projecte. Un edifici hospitalari que té una demanda de calor i fred bastant estable al llarg de tot l'any.

Un altre tema és la viabilitat econòmica d'aquests sistemes de producció. Lo lògic seria que un sistema que estalvia energia primària al sistema nacional i que és més eficient que els sistemes convencionals tingués una viabilitat econòmica assegurada. Un marc regulador clar i fiable és necessari perquè aquests tipus de projectes puguin dur-se a terme.

En el cas d'aquest projecte la viabilitat econòmica ha estat possible perquè s'ha construït sota el RD661 amb una retribució a la producció d'energia elèctrica suficient per fer front a la forta inversió que suposa la construcció d'una planta d'aquestes característiques. Però l'actual RD413-2014 fa inviables aquests tipus de plantes a Espanya. Per altre banda a altres països aquesta tecnologia està creixent constantment i cada vegada són més els consumidors de calor que opten per instal·lar un sistema de cogeneració per fer més eficient el seu procés productiu.

Com a recomanacions proposades per accions futures són el disseny i implantació d'un sistema de refredament dels circuits de convecció de les màquines refredadores basat en l'aprofitament de l'aigua subterrània (Geotèrmia). Aquest sistema estalviaria molta aigua al actual procés que utilitza torres de refrigeració i a demès estalviaria moltes hores de manteniment d'aquestes torres.

Agraïments

Vull agrair la realització d'aquest projecte al seu director Daniel Montesinos. Que gràcies als seus valuosos consells, al llarg dels anys... i ànims ha estat possible completar aquesta darrera etapa de la titulació.

També voldria agrair de forma especial a la meva empresa SAMPOL, i a totes les persones que la formen, que hagi confiat amb mi tots aquests anys. Les empreses son fonamentalment persones que ajunten forces i coneixements per assolir reptes.

Finalment vull agrair a la meva Família la paciència que han tingut tot aquest temps. Nomes ells saben el que suposa acabar aquesta etapa per a mi.

Bibliografia

Totes les dades de fabricants, manuals d'us, gràfiques i esquemes que apareixen en aquest document són de lliure publicació i accés o han estat cedides gratuïtament pel propi fabricant.

Referències bibliogràfiques

- [1] Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión. Aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.
- [2] Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Aprobado por Real Decreto 3.275/1982, de 12 noviembre, B.O.E. 01-12-1982.
- [3] Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Reál Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, B.O.E. 25-10-1984
- [4] Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica
- [5] Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial
- [6] Guía Técnica para la Medida y Determinación del Calor Útil, de la Electricidad y del Ahorro de Energía Primaria de Cogeneración de Alta Eficiencia
- [7] Real Decreto 1747/2003 de 19 de Diciembre por el que se regulan los sistemas eléctricos insulares y extra peninsulares (SEIE)
- [8] Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba en Reglamento Eléctrico de Baja Tensión
- [9] Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación
- [10] Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT-01 a 09
- [11] Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales
- [12] Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios, aprobado por Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre
- [13] Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación

- [14] Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero
- [15] Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos
- [16] Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera
- [17] Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación
- [18] Resolución de 14 de diciembre de 2009 de la Directora General de Energía, por la que se aprueba a la empresa Endesa Distribución Eléctrica SLU el procedimiento para la conexión de productores en régimen especial en las Islas Baleares
- [19] Ley 6/2007, de 27 de diciembre, de medidas tributarias y económico-administrativas
- [20] Ley 1/2007, de 16 de marzo, contra la contaminación acústica de las Islas Baleares
- [21] Ley 25/2006, de 27 de diciembre, de medidas tributarias y administrativas
- [22] Ley 16/2006, de 17 de octubre, de Régimen jurídico de las licencias integradas de actividad de las Islas Baleares
- [23] Ley 11/2006 de 14 de septiembre, de evaluación de impacto ambiental y evaluaciones ambientales estratégicas en las Islas Baleares
- [24] Ley 3/2005, de protección del medio nocturno de las Islas Baleares
- [25] Decreto 21/2000 de 18 de febrero por el que se aprueba el Plan Director Sectorial para la Gestión de los Residuos de Mallorca
- [26] Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Palma de Mallorca para la protección del medio ambiente contra la contaminación por ruidos y vibraciones

Bibliografia complementària

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del sector eléctrico.
- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero
- Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera
- Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación
- Resolución de 14 de diciembre de 2009 de la Directora General de Energía, por la que se aprueba a la empresa Endesa Distribución Eléctrica SLU el procedimiento para la conexión de productores en régimen especial en las Islas Baleares
- Ley 6/2007, de 27 de diciembre, de medidas tributarias y económico-administrativas
- Ley 1/2007, de 16 de marzo, contra la contaminación acústica de las Islas Baleares
- Ley 25/2006, de 27 de diciembre, de medidas tributarias y administrativas
- Ley 16/2006, de 17 de octubre, de Régimen jurídico de las licencias integradas de actividad de las Islas Baleares
- Ley 11/2006 de 14 de septiembre, de evaluación de impacto ambiental y evaluaciones ambientales estratégicas en las Islas Baleares
- Ley 3/2005, de protección del medio nocturno de las Islas Baleares
- Decreto 21/2000 de 18 de febrero por el que se aprueba el Plan Director Sectorial para la Gestión de los Residuos de Mallorca
- Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Palma de Mallorca para la protección del medio ambiente contra la contaminación por ruidos y vibraciones
- Real Decret Llei 1/2012, de 27 de Gener, per la que es procedeix a la suspensió dels procediments de preassignació de retribució i a la supressió dels incentius econòmics per a noves instal·lacions de producció d'energia elèctrica a partir de cogeneració, fonts d'energia renovable i residus.
- Directiva 2009/29/CE del Parlament Europeu per la que es modifica la Directiva 2003/87/CE per a perfeccionar i ampliar el règim de comerç de drets d'emissió de gasos amb efecte d'hivernacle.
- Directiva 2004/8/CE del Parlament Europeu i del Consell relativa al foment de la cogeneració sobre la base de demanda de calor útil en el mercat interior de l'energia.
- Llei 1/2005, de 9 de Març, per la que es regula el règim de comerç de drets d'emissió de gasos amb efecte d'hivernacle.
- Directiva 2004/8/CE del Parlament Europeu i del Consell relativa al foment de la cogeneració sobre la base de demanda de calor útil en el mercat interior de l'energia.
- Llei 1/2005, de 9 de Març, per la que es regula el règim de comerç de drets d'emissió de gasos amb efecte d'hivernacle.
- Llei 13/2010, de 5 de Juliol, per la que es modifica la Llei 1/2005, de 9 de Març, per la que es regula el règim de comerç de drets d'emissió de gasos amb efecte

d'hivernacle, per a perfeccionar i ampliar el règim general de comerç de drets d'emissió i incloure l'aviació en el mateix.

- "Pla d'Energies Renovables (PER) 2011-2020" Institut per a la diversificació i l'estalvi d'energia – IDAE 2011.
- "Pla d'Energies Renovables a Espanya (PER) 2005-2010" Institut per a la diversificació i l'estalvi d'energia – IDAE 2008.
- "Pla d'Acció Nacional d'Energies Renovables d'Espanya (PANER) 2011-2020" Institut per a la diversificació i l'estalvi d'energia – IDAE 2010.
- "Anàlisis del potencial de cogeneració d'alta eficiència a España 2005-2010-2020" Institut per a la diversificació i l'estalvi d'energia – IDAE 2007.

Programes informàtics

- Microsoft Office 2013 - Word
- Microsoft Office 2013 - Excel
- AutoCAD 2013

