



**EPS**

Escola Politècnica  
Superior

## Projecte/Treball Fi de Carrera

**Estudi:** Enginyeria Tècn. Ind. Mecànica. Pla 2002

**Títol:** Instal·lació d'un parc eòlic de microgeneració juntament amb l'enllumenat d'una via pública

**Document:** 1 Memòria

**Alumne:** Gerard Ferrer Gómez

**Director/Tutor:** Jordi Comas

**Departament:** Eng. Mecànica i de la Construcció Industrial

**Àrea:** EC

**Convocatòria** (mes/any): Setembre 2013

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓ</b>	<b>4</b>
1.1	ANTECEDENTS	4
1.2	OBJECTE	5
1.3	ESPECIFICACIONS I ABAST	5
1.4	DADES GENERALS DEL PROJECTE I IDENTIFICACIONS	6
<b>2</b>	<b>SUPORT DE LES LLUMINÀRIES</b>	<b>6</b>
2.1	GENERALITATS	6
2.2	CONDICIONS AMBIENTALS	7
2.3	ESPESSOR I PES	8
2.4	IMPLANTACIÓ DE LES COLUMNES	8
2.5	COLUMNA	8
2.6	BRAÇ DE LA FAROLA	9
2.7	ACOBAMENT DE LES LLUMINÀRIES	9
2.8	ARMARI DE LA FAROLA	9
2.9	TOLERÀNCIES	10
2.10	PINTURA	10
2.11	CAMÍ DELS CABLES ELÈCTRICS	10
2.12	GRAU DE PROTECCIÓ	11
<b>3</b>	<b>INSTAL·LACIONS ELÈCTRIQUES</b>	<b>11</b>
3.1	GENERALITATS	11
3.2	CLASSIFICACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA	12
3.3	ESCOMESA	13
3.4	CAIXA DE PROTECCIÓ I MESURA (CPM)	13
3.5	QUADRE GENERAL DE PROTECCIÓ I COMANDAMENT	14
3.6	INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTÈNCIA (ICP-M)	15
3.7	INTERRUPTOR DE GENERAL D'ALIMENTACIÓ (IGA)	15
3.8	LÍNIES ELÈCTRIQUES I CANALITZACIONS	15
3.9	INSTAL·LACIÓ INTERIOR DELS SUPORTS DE LES LLUMENERES	17
3.10	IDENTIFICACIÓ DE CONDUCTORS:	18
3.11	POTÈNCIA	18
3.11.1	Potència instal·lada	18
3.11.2	Potència pel càlcul de les línies elèctriques	19
3.11.3	Potència a contractar	19
3.12	PROTECCIONS	19

3.12.1	Protecció contra sobrecàrregues i curt circuit .....	19
3.12.2	Protecció contra sobretensions .....	20
3.12.3	Protecció contra contactes directes .....	20
3.12.4	Protecció contra contactes indirectes .....	21
3.13	SISTEMA D'ENCESA I REDUCCIÓ DE NIVELL .....	21
3.14	POSADA A TERRA .....	21
3.14.1	Instal·lació d'il·luminació.....	21
3.15	INSTAL·LACIÓ DE GENERACIÓ .....	22
3.15.1	Proteccions mínimes a disposar en la instal·lació de generació .....	22
3.15.2	Posada en servei de la estació de microgeneració.....	23
<b>4</b>	<b>MATERIAL.....</b>	<b>23</b>
4.1	LLUMINÀRIES CARANDINI QSA-10L 150 W .....	23
4.2	AEROGENERADOR UGE-4K .....	24
4.3	RECTIFICADOR PVI-7200-WIND-INTERFACE .....	27
4.4	INVERSOR EÒLIC AURORA PVI-4.2-TL-OUTD-W .....	28
<b>5</b>	<b>RESUM DEL PRESSUPOST .....</b>	<b>29</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONS.....</b>	<b>30</b>
<b>7</b>	<b>RELACIÓ DE DOCUMENTS .....</b>	<b>31</b>
<b>8</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>31</b>

## 1 INTRODUCCIÓ

### 1.1 Antecedents

El model del sistema producció i de distribució de l'energia elèctrica actual esta dissenyat de manera en que la generació majoritària de l'energia elèctrica es fa en llocs molt allunyats del punts de consum. La producció d'energia elèctrica realitzada en les centrals nuclears, hidroelèctriques, tèrmiques, en els cicles combinats i també les de les energies renovables com son les de grans àrees de camps fotovoltaics, i els grans aerogeneradors, comporta que per efectuar el transport i distribució d'aquesta energia, es tinguin que construir unes grans infraestructures i que en els diversos processos és produeixin pèrdues d'energia, ja sigui en els processos de transformació del voltatge o per l'efecte joule en els conductors de les línies elèctriques de distribució i transport.

En les ciutats i en els polígons industrials, que son els punts habituals de major concentració de consum elèctric, en els últims temps s'han construït moltes instal·lacions de generació fotovoltaica de no excessiva potencia, que habitualment solen estar ubicades en les teulades de les naus industrials i dels immobles, si be que aquesta generació feta en baixa tensió (BT) es fa molt propera al punt de consum i comporta que no hi hagin gaires pèrdues per la transformació del voltatge i menors també per l'efecte joule en els conductors, aquest sistema de generació té l'inconvenient de no assegurar la continuïtat del servei depenen de la climatologia i de les hores disponibles de radiació solar.

La generació eòlica en grans aerogeneradors és mes regular en el seu funcionament i pràcticament en molts pocs casos és pot veure interrompuda, ja sigui per la manca de vent, molt poc habitual ja que s'instal·len en llocs estratègics, o per grans tempestes que tinguin vents huracanats; els inconvenients que presenten son l'impacte ambiental visual i el que puguin representar en les rutes de les aus i que també tenen associades les pèrdues energètiques derivades de la transformació del voltatge i del transport i distribució de l'energia fins els llocs de consum.

Últimament en el mercat hi ha disponibles petits aerogeneradors d'eix vertical que tenen un important rendiment energètic i unes potencies suficients per poder subministrar energia elèctrica a una vivenda unifamiliar amb un impacte visual força reduït.

En aquest projecte és proposa la utilització d'aquest tipus d'aerogenerador dissenyant una farola que permeti a part de la instal·lació de les lluminàries necessàries per fer la funció d'il·luminar la via pública, també permeti el suport d'un aerogenerador de 4 kW, per ser instal·lades aquestes faroles en grans avingudes i passeigs dels nuclis urbans. Aquest acostament de la producció energètica als punts de consum permetrà també minimitzar les pèrdues d'energia derivades del transport i la transformació del voltatge, iniciant un model energètic de generació mes distribuïda de la electricitat.

## **1.2 Objecte**

L'objecte del present projecte és realitzar la instal·lació d'enllumenat per a un tram de l'autovia de Palafrugell a Calella de Palafrugell, aquesta instal·lació també disposarà d'una instal·lació de microgeneració. On a cada farola s'hi acoblarà un aerogenerador d'eix vertical de 4 kW per a la producció d'energia elèctrica.

Cóm que no es disposa de faroles prefabricades que compleixin aquesta funció de suport per a lluminàries i un aerogenerador, en el present projecte també es procedirà al disseny de la farola.

L'actuació prevista en aquest projecte és la instal·lació de 12 faroles de nou disseny amb un aerogenerador d'eix vertical acoblat a cada farola, en el espai de la mitjana de l'autovia.

## **1.3 Especificacions i abast**

La zona d'actuació esta situada en el terme municipal de Palafrugell, la instal·lació de les faroles amb els aerogeneradors incorporats s'iniciarà a partir de la rotonda d'inici de l'autovia a Calella de Palafrugell.

La zona es troba urbanitzada i disposa d'instal·lacions del servei de distribució d'energia elèctrica de baixa tensió soterrades de la companyia ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÈCTRICA, a on és connectarà l'escomesa de la instal·lació per evacuar l'energia produïda en els aerogeneradors i alimentar la instal·lació d'enllumenat públic si s'escau.

La tensió de la xarxa elèctrica de baixa tensió de la companya distribuïdora d'electricitat ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA és de 400 volts entre fases i 230 volts entre fase i neutre amb una freqüència de 50 Hz.

L'abast del present projecte es el disseny i el càlcul estructural dels suports de les faroles, també inclou les instal·lacions elèctriques fins la Caixa de Protecció i Mesura (CPM) dels equips de generació i conversió de la tensió i de les instal·lacions de l'enllumenat públic dels vials inclosos els càlculs lumínics.

#### **1.4 Dades generals del projecte i identificacions**

Promotor del projecte:

Nom:	Ajuntament de Palafrugell
Adreça:	Carrer Cervantes 16
Municipi:	17200 Palafrugell
Telèfon:	972 613 100

Emplaçament de la instal·lació:

Adreça:	Avinguda del Mar s/n	
Municipi:	17200 Palafrugell	
Coordenades UTM:	(X) 515640,6	(Y) 4638219,9 31N / ED50

## **2 SUPORT DE LES LLUMINÀRIES**

### **2.1 Generalitats**

El suport de la lluminària, s'ajusta a la normativa vigent RD 2642/85, el RD 401/89 i la OM de 16/05/89, seran materials resistents a les accions de la intempèrie o estaran degudament protegits contra elles, no permeten la entrada d'aigua de pluja ni la acumulació d'aigua de condensació. Els suports, els seus ancoratges i cimentacions, es dimensionaran de forma que resisteixin les sol·licitacions mecàniques, particularment tenint en compte l'acció del

vent, amb un coeficient de seguretat no inferior a 2,5, considerant les lluminàries completa instal·lades en el suport.

Els ancoratges que ho requereixin hauran de tenir una obertura de dimensions adequades al equip elèctric per accedir als elements de protecció i maniobra, la part inferior de l'obertura estarà situada, com a mínim a 0,30 m de la base i estarà dotada de una porta o trapa amb grau de protecció IP44 segons la UNE 20324 (EN 60529) i IK10 segons UNE-EN 50102. La porta o trapa només es podrà obrir mitjançant l'ús de utilitatges especials i disposaran de un born de terra quan sigui metàl·lica.

Quan per la seva situació o dimensions les columnes fixades o incorporades a obres de fabrica no permetin la instal·lació dels elements de protecció i maniobra en la base, podran col·locar-se en la part superior, en un lloc apropiat o en l'interior de la obra de fabrica.

## 2.2 Condicions ambientals

Els postes metàl·lics seran utilitzats com a suport per un aerogenerador UGE-4K i dos lluminàries per una instal·lació d'enllumenat públic, sota les següents condicions.

<b>Característiques ambientals</b>	
Altura sobre el nivell del mar	20 m
Ambient	Mediterrani
Humitat	Humitat superior al 80 %
Temperatura màxima i mínima	30,6 °C 1,8 °C
Promig de temperatura	15,5 °C
Instal·lació	A la intempèrie

### **2.3 Espessor i pes**

Els espessors de les parets es prendran en funció de l'altura i el diàmetre de la columna, número de aparells de il·luminació a instal·lar, així com la superfície al vent dels mateixos i la pròpia columna, segons la norma UNE-EN 40-5:2003.

L'espessor de la paret, de les columnes serà com a mínim de 12 mm a la base i de 10 mm en el fust i en el seu disseny es procurarà evitar canvis bruscos de secció i que els angles sortints siguin molt aguts. L'espessor mínim s'ha de complir a totes les parts de les parets de la columna.

En la zona crítica de l'ancoratge o la placa base de les columnes, que suporten esforços de flexió, es reforçarà l'espessor de la placa o bé es preveuran cartabons, o les dues solucions a la vegada.

L'espessor de la placa d'ancoratge serà un 30 – 50 % superior a l'espessor de la base de la columna arrodonint a l'alça. En cap cas però, l'espessor de la placa d'ancoratge serà inferior 25 mm.

### **2.4 Implantació de les columnes**

Les columnes es subjectaran a traves de 12 barres de ferro corrugat amb 22 mm de diàmetre amb rosca M22 embotides en la sabata de formigó de la cimentació detallat en el plànol de cimentacions.

### **2.5 Columna**

Les columnes seran del tipus i de les dimensions especificades als plànols i construïdes en planxa d'acer galvanitzat sense soldadures transversals.

A l'extrem inferior se soldarà la placa d'ancoratge, de les dimensions especificades als plànols, i dotada d'un cercol exterior de reforçament.



A l'extrem superior se soldarà la placa d'ancoratge, de les dimensions especificades als plànols, i dotada d'un cercol exterior de reforçament per subjectar l'aerogenerador.

La columna disposarà d'un forat especificat en els plànols per els cables que van a l'aerogenerador i a les llumeneres. Aquest forat disposarà d'una goma per evitar el desgast dels cables

## **2.6 Braç de la farola**

El braç de la farola serà el detallat en el plànol numero 7, i estarà unit a la columna a través de una unió cargolada de 4 cargols amb rosca M15, disposarà d'una junta d'estanqueïtat.

## **2.7 Acoblament de les lluminàries**

Les dimensions de l'acoblament de les lluminàries són les especificades per el fabricant de les lluminàries detallades en el plànol numero 7:

$$l_2 = 110 \text{ mm}$$

$$d_2 = 62 \text{ mm}$$

La tolerància de la longitud de la fixació de la lluminària  $l_2$  ha de ser de  $\pm 2$  mm.

La tolerància del diàmetre de les fixacions de la lluminària  $d_2$  ha de ser de  $\pm 2$  %.

## **2.8 Armari de la farola**

L'armari de la farola serà el detallat en el plànol numero 10, format per xapa de 4 mm d'alumini pregada i soldada elèctricament a base de fil continu en aportació, sota atmosfera inerta. Unida al terra mitjançant unions cargolades M15. La tapa superior partida en dos que es soldarà en el seu muntatge amb una junta de plàstic.

Disposarà d'una junta d'estanqueïtat per el perfecte tancament de portes i entre la tapa superior la columna.

Per poder subjectar l'armari al terra, s'ha de fer un paviment extra de 0,3 x 1,6 m detallat en el plànol numero 5 de la cimentacions.

A l'interior de l'armari, uns suports de tub quadrat de 30x30 mm i 2 mm de espessor soldats a una xapa de 3 mm per acoblar els aparells.

## **2.9 Toleràncies**

La tolerància de la longitud total de la columna és de  $\pm 1,2\%$ .

Per a una columna amb placa d'ancoratge, l'angle entre l'eix vertical de la columna i l'eix perpendicular al pla de la placa d'ancoratge no pot ser superior a  $1^\circ$ .

La tolerància de la circumferència de la columna ha de ser de  $\pm 1\%$ . La tolerància en la desviació de la forma de la secció transversal circular ha de ser de  $\pm 3\%$  del diàmetre calculat a partir de la circumferència mitjana.

## **2.10 Pintura**

El recobriments dels pals ha de ser:

- Per a la pintura general del pal en tota la longitud, s'utilitzés fons anticorrosiu, el gruix mínim serà de 100 micres.
  
- Per al recobriments de la longitud d'encastament (base) s'utilitza pintura bituminosa o brea. El gruix mínim serà de 300 micres.
  
- Quan el recobriments sigui per galvanitzat en calent, el gruix mínim d'aquesta capa serà de 100 micres.

## **2.11 Camí dels cables elèctrics**

El camí dels cables elèctrics des de la base fins a l'acoblament de la lluminària, han de tenir un diàmetre superior o igual a 18 mm.

Els camins dels cables, des de la ranura d'entrada dels mateixos fins el compartiment de base, han de tenir un diàmetre de contenció superior o igual a 50 mm.

Tots els camins dels cables han de ser llisos i lliures de obstruccions, sense arestes afilades, rebaves o superfícies aspres que puguin causar abrasió al cable

## **2.12 Grau de protecció**

Les parts situades per sobre del terra, inclosa la porta, han de estar conformes als següents graus de protecció de la Norma Europea EN 60529.

- Fins a 2,5 m per sobre del terra: IP 3X
  
- Més de 2,5 m per sobre del terra: IP 2X

## **3 INSTAL·LACIONS ELÈCTRIQUES**

### **3.1 Generalitats**

Les instal·lacions elèctriques seran noves i executades segons les prescripcions del vigent Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió i en particular de la ITC-BT-09 d'instal·lacions d'enllumenat exterior i de la ITC-BT-40 d'instal·lacions generadores de baixa tensió.

L'energia elèctrica serà subministrada i/o rebuda per la xarxa de Baixa Tensió de l'empresa distribuïdora ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, amb tensió trifàsica a 400 V/230 V - 50 Hz. Mitjançant la instal·lació d'enllaç i un equip de comptatge bidireccional.

Per al dimensionat de les línies que alimenten els punts de llum, es considerarà un factor de correcció de 1,8.

Tots els punts de llum disposaran de correcció del factor de potència individual, fins a un valor major o igual a 0,90.

La màxima caiguda de tensió, des de qualsevol punt de la instal·lació d'enllumenat públic a l'origen serà menor o igual al 3%. A la taula dels resultats de càlculs es justifica que en cap de les línies hi ha una caiguda de tensió superior al 3%.

Els cables de connexió per evacuar l'energia generada en els aerogeneradors a través dels onduladors, estaran dimensionats per a una intensitat no inferior al 125% de la màxima intensitat del generador y la caiguda de tensió entre el generador y el punto d'interconnexió a la xarxa de distribució pública o a la instal·lació interior, no serà superior al 1,5%, per a la intensitat nominal.

La instal·lació de generació d'energia elèctrica no podrà treballar en modus "illa", en cas de fallada de la xarxa de distribució de la companyia distribuïdora els inversors deixaran de proporcionar tensió a la xarxa automàticament.

### **3.2 Classificació de la instal·lació elèctrica**

D'acord amb el Decret 363/2004, de 24 d'agost, pel qual es regula el procediment administratiu per a l'aplicació del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió, la instal·lació es classificarà com a tipus "k", Enllumenat Exterior de  $P > 5$  kW, i tipus "c" Generadors i Convertidors de  $P > 10$  kW.

Essent "P", la potencia màxima admissible de la instal·lació.

Aquesta classificació comporta:

- 1) Necessitat de projecte per a la legalització.
- 2) Inspecció inicial per part d'una entitat d'inspecció i control, prèvia a la posada en servei de la instal·lació.
- 3) Inspeccions periòdiques cada 5 anys per part d'una entitat d'inspecció i control autoritzada.
- 4) Obligació de disposar de contracte de manteniment amb empresa autoritzada.

5) Revisió anual per part de l'empresa mantenidora.

Documentació a presentar:

- Impresos de característiques (ELEC-1)
- Certificat d'Instal·lació Elèctrica de Baixa Tensió, emes per l'empresa instal·ladora.
- Projecte signat per tècnic/a competent.
- Certificat de Direcció i Acabament d'Obra signat per tècnic/a competent (ELEC-4)
- Certificat d'inspecció inicial de la instal·lació, amb qualificació de favorable, emès per una EIC autoritzada.
- Fotocòpia DNI o NIF del titular
- Contracte de manteniment

### **3.3 Escomesa**

La escomesa subterrània i la caixa de seccionament no formen part del present projecte i seran realitzades per la companyia distribuïdora ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.

### **3.4 Caixa de Protecció i Mesura (CPM)**

La Caixa de Protecció i Mesura estarà situada a l'avinguda del Mar s/n, veure la situació en el plànol de distribució en planta.

La Caixa de Protecció i Mesura TMF10 s'allotjarà a l'interior d'un armari d'acer inoxidable format per tres compartiments destinats a allotjar la caixa de seccionament, la TMF10 i els quadres generals de protecció i comandament de les instal·lacions elèctriques de client.

Aquest armari proporcionarà un grau de protecció mínim IP55 segons UNE 20.324 i IK10 segons UNE-EN 50.102, estarà protegit contra la corrosió, i disposarà d'una teuladeta goteró. El color de l'armari serà gris o blanc en qualsevol de les seves tonalitats i haurà de disposar de ventilació interna, per evitar condensacions. Els elements que proporcionen aquesta ventilació no podran reduir el grau de protecció establert. Les frontisses de la porta no seran accessibles des de l'exterior i la part inferior de la porta es trobarà a un mínim de 30 cm del terra.

El sistema de tancament de la porta del compartiment de mesura s'efectuarà mitjançant pany JIS ref. CFE de triple acció amb vareta d'acer inoxidable i maneta escamotejable.

Les parts metàl·liques estaran connectades a terra.

El Conjunt de Protecció i Mesura se situarà en un compartiment independent i les seves característiques constructives correspondran, segons els casos, al que es descriu en la Guia Vademècum de FECSA ENDESA per als subministraments individuals de potència superior a 15 kW.

### **3.5 Quadre General de Protecció i Comandament**

La línia d'evacuació de l'energia elèctrica generada pels aerogeneradors es connectarà en el Quadre General de Protecció i Comandament (QGPC).

La línia d'alimentació als punts de llum tindrà el seu origen en el QGPC, en aquest quadre s'instal·laran tots els dispositius de comandament i protecció segons queda indicat en l'esquema unifilar, així com els sistemes de regulació, consistent en un regulador estabilitzador de flux, i el rellotge astronòmic per el control de l'encesa automàtica.

Els dispositius de protecció contra sobrecàrregues i curt circuits estaran formats per interruptors automàtics magnetotèrmics (PIA's) de tall omnipolar i de la intensitat nominal corresponent a la càrrega i secció de cada línia, per a la protecció contra defectes d'aïllament s'utilitzaran interruptors automàtics diferencials de 300 mA de sensibilitat.

### 3.6 Interruptor de Control de Potència (ICP-M)

S'instal·larà un Interruptor de Control de Potència (ICP), col·locat a l'interior del CPM, que tindrà la funció de limitar la potència al valor contractat. Aquest dispositiu disposarà dels elements necessaris per ser precintat per la companyia subministradora. Les característiques d'aquest dispositiu seran de 80 A IV per tota la instal·lació i de 7,5 A IV per la instal·lació d'enllumenat públic, tal com esta indicat a l'esquema unifilar.

### 3.7 Interruptor de General d'Alimentació (IGA)

S'instal·larà un Interruptor de General d'Alimentació (IGA), col·locat a l'interior del QGPC, que tindrà la funció de limitar la potència consumida a la màxima per a la que ha estat dissenyada la instal·lació d'enllumenat. Les característiques d'aquests dispositius seran de 15 A IV per la instal·lació d'enllumenat i de 80 A IV per la instal·lació de generació eòlica tal com esta indicat a l'esquema unifilar.

### 3.8 Línies elèctriques i canalitzacions

Les línies elèctriques d'alimentació de les llumeneres estaran formades per cables conductors de coure tipus RV-K 0,6/1kV (segons UNE 21123), amb muntatge soterrat sota tub.

El cable de terra serà de coure nu de 35 mm<sup>2</sup> de secció i soterrat directament al terra, amb una pica de coure clavada a cada derivació de cada farola.

Circuit de potència	3 fases + neutre (verd-groc):RV-K 0,6/1Kv. secció segons càlcul, mínim 6 mm <sup>2</sup> (soterrat) i 4 mm <sup>2</sup> (aeri)
Cable de terra	Coure nu 35 mm <sup>2</sup>

Cadascuna de les línies estarà protegida individualment contra contactes indirectes mitjançant un interruptor diferencial, i contra sobrecàrregues i curt circuits amb un PIA.

Les seccions dels conductors de potència es calcularan per una càrrega de 1,8 vegades la potència nominal de les làmpades i per una caiguda de tensió màxima del 3% de la tensió nominal, entre l'origen de la línia i el punt més desfavorable.

Les seccions dels conductors i les seves proteccions estaran indicades a l'annex de càlculs i l'esquema unifilar.

Les connexions i derivacions només es faran en caixes de bornes adients, situades dins dels suports de les llumeneres, a una alçada mínima de 0,30 m. sobre el nivell del terra, o en una arqueta registrable, garantint sempre la continuïtat, l'aïllament i l'estanquitat del conductor.

Totes les línies de potència d'aquesta instal·lació seran trifàsiques, i es tindrà cura de repartir la càrrega alternant la connexió dels punts de llum, per tal de reduir al mínim el desequilibri entre les fases de la línia.

Les conduccions soterrades del circuit d'enllumenat es faran amb tub flexible de doble capa (PE) de diàmetre exterior mínim de 63 mm, col·locat a una profunditat mínima de 0,40 m. mesurat des de la cota inferior del tub, excepte en els encreuaments de carrers que la profunditat mínima serà de 0,80 m.

Les conduccions soterrades del circuit d'interconnexió dels convertidors dels aerogeneradors es faran amb tub flexible de doble capa (PE) de diàmetre exterior mínim de 140 mm, col·locat a una profunditat mínima de 0,40 m. mesurat des de la cota inferior del tub, excepte en els encreuaments de carrers que la profunditat mínima serà de 0,80 m.

En els encreuaments dels carrers i a tots aquells indrets on hi puguin circular vehicles per damunt de les canalitzacions, els tubs es protegiran, a la seva part superior, mitjançant una capa de formigó en massa de gruix no inferior a 0,10 m. i es col·locarà, al menys, un tub de reserva.

Es col·locarà una cinta senyalitzadora normalitzada, situada a una distància mínima del nivell del terra de 0,10 m. i a 0,25 m. per sobre del tub.

No s'instal·larà més d'un circuit elèctric per tub.



En general, els sistemes i materials utilitzats seran similars als de les xarxes soterrades de distribució de baixa tensió, regulades per la ITC-BT-07.

Els cables i tubs de instal·lació habitual amb aquestes característiques són:

		Cable	
Tub	Compressió 450N, Impacte Normal. UNE- EN 50086-2-4	VV-K	Cable de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure classe 5 (-K), aïllament i coberta de policlorur de vinil (VV) UNE 21123-11
		RV-K	Cable de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure classe 5 (-K), aïllament de polietilè reticulat (R) y coberta policlorur de vinil (V) UNE 21123-21

### 3.9 Instal·lació interior dels suports de les llumeneres

La instal·lació interior de les columnes, per a l'alimentació de les llumeneres es farà amb una línia des de la caixa de connexions i fusibles col·locada en la base de la columna fins als borns de connexió de la llumenera formada per un cable flexible tipus RV-K 0,6/1kV amb una secció mínima de 2,5 mm<sup>2</sup>.

En aquesta instal·lació es preveu utilitzar un cable multi conductor de 3x2,5 mm<sup>2</sup>, que inclourà el conductor de protecció (verd-groc) per connectar la llumenera (Classe I) al punt de posada a terra de la columna.

La caixa de connexions situada a l'interior de la columna i accessible per la portella contindrà els fusibles de 6A, de protecció individual de cada llumenera.

En els punts d'entrada dels cables a l'interior del suport, els cables tindran una protecció suplementaria de material aïllant mitjançant la prolongació del tub o un altre sistema que ho garanteixi.

Les connexions als terminals estarà feta de forma que no exerceixin sobre el conductor cap esforç de tracció. Per les connexions dels connectors de la xarxa amb els suports s'utilitzaran elements de derivació que contindran els borns apropiats, en numero i tipus, així com els elements de protecció necessaris per el punt de llum

Per a la interconnexió de la sortida del generador amb el rectificador i la connexió amb el inversor instal·lats a la base de la farola s'utilitzarà cable de flexible de 0,6 /1 kV d'aïllament i 10 mm<sup>2</sup> de secció. Es disposarà de una regleta de connexió per a connectar les sortides del inversor a la línia soterrada d'evacuació de l'energia elèctrica.

### 3.10 Identificació de conductors:

D'acord amb la ITC-BT-19 del vigent R.B.T, els conductors s'identificaran utilitzant els colors:

Conductor	Color
Neutre	Blau clar
Protecció	Verd-groc
Fases	Marró
	Negre
	Gris
Positiu DC	Vermell
Negatiu DC	Negre

### 3.11 Potencia

#### 3.11.1 Potencia instal·lada

La potencia instal·lada de les làmpades i dels circuits auxiliars de la instal·lació d'enllumenat públic es de 5.040 W.

### **3.11.2 Potència pel càlcul de les línies elèctriques**

La potència considerada pel càlcul de les línies elèctriques aplicat el coeficient de 1,8 és de 6.480 VA.

### **3.11.3 Potència a contractar**

La potència a contractar amb la companyia distribuïdora serà de 5,19 kW amb tensió trifàsica, amb un ICP de 7,5 A.

## **3.12 Proteccions**

### **3.12.1 Protecció contra sobrecàrregues i curt circuit**

Es disposarà de protecció contra sobre intensitats i curtcircuits independent per a cada línia, així com contra contactes directes i indirectes a tota la instal·lació. La protecció contra contactes indirectes vindrà donada pels interruptors diferencials instal·lats a la capçalera de cada línia, i la xarxa de terra.

Tots els suports dels punts de llum estaran connectats a la xarxa de terra.

Les llumeneres de classe I, també es connectaran a la xarxa de terra amb un cable unipolar aïllat de tensió assignada 450/750 V. amb recobriments de color verd-groc i secció mínima de 2,5 mm<sup>2</sup> de coure.

La protecció contra sobre intensitat i curtcircuits la proporcionaran els interruptors magnetotèrmics, PIA's, instal·lats a continuació del interruptors diferencials.

Els dispositius de protecció tindran una capacitat de ruptura superior a la intensitat de curt circuit que es pugui presentar en el punt d'ela seva instal·lació.

Independentment de la protecció general de cada línia, es protegirà cada punt de llum contra sobre intensitats mitjançant un fusible de 6 A, segons estableix la ITC-BT-22.

La sortida dels inversors per a generar la tensió alterna procedent dels aerogeneradors disposarà de protecció contra els curtcircuits i sobrecàrregues mitjançant protecció d'interruptors magnetotèrmics.

### **3.12.2 Protecció contra sobretensions**

Es protegirà la instal·lació interior i els seus receptors de possible sobretensions a la xarxa d'alimentació mitjançant un descarregador trifàsic de categoria II, per a tensions fins a 2,5 kV.

El dispositiu protector es connectarà entre els conductors de fase i el sistema de posada a terra, per tal de provocar la desconexió immediata de la instal·lació en cas de sobretensió.

### **3.12.3 Protecció contra contactes directes**

S'haurà de garantir la protecció contra contactes directes prenent les mesures necessàries per protegir a les persones dels perills derivats d'un contacte amb les parts actives dels materials elèctrics.

Els mitjans a utilitzar venen exposat i definits a la norma UNE 20.460-4-41, i habitualment són:

- a) Protecció per aïllament de les parts actives
- b) Protecció per mitjà de barreres envolvents
- c) Protecció per mitjà d'obstacles
- d) Protecció per distància
- e) Protecció complementària per dispositius de corrent diferencial residual

### **3.12.4 Protecció contra contactes indirectes**

La protecció contra contactes indirectes s'aconseguirà per el tall automàtic de la alimentació mitjançant interruptors automàtics diferencials amb una sensibilitat de 300mA, com a màxim.

Es protegirà el inversor utilitzat per a generar la tensió alterna procedent dels aerogeneradors amb un interruptor diferencial de 300 mA.

Per garantir l'efectivitat del sistema, totes les parts metàl·liques accessibles de la instal·lació estaran connectades a terra. També es connectaran a terra tots els elements metàl·lics de quioscos, marquesines, balcons, cabines telefòniques i altres elements de mobiliari urbà, situats a una distància inferior a 2 m. de les parts metàl·liques de la instal·lació.

### **3.13 Sistema d'encesa i reducció de nivell**

Per tal de millorar l'eficiència energètica, es disposarà de sistema d'encesa automàtic mitjançant rellotge astronòmic i sistema de doble nivell mitjançant estabilitzador reductor de tensió en capçalera, que reduirà el nivell lluminós durant les hores programades.

Es disposarà també d'un commutador per l'accionament manual del sistema i la connexió o desconnexió de l'interruptor automàtic.

### **3.14 Posada a terra**

#### **3.14.1 Instal·lació d'il·luminació**

La posada a terra de la instal·lació es farà amb piques d'acer recobert de coure de 14 mm<sup>2</sup> de secció i 2 m de longitud, unides amb conductor de coure despulat de 35 mm<sup>2</sup> de secció, aquest cable passarà a ser vestit de 16 mm<sup>2</sup> quan transcorri a menys de 15 m. de les estacions transformadores ubicades a la zona.

Els punts de llum situats a menys de 15 m. de les estacions transformadores de la zona, no disposaran de piques de terra.

El nombre mínim de piques de terra serà de 1 per a cada suport de llumenera.

La connexió dels suports a la xarxa de terra es farà amb conductor de coure unipolar aïllat, de 450/750 V. amb recobriment de color verd-groc i secció mínima de 16 mm<sup>2</sup>.

D'acord a la ITC-BT-09 punt 4, la resistència del terra no serà superior a 30 Ω.

En els circuits de terra no s'instal·laran seccionadors, fusibles ni cap altre dispositiu de tall manual o automàtic, excepte una platina situada dins del QGPC, per tal de permetre la desconexió per la mesura de la resistència de terra.

La situació de les piques està indicada en el plànol de planta de la instal·lació.

El valor teòric previs és de 2,33 Ω , segons es justifica a l'annex de càlculs.

### **3.15 Instal·lació de generació**

Quan la instal·lació receptora estigui acoblada a una Xarxa de Distribució Pública que tingui el neutre posat a terra, l'esquema de posta a terra serà TT i es connectaran les masses de la instal·lació i receptors a una terra independent de la del neutre de la Xarxa de Distribució pública.

Per a la protecció de les instal·lacions generadores s'establirà un dispositiu de detecció del corrent que circula per la connexió dels neutres dels generadors al neutre de la Xarxa de Distribució Pública, que desconectarà la instal·lació si es sobrepassa el 50% de la intensitat nominal.

La posta a terra de protecció de la torre i de l'equip muntat en ella contra descarregues atmosfèrica serà independent de la resta de les terres de la instal·lació.

#### **3.15.1 Proteccions mínimes a disposar en la instal·lació de generació**

En les instal·lacions de generació interconnectada amb la Xarxa de Distribució Pública, es disposarà d'un conjunt de proteccions que actuen sobre l'interruptor d'interconnexió,

situades en l'origen de la instal·lació interior. Les proteccions corresponen a un model homologat i hauran d'estar degudament verificades i precintades per un Laboratori reconegut.

- De sobreintensitat, mitjançant relés directes magnetotèrmics o solució equivalent.
- De mínima tensió instantanis, connectats entre les tres fases i neutre que actuaran, en un temps inferior a 0,5 segons, a partir de que la tensió arribi al 85% del seu valor assignat.
- De sobretensió, connectat entre una fase i neutre, i l'actuació ha de produir-se en un temps inferior a 0,5 segons, a partir de que la tensió arribi al 110% del seu valor assignat.
- De màxima i mínima freqüència, connectat entre fases, i l'actuació ha produir-se quan la freqüència sigui inferior a 49 Hz o superior a 51 Hz durant més de 5 períodes.

### **3.15.2 Posada en servei de la estació de microgeneració**

Per a la posta en marxa de la instal·lació generadora interconnectada, amés dels tràmits i gestiones que correspondrà realitzar, d'acord amb la legislació vigent davant dels Organismes Competents s'haurà de presentar un projecte a la empresa distribuïdora de l'energia elèctrica d'aquelles parts que afecten a las condicions d'acoblament i seguretat del subministrament elèctric. Aquesta podrà verificar, abans de realitzar la posta en servei, que les instal·lacions d'interconnexió i la resta d'elements que afecten a la regularitat del subministrament estan realitzades d'acord amb els reglaments en vigor. En cas de desacord es comunicarà als òrgans competents de l'Administració, per a la seva resolució.

## **4 Material**

### **4.1 L·luminàries CARANDINI QSA-10L 150 W**

Les característiques de les lluminàries CARANDINI QSA-10L de 150 W

Tipus: Vapor de sodi d'alta pressió en versió tubular

Tensió nominal: 230V.

Potència nominal: 150W.

Flux Iluminós: 17.000 lm.

Eficàcia lluminosa: 80 -120 lm/W

Reproducció cromàtica: nivell 4

Temperatura de color: 2.000°K

Luminància mitja aprox. 300cd/cm<sup>2</sup>

Vida estimada: 28.000 h.

Factor de potència amb reactància i sense compensació: 0,5

Pot funcionar amb reducció de la potència del 50%, sempre que l'encesa es faci amb la potència nominal.

El temps per arribar al màxim flux lluminós és de entre 6 -10 minuts.

La intensitat d'encesa es aproximadament un 25% superior a la nominal

To de llum: Groc càlid

## **4.2 Aerogenerador UGE-4K**

Les característiques del aerogenerador d'eix vertical UGE-4k són les següents:

Dimensions físiques:

Eix: Vertical

Alçada: 4,6 metres



Amplada: 3 metres

Pes: 461 kg

Àrea escombrada: 13,8 m<sup>2</sup>

Prestacions:

Potència nominal: 4000 W

Generador: 3 fases AC d'imants permanents

Marge de velocitat del vent: 3,5 a 30 m/s

Velocitat de vent nominal: 12 m/s

Màxima velocitat del vent: 50 m/s

RPM nominal: 125 RPM

Energia anual produïda a una mitjana de 5 m/s: 4560 kWh

Soroll a 60 metres a 12 m/s: 38 dB

Certificacions:

CE Certified European Conformity

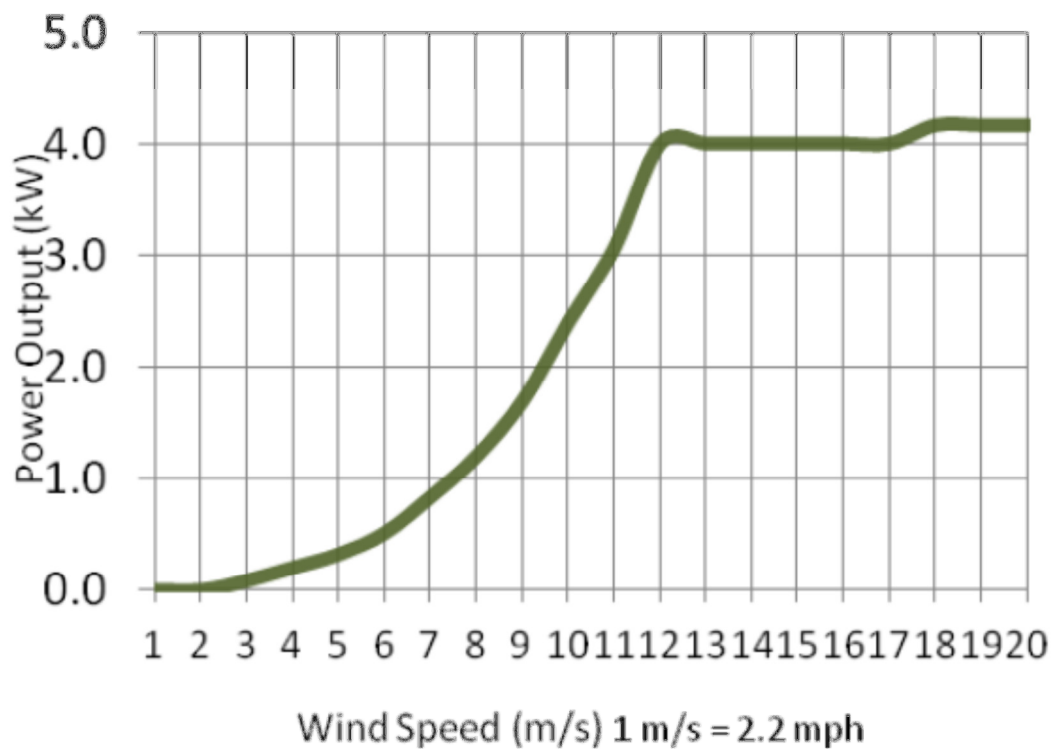
IEC-61400-2 Wind Turbine Safety

IEC-61400-11 Noise Level Certification

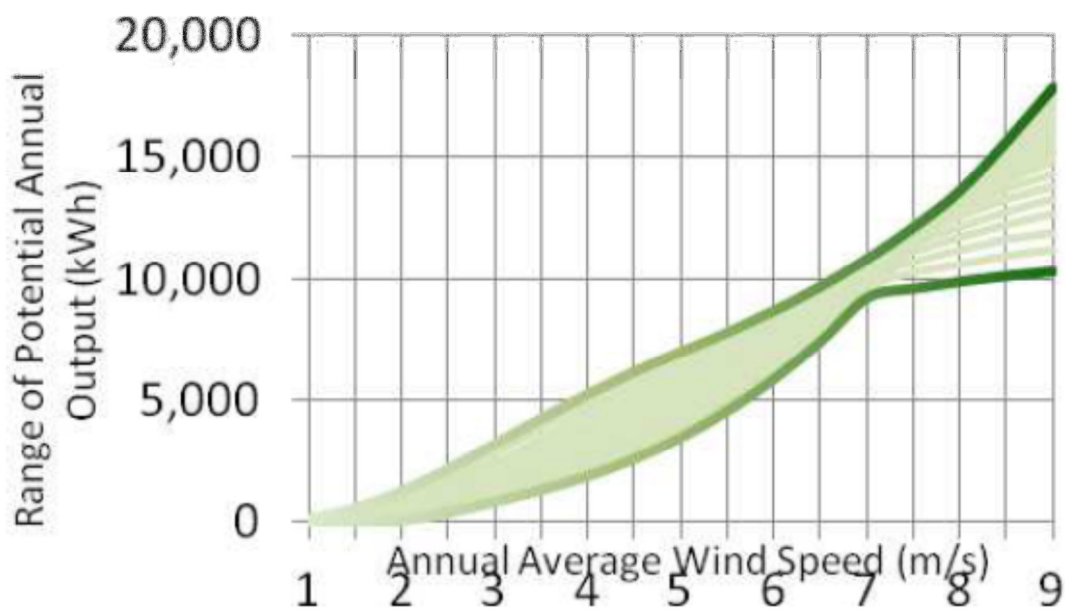
IEC-61400-12 Power Performance Certification

ISO-2631 Vibration Level Certification

La corba de potència del aerogenerador:



Gràfica de producció anual d'energia:



### 4.3 Rectificador PVI-7200-WIND-INTERFACE

La funció del rectificador serà la de convertir la tensió alterna trifàsica variable produïda pel generador acoblat a la turbina del aerogenerador en una tensió continua que alimenti l'inversor encarregat de proporcionar a la xarxa elèctrica la tensió alterna monofàsica de 230 volts.

En cas de fallada de la xarxa elèctrica de la companyia distribuïdora la energia produïda pel aerogenerador serà dissipada en la resistència de dissipació connectada al PVI-7200-WIND INTERFACE.

Les característiques del rectificador AC – DC de la tensió alterna de sortida del generador trifàsic de tensió variable a tensió continua per alimentar el inversor són les següents:

Marge de tensió d'entrada: 40 V AC a 400 V AC

Marge de freqüència: 0 Hz to 600 Hz

Max. Intensitat d'entrada d'operació: fins 16,6 A (rms)

Max corrent d'entrada (protegida amb fusible): 20 A

Max. potencia de sortida a 400 V DC:7200 W

Max. Corrent de sortida + corrent de dissipació: 20 A DC continu / 30 A DC de pic

Eficiència (400 V AC): 99.4%

Marge de tensió de sortida: 0-600 V DC

Equipat amb circuit de crowbar de protecció contra sobre tensions

Marge de temperatura de treball: -25°C to +55°C

Marge d'humitat de treball: 0 – 100 %

Soroll: < 40 dBA

Dimensions (alçada x amplada x profunditat): 29 x 26 x 9.5 cm

#### 4.4 Inversor eòlic AURORA PVI-4.2-TL-OUTD-W

La funció del inversor eòlic AURORA és la de convertir la tensió continua d'entrada provinent del rectificador controlat en tensió alterna monofàsica de 230 volts i 50 Hz per ser subministrada a la xarxa elèctrica.

L'inversor no podrà funcionar en el modus illa, i en cas de fallada de la xarxa elèctrica de la companyia distribuïdora, deixarà de proporcionar tensió de sortida.

Les característiques de sortida del inversor eòlic AURORA PVI-4.2-TL-OUTD-W són les següents:

Tipus de connexió Ca a xarxa: Monofàsica

Potència Nominal Ca a la sortida ( $P_{acr}$ ): 4200 W

Potència màxima Ca a la sortida ( $P_{acmax}$ ): 4600 W

Tensió nominal Ca a la sortida ( $V_{ac}$ ): 230 V

Interval de tensió Ca a la sortida: 180 - 264 V

Màxima Corrent Ca a la sortida ( $I_{ac, max}$ ): 20 A

Freqüència Nominal a la sortida ( $f_r$ ): 50 Hz

Interval de Freqüència a la sortida ( $f_{min.} - f_{max}$ ): 47 - 53 Hz

Factor de Potència Nominal ( $\cos\phi_{iac, r}$ ) > 0.995 (adj.  $\pm 0.9$ )

Distorsió harmònica total del Corrent: <3.5%

Tipus de Connexió Ca Regleta de connexions: cargolables

Rendiment màxim ( $\eta_{max}$ ): 96.8%

Rendiment Ponderat (euro / CEC): 96.0%

emissió acústica: < 50 dB a 1 m

Índex de protecció ambiental IP 65

Dimensions (alçada x amplada x profunditat): 617mm x 325mm x 222mm

Pes: 17.5 kg

## 5 Resum del pressupost

### Instal·lacions elèctriques

Instal·lació de generació	271.713,71 €
Instal·lació d'il·luminació	17.877,03 €
Per les dues instal·lacions	14.092,45 €
Total	303.683,19 €

### Columnes i els seves cimentacions

Columnes	42.500,28 €
Cimentacions	29.219,88 €
Total	71.720,16 €
<b>Pressupost total</b>	<b>375.403,35 €</b>

El pressupost total de la instal·lació és de tres-cents trenta-cinc mil quatre-cents tres amb trenta-cinc.

## 6 Conclusions

Els objectius del present projecte eren els de realitzar un disseny de una farola amb un aerogenerador el cap damunt i després realitzar la instal·lació d'il·luminació d'una carretera i la instal·lació de generació utilitzant la farola dissenyada.

En conclusió els objectius s'han complert, tot i que de moment no es viable econòmicament, ja que els components de la instal·lació de generació són molt cars i al preu que es paga el kWh en generació eòlica es molt baix.

Segurament seria més rentable si tingues alguna petita subvenció com tenen les fotovoltaïques. Un altre problema que pot tenir aquest tipus d'instal·lació, és que la generació per autoconsum la volen frenar fent pagar mer car el kWh en uns cas de necessitat.

Una de les modificacions que es podrien fer seria la substitució de les lluminàries de vapor de sodi d'alta pressió per lluminàries LED. He decidit apostar per un valor segur i contrastat ja que la tecnologia LED esta en plena evolució. Així doncs si el material evoluciona i baixen els preus dels components podria arribar a ser rentable aquest tipus de instal·lació.

Un altre de les modificacions que es podrien dur a terme en el futur seria el canvi dels aerogeneradors, en l'actualitat l'aerogenerador és dels millors del mercat, però també estan en plena evolució i segurament dintre d'uns anys hauran evoluciona molt i tindran majors potències amb menys vent.

El Tècnic

Gerard Ferrer Gómez

Girona, setembre de 2013

## 7 Relació de documents

El present Projecte consta dels següents documents:

DOCUMENT 1.	MEMÒRIA i ANNEXOS
ANNEX A.	CÀLCULS
ANNEX B.	INFORMACIÓ TÈCNICA
ANNEX C.	ESTUDI ECONÒMIC
ANNEX D.	PROGRAMA D'EXECUCIÓ
ANNEX E.	ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT
DOCUMENT 2.	PLÀNOLS
DOCUMENT 3.	PLEC DE CONDICIONS
DOCUMENT 4.	ESTAT D'AMIDAMENTS
DOCUMENT 5.	PRESSUPOST

## 8 Bibliografia

Llibre:

Títol: "Instalaciones de alumbrado exterior. Guía técnica de aplicación ampliada y comentada"

Autor: José Ignacio Urraca Piñeiro e Ignacio Urraca Etayo

Pagines Web:

Ministeri d'indústria, energia i turisme: [web en línia]:

<http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/LegislacionNacionalGrupo.aspx?idregl=76>

Ministeri d'indústria, energia i turisme: instituto para la diversificación y ahorro de la energia (IDAE) [web en línia]:<http://atlaseolico.idae.es/meteosim/>