
**GUIA TÉCNICA DE APLICACIÓN PARA
INSTALACIONES DE ENERGÍAS
RENOVABLES
INSTALACIONES EÓLICAS**



GOBIERNO DE CANARIAS

**CONSEJERIA DE INDUSTRIA, COMERCIO
Y NUEVAS TECNOLOGÍAS**

**VICECONSEJERIA DE INDUSTRIA
Y NUEVAS TECNOLOGÍAS**

**DIRECCION GENERAL DE
INDUSTRIA Y ENERGÍA**

PRESENTACIÓN

INSTALACIONES EÓLICAS.

ESTUDIO DEL POTENCIAL EÓLICO DISPONIBLE.

MEMORIA DESCRIPTIVA.

MEMORIA DE CÁLCULO.

ESTUDIO DE FLUJO DE POTENCIA.

ESTUDIO DE IMPACTO ECOLÓGICO.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

PLIEGO DE CONDICIONES.

PRESUPUESTO.

PLANOS.

DESARROLLO DE LOS APARTADOS
INSTALACIONES EÓLICAS





INDICE

INTRODUCCIÓN	7
ESTUDIO DEL POTENCIAL EÓLICO DISPONIBLE	12
1.-OBJETO DEL ESTUDIO.....	12
2.-DATOS DE PARTIDA. NIVEL DE VIENTO.....	12
2.1.-ADAPTACIÓN DE LOS DATOS DE VIENTO AL EMPLAZAMIENTO.....	13
2.2.- CÁLCULO DE LA ENERGÍA GENERADA POR EL AEROGENERADOR	16
MEMORIA DESCRIPTIVA	18
1.-OBJETO DEL PROYECTO.....	18
2.-PETICIONARIO	18
3.-EMPLAZAMIENTO	18
4.-NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	18
5.-INSTALACIONES QUE CONSTITUYEN EL PARQUE EÓLICO.....	21
6.-ELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS EÓLICAS.....	22
7.-DESCRIPCIÓN DEL AEROGENERADOR	22
7.1.-CARACTERÍSTICAS GENERALES	22
7.1.1.-CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	23
7.1.2.-DISTANCIAS ENTRE AEROGENERADORES	23
7.2.-ELEMENTOS DEL AEROGENERADOR	23
7.2.1.-ROTOR	23
7.2.1.1.-PALAS	23
7.2.1.2.-BUJE.....	24
7.2.3.-EJE PRINCIPAL.....	24
7.2.4.-BASTIDOR.....	24
7.2.5.-CAPOTA	25
7.2.6.-MEDIDA DEL VIENTO.....	25
7.2.7.-SISTEMA DE CONTROL.....	25
7.2.8.-SISTEMA Y MECANISMO DE GIRO	25
7.2.9.-TORRE.....	26
7.2.10.-GENERADOR.....	26
7.2.11.-CIMENTACIONES	26
7.3.-PARÁMETROS DE DISEÑO	27
7.3.1.-CONDICIONES DEL VIENTO.....	27
7.3.2.-VERIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES DE VIENTO	28
7.4.-EQUIPAMIENTO DE ALTA TENSIÓN	29
7.4.1.-CELDA DE MEDIA TENSIÓN	29
7.4.2.-TRANSFORMADOR	30
8.-MANTENIMIENTO DE LOS AEROGENERADORES.....	31
8.1.-MANTENIMIENTO CORRECTIVO	31



8.2.-MANTENIMIENTO PREVENTIVO	31
8.3.-CONSUMIBLES	33
9.-RED INTERNA DEL PARQUE	33
9.1.-RED DE MEDIA TENSIÓN.....	33
9.2.-CABLE DE COMUNICACIONES	34
9.3.-CANALIZACIONES DE LA RED INTERNA	34
9.4.-SEÑALIZACIÓN EXTERNA	34
10.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	35
11.-EDIFICIO DE MANDO DEL PARQUE.....	35
11.1.-INTRODUCCIÓN	36
11.2.-DESCRIPCIÓN GENERAL	36
11.3.-ESTANCIA DE APARAMENTA ELÉCTRICA	36
11.4.-ESTANCIA DEL ORDENADOR DE CONTROL.....	36
11.5.-ALMACÉN.....	37
11.6.-JUSTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS CONTRAINCENDIOS DE LA UNIDAD EDIFICATORIA.....	37
11.7.-JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICA INTERIORES DE BAJA TENSIÓN.....	37
11.8.-OTRAS INFRAESTRUCTURAS DEL EDIFICIO DE CONTROL.....	37
12.-CAMINOS INTERNOS Y PLATAFORMAS DE MONTAJE DE LOS AEROGENERADORES	38
12.1.-TRAZADO DE LOS CAMINOS INTERNOS.....	38
12.2.-PLATAFORMAS DE MONTAJE.....	38
MEMORIA DE CÁLCULO	39
1.-INTRODUCCIÓN	39
2.-CÁLCULOS ELÉCTRICOS	39
2.1.-CÁLCULO DE LA RED INTERNA DE 20 KV	39
2.1.1.-INTRODUCCIÓN	39
2.1.2.-METODOLOGÍA	39
2.1.3.-INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN SERVICIO PERMANENTE.....	40
2.1.4.-CAIDA DE TENSIÓN	40
2.1.5.-INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN CORTOCIRCUITO.....	41
2.1.5.1.-CÁLCULO DE LA INTENSIDAD EN CORTOCIRCUITO EN BARRAS DEL EDIFICIO DE MANDO	41
2.1.5.2.-CÁLCULO DE LA INTENSIDAD EN CORTOCIRCUITO EN UN PUNTO INTERIOR A LA RED DEL PARQUE.....	43
2.1.6.-COMPROBACIÓN DEL EMBARRADO DE 20 KV.....	43
2.2.-CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	43
2.2.1.-CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	43
2.3.-CÁLCULO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL EDIFICIO DE CONTROL	44
2.3.1.-CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS.....	44
2.3.2.-CÁLCULOS ELÉCTRICOS	45
2.3.2.1.-PREVISIÓN DE CARGAS.....	45
2.3.2.2.-CÁLCULO DE LAS SECCIONES	45
2.3.2.3.-CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES	45
2.3.2.4.-CÁLCULO DE LA COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA Y SELECCIÓN DEL EQUIPO	45
2.3.2.5.-CÁLCULO Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS	45



3.-CÁLCULO JUSTIFICACIÓN DE MEDIDAS CONTRAINCENDIOS DEL EDIFICIO DE CONTROL	45
3.1.-COMPARTIMENTACIÓN	46
3.2.-OCUPACION DEL EDIFICIO	46
3.3.-EVACUACION	46
3.4.-SEÑALIZACION	46
3.5.-COMPORTAMIENTO ANTE EL FUEGO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS Y MATERIALES	46
3.6.-INSTALACIONES DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS.....	47
4.-CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DE CONTROL.....	48
ESTUDIO DE FLUJO DE POTENCIA	49
1.-INTRODUCCIÓN	49
2.-OBJETIVOS.....	49
3.-FORMULACIÓN DEL ANÁLISIS DEL FLUJO DE POTENCIA.....	50
4.-PROGRAMA INFORMÁTICO UTILIZADO.....	53
PLIEGO DE CONDICIONES	54
1.- PLIEGO DE CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL	54
1.1.- CONDICIONES GENERALES Y NORMATIVA.....	54
1.2.-CONDICIONES DE INDOLE TÉCNICA Y DE EJECUCIÓN.....	54
1.3.-CONDICIONES DE INDOLE FACULTATIVA	57
1.4.-CONDICIONES DE INDOLE ECONÓMICA	57
1.5.-CONDICIONES DE INDOLE LEGAL.....	58
1.6.-LIBRO DE ORDENES	58
2.-PLIEGO DE CONDICIONES PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN ...	58
2.1.-CALIDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA INSTALACIÓN	58
2.2.-NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES	59
2.3.-PRUEBAS, ENSAYOS Y VERIFICACIONES REGLAMENTARIAS	59
2.4.-CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.....	59
2.5.-LIBRO DE ÓRDENES.....	59
3.- PLIEGO DE CONDICIONES PARA LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS DE ALTA TENSIÓN	59
3.1.-CALIDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS.....	59
3.2.-NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS Y DE LAS INSTALACIONES	59
3.3.-PRUEBAS, ENSAYOS Y VERIFICACIONES REGLAMENTARIAS	59
3.4.-CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD	59
3.5.-CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.....	59
3.6.-LIBRO DE ÓRDENES.....	60
4.- PLIEGO DE CONDICIONES PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	60
4.1.-CALIDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS.....	60
4.2.-NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS Y DE LAS INSTALACIONES	60
4.3.-PRUEBAS, ENSAYOS Y VERIFICACIONES REGLAMENTARIAS	60
4.4-CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD	60
4.5.-CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.....	60



4.6.-LIBRO DE ÓRDENES	60
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	61
1.-OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	61
2.-DESCRIPCION GENERAL DE LA ACTIVIDAD	61
3.-RECURSOS CONSIDERADOS	62
4.-IDENTIFICACION Y VALORACION DE RIESGOS	62
5.-PLANIFICACION DE LA ACCION PREVENTIVA	63
6.-NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD. DISPOSICIONES MÍNIMAS	63
6.1.-CONSIDERACIONES APLICABLES DURANTE LA EJECUCION	63
6.2.-DISPOSICIONES MÍNIMAS A APLICAR EN LAS OBRAS	63
7.-TIPOS DE TRABAJO E INSTRUCCIONES	64
8.-EMPLEO Y CONSERVACIÓN DEL MATERIAL DE SEGURIDAD.....	64
9.-PRESUPUESTO DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN	65
ESTUDIO DE IMPACTO ECOLÓGICO	66
PRESUPUESTO	68
CAPITULO 1: AEROGENERADORES Y SISTEMA DE CONTROL	68
CAPITULO 2: OBRA CIVIL	68
2.1.-AEROGENERADORES	68
2.1.1.-CIMENTACIÓN Y PUESTA A TIERRA DE LOS AEROGENERADORES.....	68
2.2.-EDIFICIO DE MANDO	68
2.2.1.-CIMENTACIÓN Y LOSA	68
2.2.2.-ESTRUCTURA Y CERRAMIENTOS.....	68
2.2.3.-CARPINTERÍA METÁLICA	68
2.3.-REMODELACIÓN DE ACCESOS Y ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA	68
CAPITULO 3: EQUIPAMIENTOS DEL EDIFICIO DE MANDO	68
3.1.-APARAMENTA E INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN.....	68
3.2.-APARAMENTA E INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN	68
3.3.-VARIOS	68
CAPITULO 4: RED ELÉCTRICA DEL PARQUE (MT O BT)	68
CAPITULO 5: LÍNEA DE EVACUACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN	68
CAPITULO 6: SEGURIDAD Y SALUD	68
6.1.-PROTECCIONES INDIVIDUALES	68
6.2.-PROTECCIONES COLECTIVAS	68
6.3.-SEÑALIZACIÓN	68
6.4.-INSTALACIÓN PROVISIONAL DE SEGURIDA E HIGIENE.....	68
6.5.-MEDICINA PREVENTIVA	68
6.6.-FORMACIÓN EN SEGURIDAD E HIGIENE.....	68



PLANOS	69
PLANOS DE SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	69
PLANOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL AEROGENERADOR.....	69
PLANOS DE EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS DEL AEROGENERADOR.....	69
PLANOS DE CIMENTACIÓN Y TOMA DE TIERRA DEL AEROGENERADOR.....	69
PLANO DE DIAGRAMA DE BLOQUE DEL SISTEMA DE CONTROL	69
PLANO DE ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL AEROGENERADOR	70
PLANOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	70
PLANOS DEL EDIFICIO O SALA DE CONTROL	70
PLANOS DE DETALLES ESTRUCTURALES DEL EDIFICIO DE CONTROL	70
PLANO DE TRAZADO DE LAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN	70
PLANO DE TRAZADO DE LAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN	70
PLANO DE CANALIZACIONES DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN	70
PLANO DE CANALIZACIONES DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN	71



INSTALACIONES EÓLICAS

INTRODUCCIÓN

La energía es un componente vital en el desarrollo del Archipiélago Canario. En primer lugar, indispensable para el transporte de personas y mercancías, en segundo lugar para el desarrollo industrial, que no es posible sin medios energéticos, y en tercer lugar en la desalación del agua, tan necesaria para la agricultura y los servicios. También el abastecimiento energético es un factor clave en un sector como el turismo, de suma importancia en Canarias, y donde la demanda energética abarca las necesidades de sus infraestructuras.

El suministro de electricidad es especialmente problemático en los territorios insulares aislados: La fragmentación de estos mercados (Canarias se encuentra constituida por seis sistemas independientes), caracterizados a su vez por su pequeña dimensión y por su alejamiento de los grandes centros de abastecimiento, provoca pérdidas de electricidad porcentualmente muy superiores a las que se producen en el territorio continental. También las necesidades de garantía de potencia, con objeto de asegurar la calidad del suministro son superiores en estos territorios a los continentales.

En muchos casos, la ausencia de recursos energéticos propios, conduce indefectiblemente a una dependencia muy acusada del abastecimiento de petróleo o de otras fuentes primarias de energía.

Como conclusión, se puede afirmar que el déficit energético en las islas comunitarias constituye un grave obstáculo a su desarrollo económico, siendo los costes de la energía en las mismas mayor que en ningún otro lugar de la Comunidad Económica.

Para solventar estas deficiencias estructurales aparecen las energías renovables como solución parcial a esta problemática.



La importancia de estas fuentes energéticas es por partida doble. En primer lugar, contribuyen a mejorar el medio ambiente, al implicar una reducción de emisión de contaminantes a la atmósfera, en este sentido, resaltar el Protocolo de Kyoto sobre la reducción de gases de efecto invernadero, y las 4 prioridades del Sexto Programa Marco en materia de medio ambiente de la Unión Europea: naturaleza, biodiversidad, medio ambiente y salud, y gestión de los recursos naturales y de los residuos. Por otra parte, contribuyen a la diversificación del aprovisionamiento energético, aumentando la seguridad del sistema, y lo que es más importante, ser las únicas fuentes de energía endógenas, aumentando el grado de autoabastecimiento del Archipiélago.

Resulta evidente, la importancia que tiene para el Archipiélago Canario incrementar su nivel de autoabastecimiento energético mediante el desarrollo de sus propios recursos, como son las fuentes de energías renovables. Dentro del nivel de desarrollo tecnológico de la utilización de las energías renovables en la actualidad, la energía eólica es la más desarrollada, y la que de manera más eficiente, solventa la generación de grandes cantidades de energía. Por estas razones, y gracias a las condiciones de viento de las islas, donde los alisios originan velocidades de viento no demasiado elevadas, pero sí con unos parámetros tanto de velocidad como de dirección muy constantes a lo largo del año, confirman el elevado potencial eólico de las islas y ha hecho de la energía eólica la mayor fuente energética endógena de las islas.

Este desarrollo ha ido acompañado de un esfuerzo normativo por parte de las administraciones, que han permitido el desarrollo e implantación de este tipo de aprovechamiento energético. La historia de la energía eólica en Canarias podría sintetizarse en la siguiente evolución cronológica:

Las primeras iniciativas se remontan a 1.984 en que se instaló, a iniciativa de la Consejería de Industria y Energía, un aerogenerador de 55 kW, en la Granja Agrícola del Cabildo Insular de Gran Canaria, con el fin de estudiar la utilización del viento como fuente de energía, que a su vez se emplearía para alimentar una planta de desalación de agua de mar de 95 m³/día. El aerogenerador además, se conectó a la red eléctrica de servicio público, permitiendo verter en ella el exceso de energía eléctrica producida en determinados momentos.

En 1.986, se firmó un Convenio para la instalación de un parque eólico en Granadilla, en la isla de Tenerife, de 300 kW de potencia instalada, con participación de la Consejería de Industria y Energía, UNELCO, IDAE .

En Diciembre de 1.986 se firmó el Convenio para la puesta en marcha del 20/20, entre el IDAE, la Consejería de Industria y Energía y UNELCO. Con dicho convenio, que se suscribió en



diciembre de 1.986, se pretendía instalar 20 MW eólicos en la isla de Gran Canaria y otros 20 en la isla de Tenerife. Aunque no se materializó instalación alguna, se realizaron los estudios previos necesarios, que sirvieron de base para definir los emplazamientos utilizados para la implantación de algunos de los parques eólicos actualmente en funcionamiento.

El apoyo decidido del programa comunitario VALOREN a este tipo de instalaciones, fue quizá la baza más significativa con que contó el desarrollo de la energía eólica en esos años.

En la isla de Gran Canaria se instaló en 1995 un parque eólico de 20.100 kW, con 67 máquinas de 300 kW cada una, de tecnología nacional, siendo en la actualidad el mayor parque eólico en explotación en Canarias. El segundo parque en tamaño está en Fuerteventura con 10.260 kW.

A lo largo de 1.995 y los primeros meses de 1.996, se produjo un importante incremento en el número de iniciativas encaminadas a la instalación de parques eólicos.

Con el fin de hacer frente a esta situación, la Consejería de Industria y Comercio publicó la Orden de 14 de marzo de 1.996 por la que se regulan las condiciones de acceso de los generadores eólicos a las redes eléctricas de Canarias. En la citada Orden, se fijan valores máximos de potencia eléctrica eólica conectable en cada red eléctrica insular. Con el fin de dar cumplimiento a la Orden de 14 de marzo, fue publicada la Orden de 9 de mayo de 1.996, por la que se convoca concurso para la asignación de potencias eólicas conectables a cada red eléctrica insular. La potencia máxima total admisible objeto del citado concurso era:

- Para Gran Canaria 18.400 kW.
- Para Tenerife 22.000 kW.

El concurso se resolvió en agosto de 1996.

El 25 de noviembre de 1996 se publicó una nueva Orden, *por la que se convoca concurso para la asignación de potencias eólicas conectables a cada red eléctrica insular*. La potencia máxima total admisible objeto del citado concurso era: 36.440 MW en la isla de Gran Canaria y 25.520 MW en la isla de Tenerife. Con este nuevo concurso se alcanzaba la potencia eléctrica eólica máxima conectable en cada red eléctrica insular tal como establece el artículo 3 de la Orden de 14 de marzo de 1996. Dicho techo quedó fijado en 80 MW en la isla de Gran Canaria y 55 MW en la de Tenerife.



El concurso se resolvería en junio de 1997.

Con objeto de precisar y clarificar las instalaciones de autoconsumo, se publicó la *Orden de 7 de julio de 1997, por la que se modificó la Orden de 14 de marzo de 1996, que regulaba las condiciones de acceso de los generadores eólicos a las redes eléctricas de Canarias*. Esta Orden modifica en primer lugar el artículo 3 de la Orden de 14 de marzo, cambiando las potencias eléctricas eólicas máximas conectables en cada red eléctrica insular, en la isla de La Palma pasando de 1,9 MW a 4,6 MW en horas valle.

Recientemente, se aprueba la Orden de 21 de septiembre de 2001, por la que se regulan las condiciones de las instalaciones eólicas, que modifica la Orden de 14 de marzo de 1996.

En virtud de la misma se fijan los siguientes valores máximos para la potencia eléctrica eólica a cada red eléctrica insular:

Sistema Eléctrico	Potencia conectable (MW)
Gran Canaria	105,60
Tenerife	90,00
Lanzarote-Fuerteventura	27,79
La Palma	5,50
La Gomera	0,66
El Hierro	0,28

Esta ley será, la que marcará las pautas del nuevo concurso que cubrirá el aumento de la potencia conectable.

Esta evolución de la energía eólica en Canarias, deberá proseguir en esta línea si se pretende cumplir con los objetivos propuestos en el Libro Blanco de la Energía, el cual establece, el objetivo comunitario general de un incremento de la utilización de las energías renovables hasta alcanzar el nivel del 12% del consumo bruto de energía en el año 2010. En España, la disposición transitoria Decimosexta de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, establece un Plan de Fomento del Régimen Especial para las Energías Renovables con un objetivo idéntico al establecido en el Libro Blanco, es decir, que en el año 2010 las fuentes de energía renovables cubran como mínimo el 12% del total de la demanda energética de España. Los objetivos del Plan



deberían estar asociados a la fijación de primas, a efectos de fomentar el empleo de las energías renovables.

Estos objetivos son, optimistas; pero han permitido y permitirán una gradual implantación de las energías renovables en Canarias y en Europa. Que esta provocando un florecimiento de una tecnología de producción de energía que es a la vez económica y respetuosa con el medio ambiente.



ESTUDIO DEL POTENCIAL EÓLICO DISPONIBLE

1.-OBJETO DEL ESTUDIO

Se ha de estudiar el potencial eólico disponible en la zona donde se pretende instalar el parque eólico, al objeto de velar por su rentabilidad y diseño. Como punto de partida, es importante disponer de datos fehacientes de alguna estación anemométrica cercana. Posteriormente los datos que nos sean facilitados deberán corregirse y adaptarse a la ubicación de los aerogeneradores del parque.

2.-DATOS DE PARTIDA. NIVEL DE VIENTO

Los aerogeneradores se pueden colocar bajo diferentes y variadas condiciones climáticas: donde la densidad del aire, la intensidad de turbulencia, la velocidad media del viento y el parámetro de forma k son los parámetros a considerar. Si la intensidad de turbulencia es alta, las cargas en el aerogenerador aumentan, y su tiempo de vida disminuye. Por el contrario las cargas se reducirán, y su tiempo de vida aumentará, si la velocidad media del viento o la intensidad de turbulencia o ambas son bajas. Por lo tanto, los aerogeneradores pueden colocarse en emplazamientos con alta intensidad de turbulencia si la velocidad media del viento es adecuadamente baja. Las condiciones climáticas han de examinarse si lo prescrito es excedido.

El valor característico, a altura de buje, de la intensidad de turbulencia a la velocidad de viento media diezminutal de 15 m/s, se calcula sumando la desviación estándar medida de la intensidad de turbulencia a su valor medio.

En terreno complejo las condiciones de viento serán verificadas sobre la base de medidas realizadas en el emplazamiento. Además, habrá que considerar el efecto de la topografía en la velocidad y perfil del viento, la intensidad de turbulencia y la inclinación del flujo de viento sobre cada aerogenerador.

Como ejemplo se muestra el siguiente estudio, en el que se han utilizado los datos de viento recogidos cada 10 minutos durante los años 1999 y 2000 en la estación anemométrica situada en las instalaciones del CIEA en Pozo Izquierdo. Los datos se tomaron a 10 metros de altura y se adjuntan a continuación:



Velocidades medias mensuales de viento a 10 m de altura en Pozo Izquierdo en el año 1999

Enero	4,46
Febrero	7,54
Marzo	6,61
Abril	7,65
Mayo	7,38
Junio	9,95
Julio	11,89
Agosto	10,89
Septiembre	8,62
Octubre	8,58
Noviembre	6,43
Diciembre	5,07
MEDIA	7,92

Velocidades medias mensuales de viento a 10 m de altura en Pozo Izquierdo en el año 2000

Enero	5,88
Febrero	8,59
Marzo	6,48
Abril	10,47
Mayo	8,71
Junio	11,29
Julio	12,80
Agosto	10,89
Septiembre	8,18
Octubre	5,38
Noviembre	5,52
Diciembre	5,08
MEDIA	8,27

La media del conjunto de los meses estudiados es de 8,09 m/s a 10 metros de altura en el emplazamiento de la estación anemométrica.

2.1.-ADAPTACIÓN DE LOS DATOS DE VIENTO AL EMPLAZAMIENTO

La estación anemométrica con la que se efectuó la campaña de medidas se encuentra a 10 metros de altura, mientras que el eje de los aerogeneradores normalmente se encuentra a una altura superior. Dado que el viento aumenta con la altura se deberá realizar una corrección en altura de los datos obtenidos.

Uno de los modelos más empleados para realizar la corrección del viento en altura es el potencial modificado propuesto por Mikhail y Justus. Viene dado por:

$$V_h = V_a \left(\frac{H_h}{H_a} \right)^a$$

Siendo:

V_h = velocidad del viento a calcular (m/s).

V_a = velocidad conocida del viento (m/s).

H_h = altura a la que se quieren calcular los datos de viento (m).

H_a = altura a la que se han obtenido los datos de viento (m).

El exponente α se calcula de la siguiente manera:

$$a = \frac{1}{\ln\left(\frac{H_g}{H_o}\right)} - \frac{0.0881}{1 - 0.0881 \cdot \ln\frac{H_a}{10}} \cdot \ln\left(\frac{\bar{V}_a}{6}\right)$$

Siendo:

Hg = altura media geométrica entre las distintas alturas.

$$H_g = \sqrt{H_a \cdot H_h}$$

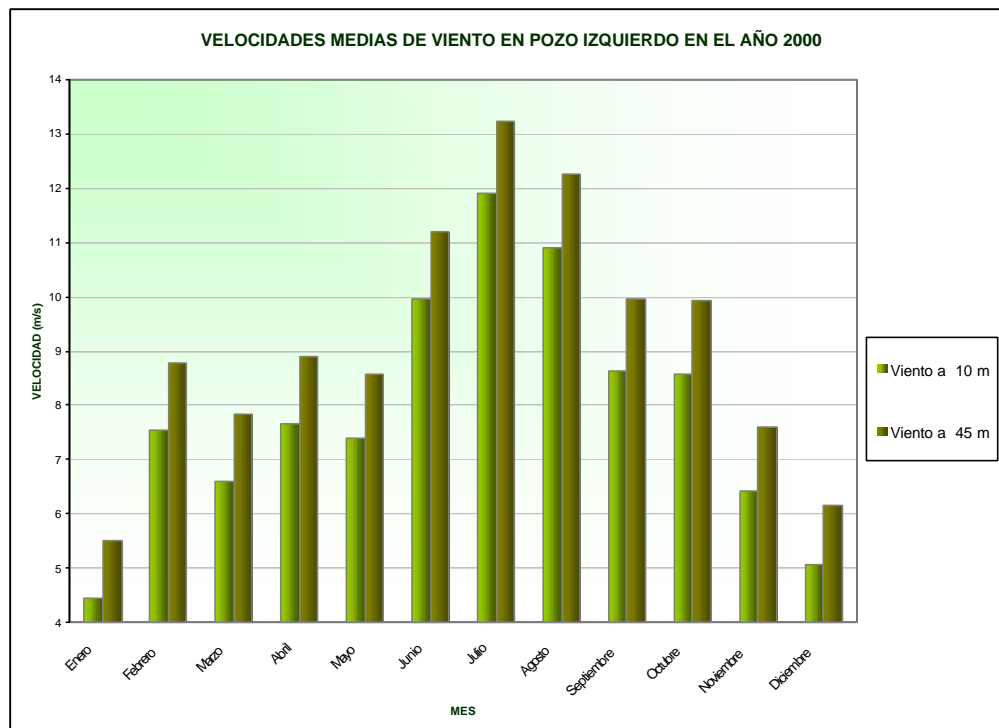
Ho = longitud de la rugosidad estimada del terreno (m).

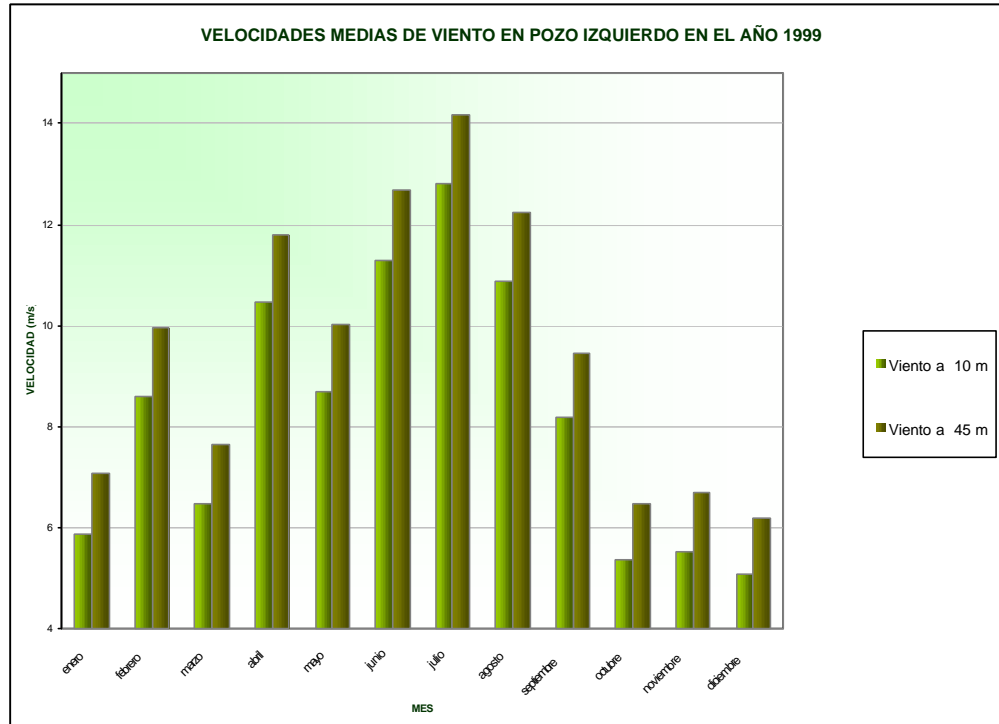
Se ha adoptado una rugosidad de 0,01m, que corresponde a un terreno llano de los posibles terrenos circundantes al emplazamiento de los aerogeneradores del parque.

Vel ocidades medias mensuales de viento a distintas alturas en Pozo Izquierdo en el año 2000		
Meses	Valores a 10 metros	Valores a 45 metros
Enero	4,46	5,51
Febrero	7,54	8,78
Marzo	6,61	7,82
Abril	7,65	8,89
Mayo	7,38	8,56
Junio	9,95	11,19
Julio	11,89	13,24
Agosto	10,89	12,24
Septiembre	8,62	9,95
Octubre	8,58	9,93
Noviembre	6,43	7,61
Diciembre	5,07	6,16
MEDIA	7,92	9,16

Velocidades medias mensuales de viento a distintas alturas en Pozo Izquierdo en el año 1999		
Meses	Valores a 10 metros	Valores a 45 metros
Enero	5,88	7,07
Febrero	8,59	9,96
Marzo	6,48	7,65
Abril	10,47	11,80
Mayo	8,71	10,02
Junio	11,29	12,67
Julio	12,80	14,17
Agosto	10,89	12,24
Septiembre	8,18	9,47
Octubre	5,38	6,49
Noviembre	5,52	6,69
Diciembre	5,08	6,21
MEDIA	8,27	9,54

Por lo tanto la velocidad media del viento en Pozo Izquierdo en los meses de estudio a la altura del buje del aerogenerador es de 9,35 m/s.





2.2.- CÁLCULO DE LA ENERGÍA GENERADA POR EL AEROGENERADOR

Para realizar un cálculo exhaustivo y preciso de la producción de un aerogenerador es necesario realizar una campaña de medidas que permita caracterizar el comportamiento del viento en el emplazamiento con exactitud y precisión. Con los valores medios mensuales no es posible realizar un cálculo con un 100% de fiabilidad, no obstante, mediante, las tablas de producción de los aerogeneradores que facilitan los fabricantes, para distintas velocidades medias anuales, es posible realizar un cálculo aproximado de la producción anual en MWh para un aerogenerador. Como ejemplo se adjunta la siguiente tabla de un aerogenerador de 900 kVA de potencia nominal (densidad del aire = 1,225, kg/m³):

Parámetro de forma k	Velocidad de viento medio anual (m/s)					
	5	6	7	8	9	10
1,5	1253	1818	2349	2812	3189	3479
2	1048	1685	2349	2976	3530	3990
2,5	892	1536	2269	3000	3669	4247



Para un factor de forma K estimado entorno a 2,5 y una velocidad media del viento de 8,41 m/s obtendríamos que la producción bruta aproximada de 2.968 MWh. La energía bruta así obtenida, se ponderará mediante los siguientes coeficientes:

- Coeficiente de disponibilidad
- Coeficiente de fallos de la red
- Coeficiente de pérdidas eléctricas

El coeficiente de disponibilidad es suministrado por la compañía fabricante de los equipos, el coeficiente de fallos de red será estimado en función de los datos de la Compañía Eléctrica sobre el TIEPI (tiempo de interrupción equivalente de la potencia instalada). El coeficiente de pérdidas eléctricas responderá a las pérdidas por efecto joule que se producirán en la red de BT/AT.



MEMORIA DESCRIPTIVA

1.-OBJETO DEL PROYECTO

El proyecto tiene como objeto primordial definir y proyectar todas las obras y actuaciones necesarias para la instalación de un parque eólico. Este objetivo implica:

- ❑ La elección de un emplazamiento propicio para el parque.
- ❑ La elección de una tecnología de generación eólica adecuada al emplazamiento.
- ❑ El diseño de las líneas de evacuación del parque para la interconexión con la red pública.
- ❑ La elección del sistema de protecciones.
- ❑ El diseño de la parcela y de la creación o modificación de accesos que sea necesarios para la correcta ejecución de la obra.
- ❑ Elaboración de un estudio de potencial eólico de la zona que permita la correcta modelización del mismo.
- ❑ El diseño de un edificio de mando y control del parque que cumpla a la vez las funciones de almacén de los consumibles necesarios para el correcto funcionamiento del parque.
- ❑ Predicción de los vientos anuales a distintas alturas y la elaboración de una estimación del funcionamiento del parque.
- ❑ Estudio de impacto ambiental del parque eólico.
- ❑ Estudio de Flujo de potencia de la red con la inclusión del parque.
- ❑ Estudio económico y de rentabilidad del parque.

2.-PETICIONARIO

Nombre y domicilio social del promotor o titular del parque eólico proyectado. Puede ser una empresa o un particular.

3.-EMPLAZAMIENTO

Indicación de la ubicación del parque eólico en cuestión, indicando el nombre de las parcelas, localidad y término municipal.

4.-NORMATIVA DE APLICACIÓN



- R.D. 2818/1998 de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración.
- Orden de 20 de agosto de 1996, por la que se crea el Registro de Instalaciones de Producción en Régimen Especial en Canarias y se regulan determinados aspectos para acceder a dicho régimen.
- Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, aprobado por Decreto de la Presidencia del Gobierno 2414/1961, de 30 de noviembre. (BOE 24/04/61).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre de 2000, de transporte, distribución, comercialización, suministro por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones eléctricas.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Circular de la Consejería de Presidencia e Innovación Tecnológica de referencia AT 01/03, en relación con las protecciones de generales de centro de transformación, así como transformadores individuales.
- Orden del Ministerio de Industria y Energía, de 12 de abril de 1999, por la que se dictan las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsitos de Energía Eléctrica.
- Real Decreto de 26 de diciembre de 1997, por el que se aprueba el Reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsitos de Energía Eléctrica.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobado por Orden de 9 de marzo de 1971, del Ministerio de Trabajo.
- Norma Tecnológica de la Edificación NTE-IER, Instalaciones de electricidad: Red exterior, aprobada por Orden del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo el 4 de junio de 1973.
- Real Decreto 2135/1980, de 26 de septiembre, de Liberalización Industrial.
- Orden de 19 de diciembre de 1980, sobre Norma de Procedimiento y Desarrollo del Real Decreto 2135/1980, de 26 de septiembre, de Liberalización Industrial.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobado por Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre (BOE nº288 del 01/12/82).
- Circular de la Consejería de Industria Nº1, sobre la interpretación del R.D. 3275/1982 de 12 de noviembre y O.M. de 6 de julio de 1984 que aprueba las Instrucciones



Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Estaciones Transformadoras.

- Norma Tecnológica de la Edificación NTE-IET, Instalaciones de Electricidad: Centros de Transformación, aprobada por Orden del 12 de diciembre de 1983 del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- Decreto Territorial 224/1993, de 29 de julio, por el que se regula la realización del trámite de información pública en los procedimientos que afectan a islas no capitalinas (BOC de 11/08/93).
- Norma NUECSA 007 2ª, relativa a Canalizaciones de Líneas de Media Tensión. (NOTA: Esta norma NO es de obligado cumplimiento; se recoge como recomendación en ausencia de reglamentación en la materia).
- Decreto 131/1995, de 11 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de carreteras de Canarias.
- Decreto Territorial 26/1996, de 9 de febrero por el que se simplifican los procedimientos administrativos aplicables a las instalaciones eléctricas (BOC nº28 de 04/03/96).
- Normas particulares para Instalaciones de enlace, en el ámbito de suministro de UNELCO, S.A. aprobadas por Orden Territorial de 21/10/96 (BOC nº1 de 02/01/98).
- Normas particulares para Centros de Transformación de hasta 30 KV en el ámbito de suministro de UNELCO, S.A., aprobadas por Orden de la Consejería de Industria y Comercio el 19 de agosto de 1997 (BOC nº31 de 12/03/99).
- Resolución de la Dirección General de Industria y Energía (BOC nº114 del 01/09/97), por la que se convalida el Método UNESA para el cálculo y diseño de las instalaciones de puesta a tierra en centros de transformación de tercera categoría, a los efectos de su aplicación en la Comunidad Autónoma de Canarias.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico. (BOE nº258 del 28/11/97).
- Ley 11/1997, de 2 de diciembre, de regularización del Sector Eléctrico Canario. (BOC nº 158 de 08/12/97).
- Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón en Masa o Armado EH-98. Orden del Ministerio de Obras Públicas y Transporte.
- 1er Complemento a la Norma NUECSA 00.7-24A (NI-57) "Procedimiento para la Manipulación y Transporte de Bobinas de Madera"
- NUECSA 00.4-14A (NS-13): Plan de seguridad para la contratación de grandes obras a terceros.
- UNESA, "Prescripciones de Seguridad y Primeros Auxilios".
- UNELCO-AMYS "Prescripciones de Seguridad para Trabajos y Maniobras en Instalaciones Eléctricas".



- ❑ Capítulo VII (no derogado) de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo (Orden de 9 de Marzo de 1971).
- ❑ Norma sobre señalización de Seguridad en los centros y locales de trabajo (Real Decreto 1403/1986, de 9 de Mayo).
- ❑ Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (B.O. del Estado de 23-IV-1997).
- ❑ Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en los lugares de trabajo (B.O. del Estado de 23-IV-1997).
- ❑ Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (B.O. del Estado de 12-VI-1997).
- ❑ Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud por los trabajadores de los equipos de trabajo (B.O. del Estado de 7-VIII-1997).
- ❑ Norma básica de protección contra incendios NBE-CPI 96 sobre "Condiciones de Protección Contra Incendios".
- ❑ Real Decreto 786/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (BOE de 30 de julio de 2001).
- ❑ Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios aprobado por Real Decreto 1492 / 1993 de Ministerio de Industria y Energía.
- ❑ Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los organismos Públicos afectados.
- ❑ Real Decreto 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental, modificado por el Real Decreto 9/2000, de 6 de octubre, y por la Ley 6 /2001, de 8 de mayo.
- ❑ Ley 11/1990, de 13 de julio, de Prevención del Impacto Ecológico.

5.-INSTALACIONES QUE CONSTITUYEN EL PARQUE EÓLICO

Los elementos que integran la instalación son:

- ❑ Parque de Aerogeneradores.
- ❑ Un edificio principal que albergará:
 - Centro de control y maniobra.
 - Transformador de servicios auxiliares.



- El almacén de repuestos y herramientas necesarios para un buen mantenimiento del parque.
- La oficina de control, mando y telemando del parque.
- Red interna de baja o media tensión (B.T./M.T.) a la tensión de 400 o 20.000 V que conecte cada aerogenerador con el centro de transformación correspondiente.
- Red externa de media tensión (M.T.) a la tensión de 20.000 V que conecte el parque con la subestación o centro de transformación de la red de distribución pública (cuando únicamente se trate de un parque no aislado).

6.-ELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS EÓLICAS

La elección de un modelo de aerogenerador no es una decisión que se deba tomar a la ligera. Existe variedad de potencias, tecnologías, y curvas de funcionamiento en el mercado. En cada emplazamiento hay que estudiar cual de las máquinas existentes en el mercado, se adapta mejor a las condiciones específicas del emplazamiento y necesidades. Estas condiciones son varias, siendo las más importantes el régimen de vientos, las condiciones técnico administrativas propias de la comunidad autónoma y las limitaciones de espacio de la parcela.

7.-DESCRIPCIÓN DEL AEROGENERADOR

7.1.-CARACTERÍSTICAS GENERALES

Descripción de las características fundamentales, siendo como mínimo las que se indican a continuación:

- Marca y modelo.
- Tipo de rotor, dimensiones, palas y orientación de funcionamiento (barlovento o sotavento).
- Sistema de Orientación.
- Sistemas de Control.
- Buje
- Características Eléctricas.
- Multiplicadora.
- Frenos
- Góndola
- Torre del Aerogenerador

7.1.1.-CONDICIONES CLIMÁTICAS

Indicación de las características nominales climáticas del diseño del aerogenerador:

- Margen nominal de temperaturas ambiente de funcionamiento.
- Margen nominal de humedad relativa de funcionamiento.
- Protección contra corrosión.

7.1.2.-DISTANCIAS ENTRE AEROGENERADORES

Descripción de las distancias de funcionamiento entre aerogeneradores en las dos direcciones perpendiculares de configuración del parque eólico.

7.2.-ELEMENTOS DEL AEROGENERADOR

7.2.1.-ROTOR

Descripción de los siguientes parámetros:

- Diámetro.
- Área de Barrido.
- Velocidad de rotación de operación.
- Sentido de rotación.
- Orientación.
- Ángulo de inclinación.
- Conicidad del rotor.
- Número de palas.
- Freno aerodinámico.

7.2.1.1.-PALAS

Descripción de las siguientes características técnicas de las palas:

- Longitud de pala.
- Sistema pararrayos.
- Distancia entre raíz de las palas hasta el centro del buje.
- Material de fabricación y concepto estructural de las palas.
- Perfiles aerodinámicos.



- Torsión.
- Peso.
- Cuerda de la pala.
- Conexión de palas.
- Descripción de la unión pala-rodamiento.

7.2.1.2.-BUJE

Descripción de las siguientes características técnicas de las palas:

- Tipología.
- Material de fabricación y estructura.
- Accesibilidad.
- Cono de la nariz.
- Rodamientos de pala.

7.2.2.-MULTIPLICADORA

Características técnicas de la multiplicadora.

- Tipo.
- Ratio.
- Refrigeración.
- Calentador de aceite.
- Dimensiones.
- Peso.

7.2.3.-EJE PRINCIPAL

Breve descripción técnica del elemento encargado en realizar la transmisión del par motor que provoca el viento sobre el rotor hasta la multiplicadora.

7.2.4.-BASTIDOR

Somera descripción de la estructura encargada de soportar sustentar la góndola y transmitir las cargas hasta la torre. La transmisión de estas cargas se realiza a través del cojinete de la corona de orientación.

7.2.5.-CAPOTA

Descripción de la cubierta que protege los componentes del aerogenerador que se encuentran en la góndola, resaltando las siguientes características:

- Material de fabricación.
- Aislamiento acústico logrado.
- Espacio necesario en el interior de la góndola para realizar actuaciones de reparación y mantenimiento.
- Ventilación.
- Iluminación (claraboyas).
- Diseño seguro para el personal técnico.

7.2.6.-MEDIDA DEL VIENTO

Indicación del sistema y ubicación del sistema de sensores para realizar las medidas de viento.

7.2.7.-SISTEMA DE CONTROL

Descripción del sistema de control, el cual monitoriza y gobierna todas las funciones del aerogenerador, intentando que las actuaciones sean óptimas en todo momento. El sistema de control debe registrar continuamente las señales de los distintos sensores del aerogenerador, y cuando detecta algún error realiza las acciones oportunas para subsanarlo. El sistema de control detiene el aerogenerador si el error detectado así lo requiere.

7.2.8.-SISTEMA Y MECANISMO DE GIRO

Descripción de la tipología del sistema y mecanismo de giro, destacando el modelo de corona de orientación, su velocidad de orientación, elementos de fricción y motorizaciones del mecanismo de giro.

7.2.9.-TORRE

Se deberán especificar las siguientes características de las torres de los aerogeneradores:

- Tipo.
- Material.
- Especificaciones de las Virolas.
- Especificaciones de las bridas.
- Tratamiento superficial.
- Diámetro en la parte superior.
- Diámetro en la parte inferior.
- Altura del buje.
- Longitudes y pesos de los tramos.

7.2.10.-GENERADOR

Se describirán los principales parámetros técnicos del generador eléctrico.

- Tipo de rotor.
- Potencia nominal.
- Voltaje.
- Frecuencia.
- Nº de Polos.
- Clase de protección (IP).
- Velocidad nominal de rotación.
- Factor de Potencia.
- Dimensiones.
- Peso.

7.2.11.-CIMENTACIONES

Establecimiento de las bases del diseño de las zapatas de los aerogeneradores, las cuales deben ser capaces de soportar las cargas gravitacionales provocadas por la torre, la góndola, el transformador y todos los equipos que integran el aerogenerador. La zapata además debe ser capaz de soportar las sollicitaciones provocadas por la acción del viento y resistir al vuelco.

A continuación se definen los datos principales de cálculo para las cimentaciones de un aerogenerador:

- ❑ Tensión admisible del terreno supuestas.
- ❑ Cargas gravitatorias.
- ❑ Cargas provocadas por la acción del viento.
- ❑ Hormigón a emplear.
- ❑ Tipo de Acero para las armaduras.

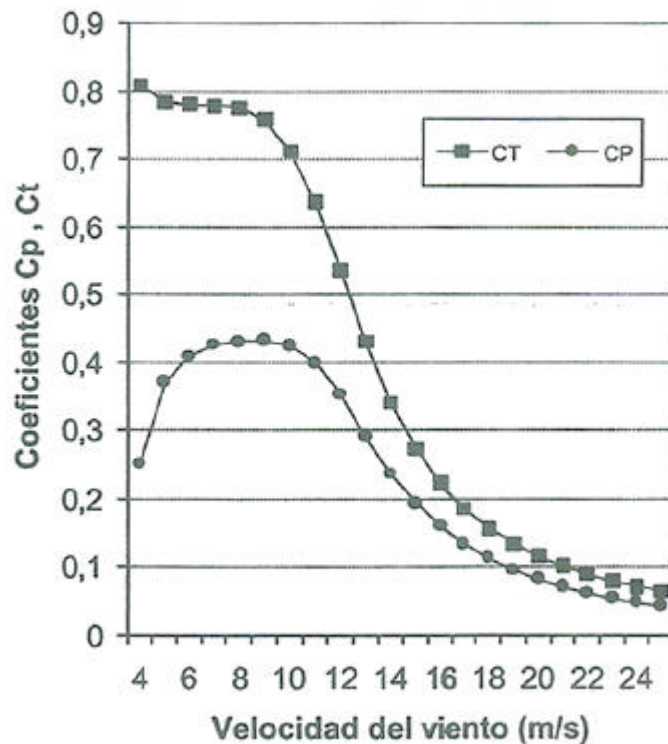
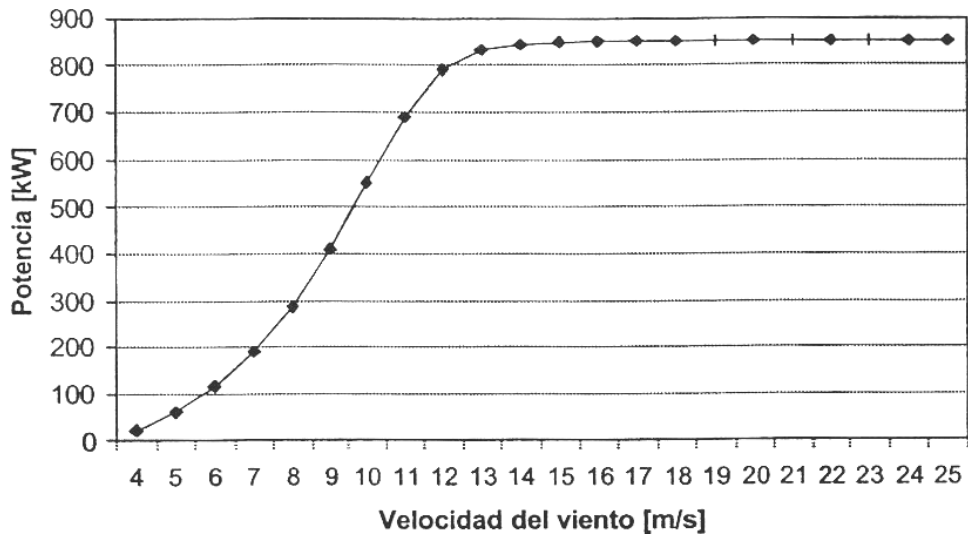
7.3.-PARÁMETROS DE DISEÑO

7.3.1.-CONDICIONES DEL VIENTO

Las condiciones de viento para un emplazamiento se especifican normalmente por una distribución de Weibull. Esta distribución viene descrita por el factor de escala A y el factor de forma k. El factor A es proporcional a la velocidad media del viento y el factor k define la forma de la distribución para diferentes velocidades de viento. La turbulencia es el parámetro que describe las variaciones o fluctuaciones a corto plazo del viento. A continuación se muestra las condiciones de diseño de un aerogenerador:

Concepto	Valor	Unidades	Comentarios
Clase IEC	I _A	-	IEC 61400-1 Ed. 2
Velocidad media anual del viento	10	m/s	Referido a altura del buje
Parámetro de forma de Weibull, k	2		
Intensidad de turbulencia a 15 m/s, I₁₅	18	%	
Viento de referencia (10 min.)	50	m/s	Periodo recurrencia 50 años
Viento de referencia (3 seg.)	70	m/s	Periodo recurrencia 50 años
Máx. aceleración ráfaga de viento	10	m/s ²	
Velocidad de viento de parada / reinicio	25/20	m/s	Filtrada a 100 segundos

La curva de potencia (calculada para una turbulencia del 10 %) junto con las curvas C_p y C_t y la producción anual del aerogenerador de ejemplo se adjuntan a continuación.



7.3.2.-VERIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES DE VIENTO

Los aerogeneradores se pueden colocar bajo diferentes y variadas condiciones climáticas: donde la densidad del aire, la intensidad de turbulencia, la velocidad media del viento y el parámetro de forma k son los parámetros a considerar. Si la intensidad de turbulencia es alta las cargas en el aerogenerador aumentan y su tiempo de vida disminuye. Por el contrario, las cargas se reducirán y su tiempo de vida aumentará si la velocidad media del viento o la intensidad de turbulencia o ambas son bajas. Por lo tanto, los aerogeneradores pueden colocarse en

emplazamientos con alta intensidad de turbulencia si la velocidad media del viento es adecuadamente baja. Las condiciones climáticas han de examinarse si lo prescrito es excedido.

En terreno complejo, las condiciones de viento serán verificadas sobre la base de medidas realizadas en el emplazamiento. Además, habrá que considerar el efecto de la topografía en la velocidad y perfil del viento, la intensidad de turbulencia y la inclinación del flujo de viento sobre cada aerogenerador.

7.4.-EQUIPAMIENTO DE ALTA TENSIÓN

Exceptuando los aerogeneradores de pequeña potencia, todos ellos disponen de un transformador elevador en seco dispuesto en la torre, a efectos de elevar la tensión de baja tensión del aerogenerador a una tensión que generalmente asciende a 20 kV. Este transformador es protegido mediante la correspondiente celda de protección del transformador ubicada en la base de la torre, junto con otras celdas o conexiones que permiten la conexión al anillo de media tensión del parque eólico.

7.4.1.-CELDA DE MEDIA TENSIÓN

Las celdas podrán ser modulares o compactas, y estarán equipada para realizar las funciones de protección del Transformador BT/MT y la conexión a los cables de la Red de MT.

A continuación se indican las características eléctricas más comunes de las celdas habitualmente empleadas:

Tipo	Aparamenta aislada SF6
Servicio	Continuo
Instalación	Interior
Nº de fases	3
Nº embarrados	1
Tensión nominal asignada	24 kV
Tensión del servicio	20 kV
Frecuencia nominal	50 Hz
Intensidad nominal	
Función de protección (P)	200 A
Función de conexión a red (L)	400 A
Nivel de aislamiento	

Sobre distancia de Seccionamiento (frecuencia industrial / tipo rayo)	60 kV / 145 kV
A tierra, entre polos y entre bornas (frecuencia industrial / tipo rayo)	50 kV / 125 kV
Intensidad de cortocircuito	
Admisible de corta duración (1 s)	16 kA
Nominal cresta	40 kA
Voltaje	24 kV
Medidas	
Dimensiones Aproximadas	1200 x 800 x 2090 (alto) mm ³

7.4.2.-TRANSFORMADOR

El transformador de BT/MT será de tipo seco y aislado con materiales autoextinguibles. Las características mínimas a indicar son las que se muestran en el siguiente ejemplo, que se trata de un transformador de 900 kVA empleado en algunos modelos de aerogeneradores.

Tipo	Trifásico, seco encapsulado	
Relación	20 kV / 690 V	
Potencia nominal	900 kVA	
Frecuencia	50 Hz	
Grupo de conexión	Dyn11n11	
Tensión de cortocircuito	<=6%	
Clase de aislamiento	F	
Nivel de aislamiento del primario	Frecuencia Industrial	24 kV
	Impulso tipo rayo	125 kV
Nivel de aislamiento del secundario	Frecuencia Industrial	3 kV
Dimensiones Aproximadas	860 x 1720 x 1660 (alto) mm ³	
Peso Aproximado	2900-3000 kg	
Norma UNE	UNE 21538	

Para protección contra contactos directos, el transformador irá protegido con una malla metálica.

8.-MANTENIMIENTO DE LOS AEROGENERADORES

8.1.-MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Son intervenciones no programadas o de emergencia. Las intervenciones de mantenimiento correctivo las realizará personal cualificado para realizar tal fin.

8.2.-MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Son inspecciones programadas de mantenimiento. En la programación de estas intervenciones es recomendable seguir las indicaciones del fabricante, como mínimo incluirán:

Buje

- Detección de fisuras.
- Revisión del par de apriete de los tornillos.

Palas

- Inspección visual de las palas.
- Detección de fisuras.
- Inspección del extender de las palas.

Eje transversal, biela

- Lubricación cojinetes de las bielas.
- Lubricación sistema de anti-rotación para el eje transversal
- Lubricación soporte del eje transversal y del cojinete liso delantero.
- Chequeo del par de apriete de los tornillos.
- Chequeo de los rodamientos.

Cilindro del pitch

- Lubricación anillos guía en alojamiento del eje de orientación de palas.
- Lubricación rodamiento del eje de orientación.
- Lubricación cabeza de bulón en el vástago del pistón.
- Lubricación soporte del cilindro hidráulico.
- Chequeo del par de apriete de los tornillos.
- Chequeo del cojinete liso.
- Chequeo de las partes en tubo portador.



- Chequeo de rodamiento del eje de orientación de palas y anillos guía.
- Chequeo del soporte del cilindro.
- Chequeo del cilindro hidráulico.
- Chequeo de posibles fugas de aceite.
- Chequeo de la posición cero del sistema del eje de orientación de la palas.

Eje principal

- Lubricación rodamiento principal, frontal / trasero.
- Chequeo de rodamientos.
- Chequeo del par de apriete de los tornillos.

Sistema de amortiguación

- Lubricación disco de muelles derecho / izquierdo.
- Chequeo del par de apriete de los tornillos.

Reductora

- Lubricación general.
- Chequeo par de apriete de los tornillos.
- Chequeo de la holgura de los rodamientos.
- Chequeo fugas de aceite.
- Test de aceite.

Frenos

- Chequeo del par de apriete de los tornillos.
- Chequeo pinzas y pastillas de frenos.
- Chequeo del disco de freno.
- Eje de transmisión.
- Lubricación general.
- Chequeo del eje de transmisión.

Generador

- Lubricación general.
- Chequeo de los amortiguadores de caucho.
- Chequeo de los rodamientos.
- Chequeo del dispositivo protector del ventilador y tratamiento de la superficie.

Sistema hidráulico



- Revisión de niveles.
- Cambio filtro alta presión.

Motor de orientación

- Lubricación general.
- Chequeo de rodamientos.
- Revisión de fugas de aceite.

Sistema del rodamiento de orientación

- Lubricación mordazas, vértice inferior, borde interno, dientes.
- Chequeo del par de apriete de los tornillos.
- Chequeo de los rodamientos de deslizamiento.
- Control del material.

Góndola y corona

- Chequeo del par de apriete de los tornillos.
- Control del material.
- Chequeo de soldaduras.

Carcasa

- Revisión general.

Torre tubular

- Chequeo del par de apriete de los tornillos y revisión general.

8.3.-CONSUMIBLES

Los consumibles que sean necesarios tales como aceites, lubricantes, grasas, filtros, juntas, fusibles, etc., tanto en las inspecciones programadas de mantenimiento como en las intervenciones no programadas. Por ello se dispondrá un almacén, cuya misión será albergar los consumibles necesarios para los trabajos de mantenimiento.

9.-RED INTERNA DEL PARQUE

9.1.-RED DE MEDIA TENSIÓN

La red de media tensión tiene como misión transmitir la energía generada en los aerogeneradores hasta el edificio de mando del parque donde se encuentran las celdas de



protección y maniobra. También la red servirá para alimentar a los aerogeneradores durante las labores de mantenimiento.

En este apartado se describirá el trazado de la red, la tipología, sección y características nominales del cable empleado.

9.2.-CABLE DE COMUNICACIONES

Para la transmisión de señales se conectarán entre sí todos los aerogeneradores y éstos con el edificio de control, generalmente se emplea cable armado de fibra óptica con protección antirroedores eléctrica. Este cable irá en la zanja de los cables de M.T. a una profundidad aproximada de 80 cm. Se han de especificar todas las características técnicas del cable de comunicaciones seleccionado.

9.3.-CANALIZACIONES DE LA RED INTERNA

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud. Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en las curvas con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar (El radio de curvatura después de colocado un cable será como mínimo 10 veces su diámetro exterior y 20 veces en las operaciones de tendido).

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entubaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se eliminará toda rugosidad del fondo que pudiera dañar la cubierta de los cables y se extenderá una capa de arena o tierra fina de 10 cm de espesor que servirá para nivelar el fondo y asiento de los cables. Los conductores se instalarán en tal manera que no se les perjudique ni disminuyan sus características dadas por el fabricante. Se seguirán en todo momento las indicaciones descritas en el pliego de condiciones técnicas referidas a la instalación de los conductores. Deberán emplearse un sistema, bien mediante cintas señalizadoras o placas de PVC, que permitan indicar la presencia de cables eléctricos, frente a una posible apertura o cata en una zanja.

9.4.-SEÑALIZACIÓN EXTERNA



Se colocarán mojones de señalización para las líneas de alta tensión, cuando sea posible, deberán identificar el trazado de la línea. Los mojones serán cilíndricos, y las medidas aproximadas serán de 20 centímetros de diámetro, una altura total de 1,1 metros, siendo la altura vista de al menos 40 centímetros. Los mojones irán pintados con franjas rojas y blancas, indicándose en su parte superior una referencia de letras "AT".

10.-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

En aquellos casos en que el objetivo del parque eólico es generar fluido eléctrico para el consumo de unas instalaciones existentes, tales depuradoras, desaladoras, o cualquier otra actividad industrial, independientemente, de que pueda simultáneamente, suministrar fluido eléctrico a la red pública, se deberá disponer de un centro de transformación que permita transformar la energía eléctrica a los niveles de tensión de uso, generalmente 400 V, a la vez que si se trata de un sistema conectado a la red de alta tensión, le permite suministrarse de fluido eléctrico en ausencia de viento, en este último caso se deberá instalar un contador de energía eléctrica bidireccional.

En este apartado se describirán los siguientes apartados:

- Obra civil del Centro de Transformación.
- Aparamenta de Alta Tensión empleada.
- Aparamenta de Baja Tensión empleada.
- Configuración y descripción de Celdas de Alta Tensión.
- Transformadores de potencia.
- Transformadores para servicios auxiliares.
- Cuadros Generales de Baja Tensión.
- Protecciones eléctricas empleadas.
- Sistemas contra incendios.
- Ventilación.
- Sistemas de tierras (neutro, herraje, superficie equipotencial).
- Iluminación.
- Alumbrado de Emergencia.
- Equipos de protección individual.

11.-EDIFICIO DE MANDO DEL PARQUE



11.1.-INTRODUCCIÓN

La instalación de un parque eólico lleva aparejado una serie de infraestructuras o servicios adicionales a los aerogeneradores. Es necesario disponer de unas protecciones del conjunto del parque, así como de unos equipos de medición en bornes de estas protecciones. También para realizar el telecontrol de cada aerogenerador, es necesario instalar un ordenador que contenga el software de control de los equipos. Dicho software es necesario para maniobrar los aerogeneradores desde el propio ordenador o desde otro punto conectado telefónicamente, o bien, vía satélite.

Por estas razones, es necesario construir un pequeño edificio que albergue la aparatación eléctrica, los dispositivos de telecontrol y un almacén para los consumibles del parque.

11.2.-DESCRIPCIÓN GENERAL

En este apartado se describirán las dimensiones del edificio, así como los elementos constructivos. Se deberá procurar, integrar esta unidad edificatoria en su entorno, a efectos de minimizar el impacto visual.

11.3.-ESTANCIA DE APARAMENTA ELÉCTRICA

Se describirá detalladamente dimensiones, así como la disposición de los equipos de alta tensión y de baja tensión que contendrá, tales como las celdas con aislamiento en gas de SF₆ de protección, mando, celda de medida, el transformador de servicios auxiliares, los transformadores de potencia y cuadros generales de baja tensión.

11.4.-ESTANCIA DEL ORDENADOR DE CONTROL

Se describirá sus detalladamente sus dimensiones. En el interior de la estancia se colocará una mesa en la que se situarán un teléfono, el ordenador de control del parque y todos los periféricos necesarios para su correcto funcionamiento.

En este mismo cuarto y a una altura asequible se colocará un botiquín de primeros auxilios.



11.5.-ALMACÉN

Deberán indicarse sus dimensiones y describir el mobiliario que se instalará en su interior.

La función del almacén es tener un local donde poder acopiar los consumibles necesarios para el correcto mantenimiento de los aerogeneradores.

11.6.-JUSTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS CONTRAINCENDIOS DE LA UNIDAD EDIFICATORIA

Se dispondrán y justificarán todas las medidas contraincendios que deriven de la vigente normativa contraincendios, que como mínimo se atenderá a la siguiente normativa:

- Norma básica de protección contra incendios NBE-CPI 96 sobre “Condiciones de Protección Contra Incendios”.
- Real Decreto 786/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (BOE de 30 de julio de 2001).
- Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios aprobado por Real Decreto 1492 / 1993 de Ministerio de Industria y Energía.

11.7.-JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICA INTERIORES DE BAJA TENSIÓN

Las instalaciones eléctricas interiores de baja tensión se diseñarán de acuerdo con el vigente Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

En todos los cuartos se dispondrán de tomas de corriente, iluminación y alumbrado de emergencia, siendo conveniente instalar una pequeña UPS para los equipos informáticos.

11.8.-OTRAS INFRAESTRUCTURAS DEL EDIFICIO DE CONTROL

En el inmueble se dispondrán de las siguientes infraestructuras y servicios necesarias para el correcto funcionamiento del edificio:

- Infraestructuras de comunicaciones.



- ❑ Saneamiento.
- ❑ Pluviales.
- ❑ Aire Acondicionado en la habitación de control.

12.-CAMINOS INTERNOS Y PLATAFORMAS DE MONTAJE DE LOS AEROGENERADORES

12.1-TRAZADO DE LOS CAMINOS INTERNOS

Se describirán los caminos internos en la/s parcela/s, respondiendo, por una parte a la condición de facilitar el acceso a todos los aerogeneradores del parque, y por otra a la de utilizar en la mayor medida posible los caminos existentes, minimizando de esta forma la afección ambiental de la obra. Como condición general de trazado, se considerará la pendiente máxima, los radios en curvas mínimo y la inclinación lateral, a efectos de realizar la correcta programación del transporte del material y grúas para el montaje de los aerogeneradores. No obstante, se procurará encajar los caminos de la forma más ventajosa para evitar al máximo la aparición de terraplenes, que son más difíciles de integrar con el paisaje.

12.2.-PLATAFORMAS DE MONTAJE

Se describirán la constitución y medidas de la plataforma que se dispondrán junto a cada aerogenerador, en prolongación con los accesos, necesaria para el establecimiento de las grúas empleadas en el montaje de las torres y los generadores.



MEMORIA DE CÁLCULO

1.-INTRODUCCIÓN

La memoria de cálculo estará constituida por los métodos de cálculo y los resultados que justifican las diferentes soluciones adoptadas en los diversos capítulos de las obras proyectadas.

Se deberán analizar los siguientes capítulos:

- **CÁLCULOS ELÉCTRICOS:** Se justificará la red interior del parque, el centro de transformación, instalaciones de baja tensión del edificio de control, los servicios auxiliares y la línea de evacuación del parque si existe (sistema no aislado).
- **CÁLCULOS ESTRUCTURALES:** De la estructura y cimentación del edificio de mando del parque, donde estarán ubicadas las protecciones, los equipos de telemando y los consumibles necesarios.
- **CÁLCULOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS:** Necesarios para la ejecución de las cimentaciones, vías de acceso y trazado de las líneas.
- **CÁLCULOS REFERIDOS A LA NORMATIVA DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS:** Evaluación del nivel de riesgo del local, medidas de prevención y cálculo de la ventilación del edificio.

2.-CÁLCULOS ELÉCTRICOS

2.1.-CÁLCULO DE LA RED INTERNA DE 20 KV

2.1.1.-INTRODUCCIÓN

La red interna del parque es la encargada de conectar eléctricamente los aerogeneradores entre sí y llevar la energía producida por estos al embarrado del parque. Se deberá diseñar sus interconexiones de manera que logre el mejor compromiso entre la fiabilidad del sistema y la economía de la ejecución.

2.1.2.-METODOLOGÍA

Para determinar la sección de conductor que se precisa en la instalación se atenderá a tres criterios de cálculo:

- Intensidad máxima admisible en servicio permanente.
- Intensidad máxima admisible en cortocircuito durante un tiempo dado.
- Caída de tensión.

2.1.3.-INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN SERVICIO PERMANENTE

Se calculará el caso más desfavorable que pudiera originarse en cada tramo. El cálculo de la sección por máxima intensidad en régimen permanente estará supeditada a los siguientes extremos:

- Máxima intensidad generada por el parque eólico en el tramo de línea analizada (I_{MG}).
- Intensidad máxima admisible corregida por el conductor (I_{AC}). Como referencia de cálculo de este parámetro se puede recurrir la norma UNE 20435 “Guía para la elección de cables de alta tensión”.

En todo caso siempre se deberá cumplir:

$$I_{AC} \geq I_{MG}$$

2.1.4.-CAIDA DE TENSIÓN

Para realizar la comprobación de la caída de tensión de las líneas, se utilizarán, los valores de la resistencia óhmica (R) y de la reactancia (X), en C.A. a 50 Hz, en las condiciones de servicio, que serán facilitados por el fabricante. La caída de tensión de la línea para el caso de C.A. trifásica, se puede calcular por varios métodos, tales como, mediante técnicas de flujo de potencia, ecuaciones hiperbólicas, esquema en π o esquema serie, etc. Las ecuaciones hiperbólicas son las más exactas y más complejas, mientras que el esquema serie, es el más sencillo y rápido de calcular, y el que más caída de tensión da como resultado al eliminar la parte capacitiva del modelo eléctrico. No obstante, la selección del método a emplear debe venir ligado a la envergadura de la red interna de interconexión entre aerogeneradores.

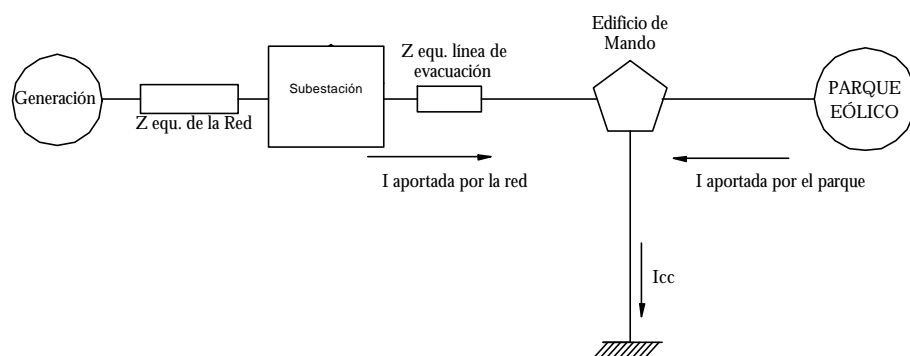
2.1.5.-INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN CORTOCIRCUITO

Según este criterio, la sección del conductor, será aquella que permita soportar una corriente de cortocircuito por un espacio de tiempo, que deberá ser inferior al de actuación de las protecciones aguas arriba de la red interna del parque eólico, es decir, las protecciones generales del parque ubicadas en el edificio de control. Estas protecciones, ante un defecto, deberán actuar con antelación a las dispuestas en la Subestación de la Compañía Eléctrica, es decir, serán selectivas con la red de distribución pública, a efectos de evitar un disparo que afecte a otros abonados.

La compañía eléctrica facilita la potencia de cortocircuito en el punto de evacuación de energía, a partir de este valor, y dado que podemos modelizar el sistema eléctrico de potencia aguas abajo al punto de entronque de la red de distribución pública, podremos determinar la potencia de cortocircuito en cualquier punto de la red interna del parque eólico. Se debe tener en cuenta, que en caso de cortocircuito, además de la potencia que suministrar la red, podría sumarse la de los generadores eólicos.

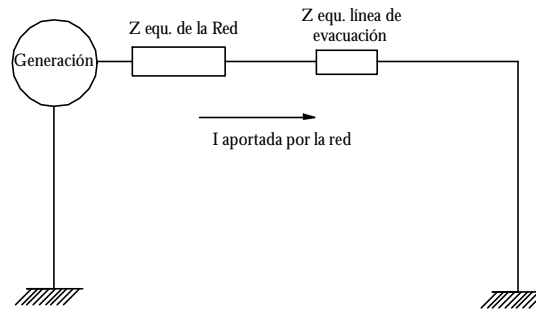
2.1.5.1.-CÁLCULO DE LA INTENSIDAD EN CORTOCIRCUITO EN BARRAS DEL EDIFICIO DE MANDO

En caso de producirse un cortocircuito, tanto la red, como los aerogeneradores alimentarían éste. La intensidad en cortocircuito será por lo tanto la suma de ambas, tal como se representa en el siguiente esquema conceptual.



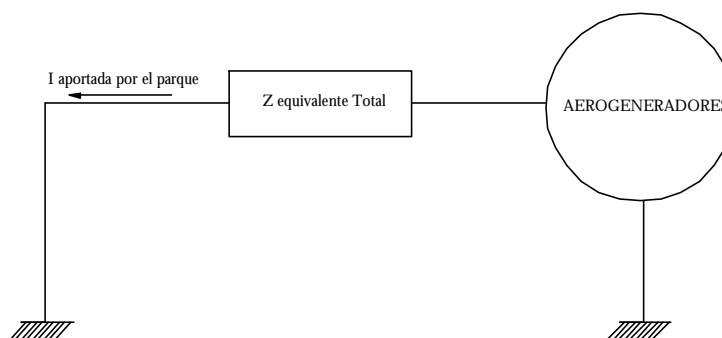
APORTACIÓN DE LA RED.

En primer lugar se determina la aportación de la red. El esquema eléctrico del circuito sería el siguiente:



APORTACIÓN DE LOS AEROGENERADORES.

La aportación de los aerogeneradores a la corriente de cortocircuito en las barras del edificio de mando, es distinta para cada aerogenerador, ya que en función de la lejanía de estos al edificio de mando, su potencia de cortocircuito está más amortiguada. El esquema simplificado de la instalación sería, donde $Z_{\text{equivalente Total}}$ responde a la impedancia equivalente del circuito de la red interna de líneas del parque, así como las impedancias de cada los aerogeneradores:



Por lo tanto la intensidad de cortocircuito en barras del edificio de mando es:

$$I_{cc \text{ total}} = I_{\text{aportada al CC por la red}} + I_{\text{aportada al CC por el parque}}$$

2.1.5.2.-CÁLCULO DE LA INTENSIDAD EN CORTOCIRCUITO EN UN PUNTO INTERIOR A LA RED DEL PARQUE

Se deberá analizar la potencia de cortocircuito en otros puntos de la red interna, concretamente, se deberá prestar especial atención, aquellos donde la intensidad de cortocircuito alcance los valores máximos.

Al igual que el caso anteriormente expuesto, se deberá tener en cuenta, la aportación del parque eólico, además de la red de distribución.

Una vez disponemos de la máxima intensidad de cortocircuito, así como el tiempo de actuación de las protecciones frente a las faltas, podremos determinar si una sección dada de un conductor, soporta las solicitaciones del cortocircuito para un tiempo de actuación dado. Para ello, se deberá emplear los datos facilitados por el fabricante del conductor.

2.1.6.-COMPROBACIÓN DEL EMBARRADO DE 20 KV

Se deberá comprobar que el embarrado de las celdas, una vez determinado la intensidad de cortocircuito en el edificio de mando, tiene unas características nominales facilitadas por el fabricante superior a las solicitaciones calculadas.

2.2.-CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

2.2.1.-CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

- Intensidad en Alta Tensión.
- Intensidad en Baja Tensión.
- Cortocircuitos:
 - Cálculo de la corriente de cortocircuito.
 - Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.
 - Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.
- Dimensionado del embarrado:

- Comprobación por densidad de corriente.
- Comprobación por sollicitación electrodinámica.
- Cortocircuito por sollicitación técnica.

- Selección de fusibles de Alta y Baja Tensión.
- Interruptores de Baja Tensión.
- Dimensionado de la ventilación.
- Dimensiones de la fosa apagallamas.
- Cálculo de las instalaciones de puesta en tierra:
 - Investigación de las características del suelo.
 - Determinación de las corrientes máximas de puesta en tierra y del tiempo máximo de eliminación del defecto.
 - Diseño preliminar de la instalación de tierra.
 - Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.
 - Cálculo de las tensiones de paso interior de la instalación.
 - Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.
 - Cálculo de las tensiones aplicadas.
 - Investigación de las tensiones transferidas al exterior por tuberías, vallas, neutros, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos. Estudio de las formas de reducción o eliminación.
 - Corrección y ajuste del diseño inicial, estableciendo el diseño definitivo.

2.3.-CÁLCULO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL EDIFICIO DE CONTROL

2.3.1.-CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

Se justificarán los sistemas de alumbrado a emplear en los distintos espacios de la del edificio de control, en función de las características del trabajo a efectuar, y de las luminarias y lámpara empleadas.

Asimismo, se deberá reflejar los cálculos de números de luminarias a instalar y niveles lumínicos resultantes. En caso de usarse ordenador para los cálculos, incluir hipótesis de cálculo y resultados, especificando el programa empleado.

2.3.2.-CÁLCULOS ELÉCTRICOS

2.3.2.1.-PREVISIÓN DE CARGAS

- **Potencia total instalada.** Para ello es preciso especificar:
 - Relación de receptores de alumbrado con indicación de sus potencias eléctricas.
 - Relación de receptores de fuerza con indicación de sus potencias eléctricas.
 - Relación de otros receptores con indicaciones de sus potencias eléctricas.
- Indicar y justificar la *potencia en kW de los generadores (UPS) o grupos electrógenos* que existan.

2.3.2.2.-CÁLCULO DE LAS SECCIONES

Se procederá a calcular las secciones de conductores y de las características de las canalizaciones de línea o líneas repartidoras, derivaciones individuales, líneas secundarias y otras, pudiendo simplificarse los cálculos por medio de tablas indicativas, aunque siempre es preciso indicar las fórmulas y los criterios empleados.

2.3.2.3.-CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES

A instalar en las diferentes líneas generales y secundarias, teniendo en cuenta sobrecargas, cortocircuitos y sobretensiones.

2.3.2.4.-CÁLCULO DE LA COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA Y SELECCIÓN DEL EQUIPO

2.3.2.5.-CÁLCULO Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

3.-CÁLCULO JUSTIFICACIÓN DE MEDIDAS CONTRA INCENDIOS DEL EDIFICIO DE CONTROL



3.1.-COMPARTIMENTACIÓN

Se indicarán los sectores de incendios que se han considerado en el edificio o edificios donde se ubica la industria.

3.2.-OCUPACION DEL EDIFICIO

Se establecerá el número de personas que según el uso puedan estar simultáneamente en cada una de las dependencias de la industria, en cada sector de incendios y, si el caso lo requiere, en cada planta del edificio.

3.3.-EVACUACION

Se especificará con detalle lo siguiente:

- **Orígenes de evacuación** en cada sector.
- **Recorridos de evacuación** para cada sector.
- **Alturas de evacuación** con respecto al exterior.
- **Salidas de planta.** Número y disposición.
- **Dimensiones** de salidas, pasillos, escaleras y rampas, teniendo en cuenta las recomendaciones establecidas en la NBE-CPI 96.

3.4.-SEÑALIZACION

Indicación de los elementos necesarios de señalización bien de carácter pasivo como rótulos y señales o de carácter activo como alumbrados de emergencia y señalización.

3.5.-COMPORTAMIENTO ANTE EL FUEGO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS Y MATERIALES

Se especificará la Estabilidad al Fuego (EF) para los elementos constructivos y estructurales del edificio de mando: estructura, cubiertas, muros medianeros, muros separadores

de sectores de incendio y fachada. Asimismo para los diversos materiales empleados se indicarán sus características y su clasificación (MO, M1, M2, M3, M4 o M5).

3.6.-INSTALACIONES DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS

De cada una de las instalaciones exigidas por la normativa vigente, o bien, instaladas por diseño del proyectista, se expresará y se calculará lo siguiente:

- ***Extintores.***
 - Máximo recorrido hasta un extintor, indicando máxima distancia entre extintores.
 - Eficacia de los extintores empleados, número y disposición de los mismos.

- ***Bocas de incendio equipadas.***
 - Cálculo del número de bocas, de los diámetros de las tuberías, de la potencia de la bomba necesaria y de la capacidad del depósito de agua.
 - Criterios de colocación de bocas y emplazamiento de las mismas.

- ***Instalación de detección y alarma.***
 - Tipo de detectores a emplear.
 - Cálculo del número de detectores y disposición de los mismos.
 - Ubicación de la central de detección y de los sistemas internos y externos de alarma.

- ***Alumbrados de emergencia y señalización.***
 - Descripción de los elementos de estas instalaciones y condiciones de ubicación de los aparatos.

- ***Otras instalaciones.***
 - Descripción de los elementos de estas instalaciones y condiciones de ubicación de los aparatos.



4.-CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DE CONTROL

Se deberá reflejar los siguientes cálculos y soluciones adoptadas:

- **Resistencia admisible del terreno** y otros parámetros que afecten al cálculo de las cimentaciones.
- **Acciones consideradas** teniendo en cuenta las normas en vigor: cargas permanentes, sobrecargas de uso, nieve, viento, sismo y cargas térmicas.
- **Calidades de los materiales** resistentes empleados en cimentaciones y estructuras.
- **Coeficientes de seguridad adoptados** (mayoración de acciones y minoración de resistencias de materiales).
- **Niveles de control considerados.**
- Si el proyectista adopta acciones, disposiciones o **procesos de cálculo distintos de los estipulados en las normas**, deberá hacerlo constar y lo justificará detalladamente.

En la actualidad la mayoría de los cálculos de este tipo se realizan con ordenador por lo que es preciso especificar en el proyecto e nombre del programa empleado, la versión del mismo, el nombre del fabricante y el tipo de ordenador empleado.



ESTUDIO DE FLUJO DE POTENCIA

1.-INTRODUCCIÓN

El Análisis de Flujo de Potencia tiene como objetivo calcular las potencias activas y reactivas que discurrirán por las diferentes líneas que constituyen el Sistema Eléctrico de Potencia para los diferentes estados de carga en régimen estacionario, así como determinar la tensión en los diferentes nudos donde la tensión no es controlable (subestaciones). Dicho estudio, incluso un análisis de estabilidad Sistema Eléctrico de Potencia frente a la conexión de un nuevo parque eólico, únicamente será obligatorio, cuando la envergadura del proyecto lo requiera, o bien, sea solicitado por Organismos Competentes.

Con esta información se pueden calcular:

- ❑ Las pérdidas de potencia y caídas de tensión para los estados de cargas.
- ❑ Las caídas de tensión nos permite comprobar que las tensiones en los diferentes nudos están dentro del intervalo de tolerancia de los transformadores de potencia.
- ❑ Las potencias circulantes por las líneas del sistema eléctrico de potencia. Las potencias por las líneas nos permitirá determinar en que momento una línea quedará sobrecargada.

Así mismo el análisis de flujo de potencia permite estudiar la red frente a diferentes situaciones de carga, por ejemplo, que ocurre en un nudo cuando en otro nudo vecino la carga disminuye considerablemente su valor esperado. No debemos olvidar que el Análisis de Flujo de Potencia se refiere siempre al estudio de un estado de carga una vez se ha alcanzado el régimen permanente.

Por otra parte, permite estudiar el efecto de la compensación de energía reactiva mediante la inclusión de baterías de condensadores. Esto permitirá a la Compañía Suministradora mantener los valores de tensión en determinados puntos de la red muy cercanos a los deseados. También puede orientarnos sobre la necesidad de llevar a cabo un cambio topológico en el Sistema Eléctrico de Potencia, como podría ser la apertura de una nueva línea, crear una nueva subestación, etc.

2.-OBJETIVOS

El objetivo del Estudio de Flujo de Potencia es analizar la afección a la red que tiene la conexión de un parque a un sistema eléctrico de potencia. Para evaluar la afección del parque se estudiará:

- La repercusión que tiene el Parque Eólico sobre el perfil de tensiones de la red Insular en cuestión:
- La variación de intensidad que produce la conexión del parque en las líneas de media tensión que conectan la subestación con la red insular, y estudiar si las infraestructuras actuales son capaces de soportar dicho incremento de potencia.

Para un correcto análisis de estos objetivos se estudiarán varias configuraciones y supuestos de carga.

3.-FORMULACIÓN DEL ANÁLISIS DEL FLUJO DE POTENCIA

El análisis de Flujo de Potencia se traduce en el análisis de un circuito monofásico equivalente, en régimen estacionario. El método tradicionalmente empleado es el análisis por nudos, con lo cual las intensidades inyectadas en los nudos y las tensiones nodales están relacionadas a través de las ecuaciones nodales de la red:

$$[I] = [Y_{\text{nodal}}] [V]$$

En los estudios de Flujo de Potencia se suele trabajar con potencias activas P y potencias reactivas Q , en lugar de intensidades, ya que se considera que el comportamiento de la demanda en Subestaciones Eléctricas se adapta mejor al modelo de potencia constante que a otros.

Las Ecuaciones de Flujo de Potencia en forma General o Compleja se obtienen a partir de la ecuación nodal correspondiente a un nudo genérico i :

$$I_i = \sum_{k=1}^n Y_{ik} V_k$$

$$S = V_i I_i^* = V_i \sum_{k=1}^n Y_{ik}^* V_k^*$$

A partir de las ecuaciones anteriores, las Ecuaciones de Flujo de Potencia en Forma Real pueden ser expresadas en coordenadas polares como:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_i = V_i \sum_{k=1}^n V_k (G_{ik} \cos \theta_{ik} + B_{ik} \sin \theta_{ik}) \\ Q_i = V_i \sum_{k=1}^n V_k (G_{ik} \sin \theta_{ik} - B_{ik} \cos \theta_{ik}) \end{array} \right\}$$

En un sistema eléctrico de n nudos, habrá un total de n ecuaciones en forma compleja o $2n$ ecuaciones en forma real. Según el teorema de Boucherot, es necesario añadir una nueva ecuación compleja que tenga en cuenta las pérdidas en la red:

$$\sum_{i=1}^n S_i + S_{\text{pérdidas}} = 0$$

No obstante, las pérdidas en la red sólo podrán determinarse una vez conocidas todas las tensiones V_i . En consecuencia, no todas las potencias $S_i = P_i + jQ_i$ pueden ser especificadas a priori, razón por la cual suele seleccionarse un nudo de la red como “nudo balance”, en el cual la potencia $S_{\text{bal}} = P_{\text{bal}} + jQ_{\text{bal}}$ será determinada una vez conocidas las tensiones V_i correspondientes a todos los nudos del sistema.

Según la formulación adoptada, para cada nudo se contemplan 2 variables complejas $\{S_i, V_i\}$ o 4 variables reales $\{(P_i, Q_i, V_i, \theta_i)\}$ o $\{(P_i, Q_i, E_i, F_i)\}$. En el nudo balance, $S_{\text{bal}} = P_{\text{bal}} + jQ_{\text{bal}}$ serán incógnitas a calcular y $V_{\text{bal}} = V_{\text{bal}}(\theta_{\text{bal}}) = E_{\text{bal}} + jF_{\text{bal}}$ serán datos de partida, tomándose habitualmente $\theta_{\text{bal}} = 0$ y refiriendo el ángulo de fase de las restantes tensiones a este nudo balance.

Los demás nudos del sistema se clasifican en nudos de carga y nudos de generación. En los nudos de carga, o nudos PQ, se conocen la potencia activa P y la potencia reactiva Q , mientras que las variables a calcular son el módulo V y el ángulo de fase θ de la tensión. En los nudos de generación, o nudos PV se conocen la potencia activa P y la tensión V , mientras que las incógnitas a calcular son la potencia reactiva Q y el ángulo de fase θ de la tensión.

Tipo de nudo	Datos	Incógnitas
Balance	V, θ	P, Q
PQ	P, Q	V, θ
PV	P, V	Q, θ

En la aplicación del método de Newton-Raphson, las Ecuaciones de Flujo de Potencia se ponen en la forma $f(x) = 0$ y la expresión iterativa a emplear es la siguiente:

$$x^{v+1} = x^v + \Delta x^v \quad (1)$$

siendo:

$$\Delta x^v = -[J(x^v)]^{-1} f(x) \quad (2)$$

donde J representa el jacobiano.

Para coordenadas polares las expresiones (1) y (2) se convierten en las siguientes:

$$\begin{bmatrix} \Delta\theta^{v+1} \\ \Delta V^{v+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \theta^v \\ V^v \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta\theta^v \\ \Delta V^v \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \Delta P(x^v) \\ \Delta Q(x^v) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_{11}^v & J_{12}^v \\ J_{21}^v & J_{22}^v \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta\theta^v \\ \Delta V^v \end{bmatrix}$$

definiéndose los vectores de error como:

$$\Delta P(x) = \begin{bmatrix} P_1 - P_1(x) \\ \vdots \\ P_i - P_i(x) \\ \vdots \\ P_n - P_n(x) \end{bmatrix} \quad i \neq \text{bal}$$

$$\Delta Q(x) = \begin{bmatrix} Q_1 - Q_1(x) \\ \vdots \\ Q_i - Q_i(x) \\ \vdots \\ Q_n - Q_n(x) \end{bmatrix} \quad i \neq \{pq\}$$

El proceso iterativo se detendrá cuando se alcance la precisión requerida:

$$\|\Delta P(x)\| = \sqrt{\sum_{\substack{i=1 \\ i \neq \text{bal}}}^n (P_i - P_i(x))^2} \leq \varepsilon$$

$$\|\Delta Q(x)\| = \sqrt{\sum_{\substack{i=1 \\ i \neq \{\text{balpv}\}}}^n (Q_i - Q_i(x))^2} \leq \varepsilon$$

4.-PROGRAMA INFORMÁTICO UTILIZADO

Para resolver estos sistemas de ecuaciones es necesario recurrir a algún paquete informático de cálculo de métodos numéricos, actualmente en el mercado existen diversos programas elaborados con el objetivo exclusivo del análisis de sistemas de redes de potencia. Generalmente, los mismos programas también permiten realizar estudios de estabilidad.



PLIEGO DE CONDICIONES

Tendrá dos formatos diferentes, según se trate de la Obra Civil o de las Instalaciones. Se ofrece la posibilidad de incluir un pliego de condiciones para cada instalación y obra civil, pero se recomienda la redacción de un Pliego único en el que se detallen los aspectos característicos de cada instalación.

1.- PLIEGO DE CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL

Se estructurará en las partes siguientes:

1.1.- CONDICIONES GENERALES Y NORMATIVA

- Alcance y contenido del Pliego General de Condiciones.
- Normativa aplicada.
- Documentos de obra.
- Variaciones de lo establecido en el proyecto.
- Consideraciones a cumplir por los materiales no especificados en este pliego.
- Contradicciones y omisiones en la documentación.
- Legislación social.
- Seguridad pública.

1.2.-CONDICIONES DE INDOLE TÉCNICA Y DE EJECUCIÓN

- Movimientos de tierras.
 - Replanteo preliminar.
 - Replanteo definitivo de las obras.
 - Acta de replanteo.
 - Organización y seguridad de los trabajos.
 - Desmontes.
 - Zanjas y pozos de cimentación.
 - Zanjas para tubos de saneamiento.



- Precauciones y responsabilidades.
 - Medición y valoración de los desmontes y vaciados.
 - Medición y valoración de las zanjas de cimentación.
 - Medición y valoración del relleno y compactación de zanjas.
- Cimentación.
 - Resistencia del terreno.
 - Nivelación y apisonado de los fondos.
 - Fábrica de cimientos.
 - Medición y valoración.
- Hormigón armado.
 - Características.
 - Pruebas.
 - Armaduras.
 - Encofrados.
 - Ejecución.
 - Medición y valoración de las obras de hormigón.
 - Medición y valoración del acero.
- Estructuras metálica.
 - Materiales.
 - Control de materiales base.
 - Control de equipos e instalaciones.
 - Control de soldadura
 - Perfiles a emplear: condiciones que deben reunir. Sustituciones.
 - Hipótesis de carga. Modificaciones.
 - Cubiertas.
 - Ejecución.
 - Pintura de la estructura metálica.
 - Ejecución del pintado.
 - Medición y valoración de la estructura metálica.
- Albañilería.
 - Aguas.
 - Arenas y áridos.



- Fábrica de bloques.
- Morteros.
- Ejecución de fábricas de bloques.
- Revestimiento.
- Medición y valoración de las paredes y tabiques.
- Medición y valoración de revestimientos.

- Solados y alicatados.
 - Encachados y afirmados.
 - Pavimentos.
 - Alicatados.
 - Medición y valoración.

- Redes de saneamiento.
 - Condiciones generales.
 - Redes de aguas pluviales.
 - Sifones.
 - Fijación.
 - Uniones.
 - Condiciones generales para tuberías.
 - Arquetas y pozos de registros.
 - Unión de tuberías.
 - Medición y valoración de las redes de tuberías.
 - Valoración de los tubos.
 - Valoración de piezas especiales.

- Carpintería.
 - Materiales.
 - Herrajes.
 - Muestras, modelos y repasos.
 - Medición y valoración.

- Pinturas y barnices.
 - Generalidades.
 - Colores.
 - Operaciones previas.
 - Colores y tonos.



1.3.-CONDICIONES DE INDOLE FACULTATIVA

- Obligaciones y derechos del contratista.
- Dirección facultativa.
- Oficina en la obra.
- Trabajos no estipulados expresamente en el Pliego de Condiciones.
- Reclamaciones contra las órdenes del Director de Obra.
- Recusación por el Contratista del personal nombrado por el Director de obra.
- Interpretación, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.
- Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos.
- Orden de los trabajos.
- Ampliación del proyecto por causas imprevistas.
- Prórrogas por causa de fuerza mayor.
- Condiciones generales de ejecución de los trabajos
- Obras ocultas.
- Trabajos defectuosos.
- Vicios ocultos.
- Materiales no utilizados.
- Materiales y aparatos defectuosos.
- Medios Auxiliares.
- Recepciones provisionales.
- Conservación de las obras recibidas provisionalmente.
- Medición definitiva de los trabajos.
- Recepciones definitivas.

1.4.-CONDICIONES DE INDOLE ECONÓMICA

- Base fundamental.
- Fianza.
- Ejecución del trabajo con cargo a la fianza.
- Carácter de las liquidaciones parciales.
- Composición de los precios unitarios.
- Precios de contrata. Importe de contrata.
- Precios contradictorios.



- Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas.
- Revisión de los precios contratados.
- Abono de las obras.
- Abono de unidades de obras ejecutadas.
- Relaciones valoradas y certificaciones.
- Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.
- Indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.
- Indemnización por incumplimiento del contrato.
- Indemnizaciones por retraso en el pago al contratista.
- Seguro de las obras.
- Conservación de la obra.

1.5.-CONDICIONES DE INDOLE LEGAL

- Contrato y Formalización del mismo.
- Adjudicación de las obras.
- Responsabilidad del Contratista.
- Reconocimiento de obras con vicios ocultos.
- Policía de obra.
- Accidentes de trabajo.
- Causas de rescisión del contrato.
- Devolución de la fianza.
- Daños a terceros.
- Plazo de entrega de las obras.
- Régimen Jurídico.

1.6.-LIBRO DE ORDENES

Se especificará la existencia, disponibilidad, funciones y condiciones de uso del Libro de Ordenes.

2.-PLIEGO DE CONDICIONES PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN

2.1.-CALIDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA INSTALACIÓN



Contendrá como mínimo:

- Conductores eléctricos. Conductores de protección.
- Identificación de los conductores.
- Tubos y canalizaciones protectoras.
- Cajas de empalmes y derivaciones.
- Aparatos de mando y maniobra.
- Elementos de protección.

2.2.-NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

2.3.-PRUEBAS, ENSAYOS Y VERIFICACIONES REGLAMENTARIAS

2.4.-CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

2.5.-LIBRO DE ÓRDENES

3.- PLIEGO DE CONDICIONES PARA LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS DE ALTA TENSIÓN

3.1.-CALIDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

- Conductores
- Empalmes y accesorios.
- Arquetas.

3.2.-NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS Y DE LAS INSTALACIONES

- Características de la empresa instaladora.
- Características y normas de tendido.

3.3.-PRUEBAS, ENSAYOS Y VERIFICACIONES REGLAMENTARIAS

3.4.-CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

3.5.-CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN



3.6.-LIBRO DE ÓRDENES

4.- PLIEGO DE CONDICIONES PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

4.1.-CALIDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

- Obra civil.
- Conductores y aparataje en Alta Tensión.
- Conductores, aparataje y cuadros de Baja Tensión.
- Transformadores.
- Equipos de medida y otros elementos.

4.2.-NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS Y DE LAS INSTALACIONES

- Características de la empresa instaladora.

4.3.-PRUEBAS, ENSAYOS Y VERIFICACIONES REGLAMENTARIAS

4.4.-CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

4.5.-CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

4.6.-LIBRO DE ÓRDENES



ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1.-OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El estudio precisará las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de riesgos laborales que no puedan eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos, a la vez que se valora su eficacia. Además se contemplará las previsiones y las informaciones útiles necesarias para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

Resulta de vital importancia, aplicar con todo su rigor el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, dado la especificidad de su articulado, en relación con la ejecución de las instalaciones eléctricas.

2.-DESCRIPCION GENERAL DE LA ACTIVIDAD

El objeto de las obras es la construcción de un parque eólico, con todas las instalaciones que ello conlleva. Las actividades a realizar son las siguientes:

- Transporte y acopio de materiales.
 - Arena silíceo o arrocillo.
 - Bloques de protección del cable.
 - Tierra seleccionada.
 - Empalmes y terminaciones.
 - Bobinas y cables.
 - Etcétera.

- Excavaciones (apertura y cierre de zanjas) y movimiento de tierras.
- Adecuación terrenos, accesos y plataformas que facilite el transporte de materiales y montaje de los aerogeneradores
- Tendido de cables subterráneos.
- Hormigones.
 - Para protección de zanjas.

- Para cruces de calles, carreteras, barrancos, etc.
- Reposición de pavimentos asfálticos (sí fuera necesario) en cruces de calles y carreteras.
- Reposición de calle sin asfalto.
- Construcción de CT y edificio de control.

3.-RECURSOS CONSIDERADOS

Los medios auxiliares y maquinaria para la ejecución de las obras son:

- Retroexcavadora.
- Camiones.
- Camión grúa. Grúa para montaje aerogeneradores.
- Máquina compactadora.
- Autohormigonera.
- Martillo rompedor - retro.
- Compresores de diferentes presiones.
- Maquinaria de tendido de cables y rodillos.
- Tractores.
- Herramientas manuales para ejecución de empalmes y terminaciones.
- Cubas de agua.
- Compactador vibrador para los hormigones.
- Planchas metálicas, etc.

4.-IDENTIFICACION Y VALORACION DE RIESGOS

En este apartado se han de identificar los factores de riesgo, los riesgos de accidente de trabajo y/o enfermedad profesional derivados de los mismos, procediendo a su posterior evaluación, de manera que sirva de base a la posterior planificación de la acción preventiva en la cual se determinarán las medidas y acciones necesarias para su corrección.

Tras el análisis de las características de la instalación y del personal expuesto a los riesgos se determinarán los riesgos que afectan al conjunto de la obra, a los trabajadores de una sección o zona de la obra y a los de un puesto de trabajo determinado.

5.-PLANIFICACION DE LA ACCION PREVENTIVA

Tras realizar el análisis de las características de los trabajos y del personal expuesto a los riesgos se establecerán las medidas y acciones necesarias para llevarse a cabo por parte de la empresa instaladora o constructora, para tratar cada uno de los riesgos de accidente de trabajo y/o enfermedad profesional detectados.

6.-NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD. DISPOSICIONES MÍNIMAS

6.1.-CONSIDERACIONES APLICABLES DURANTE LA EJECUCION

Como mínimo será las que se redactan a continuación:

- El mantenimiento de la obra en buenas condiciones de orden y limpieza.
- La correcta elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- Manipulación adecuada de los distintos materiales y utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en marcha y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

6.2.-DISPOSICIONES MÍNIMAS A APLICAR EN LAS OBRAS

Estas disposiciones deberán ser respetadas rigurosamente a lo largo de toda la ejecución de la obra, como mínimo se tendrán en cuenta las siguientes:



- El responsable de Trabajos debe comprobar, bajo su responsabilidad, si se cumplen las Prescripciones de Seguridad, cerciorándose de que las condiciones de trabajo sean seguras, de que se emplean las protecciones necesarias y el equipo de seguridad apropiado, y de que las herramientas, materiales y equipos, tanto de trabajo como de seguridad y primeros auxilios, están en debidas condiciones.
- El responsable de Trabajos debe asegurarse de que todos los operarios comprenden plenamente la tarea que se les ha asignado.
- Todo operario debe dar cuenta a su superior de las situaciones inseguras que observe en su trabajo, y advertirle del material o herramienta que se encuentre en mal estado.
- Sé prohíbe expresamente los mal llamados “actos de valentía”, que entrañan siempre un riesgo evidente.
- Sé prohíbe consumir bebidas alcohólicas en el trabajo.
- No se permiten bromas, juegos, etc., que puedan distraer a los operarios en su trabajo.

7.-TIPOS DE TRABAJO E INSTRUCCIONES

Se describirán cada uno de los trabajos en la ejecución del parque eólico, indicando las instrucciones, útiles y medidas de seguridad a emplear en cada uno de ellos, de tal manera que se realicen de forma segura y salubre. Se pueden agrupar como se describe a continuación:

- Trabajos en instalaciones eléctricas de baja tensión, con y sin tensión.
- Trabajos en instalaciones eléctricas de alta tensión, con y sin tensión.
- Trabajos en la ejecución de canalizaciones subterráneas eléctricas.
- Trabajos en la obra civil de cimentaciones y edificio de mando.
- Trabajos de transporte, acopio y montaje de aerogeneradores.
- Trabajos de soldadura.

8.-EMPLEO Y CONSERVACIÓN DEL MATERIAL DE SEGURIDAD

En este apartado se reflejarán las condiciones que debe reunir todo el material de seguridad, así como explicar su correcto empleo, entre ellos, estarán los que se describen a continuación:

- Casco-visera de seguridad aislante para trabajos eléctricos, adecuados al nivel de tensión de empleo.
- Casco de seguridad frente a choques.



- Gafas de protección frente penetración de cuerpos.
- Gafas de protección para soldar.
- Guantes de seguridad aislante para trabajos eléctricos, adecuados al nivel de tensión de empleo.
- Guantes de protección mecánica.
- Cinturones y arneses de seguridad.
- Trepadores.
- Botas de protección.
- Banqueta, alfombrilla y pértiga aislante.
- Dispositivos de puesta a tierra temporal.

9.-PRESUPUESTO DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Se presupuestarán las partidas concernientes a las medidas preventivas necesarias para acometer la obra, así como las medidas y equipos de protección individual necesarios para realizar la correcta explotación del parque eólico.

ESTUDIO DE IMPACTO ECOLÓGICO

El Estudio de Impacto Ambiental será elaborado cuando la normativa medioambiental así lo exigiera, actualmente, en el ámbito de la legislación Autonómica, es aplicación la vigente Ley 11/1990, de 13 de julio, de Prevención del Impacto Ecológico, que no incluye dentro sus apéndices de actividades que la instalación de un parque eólico sea objeto de la tramitación de Evaluación de Impacto Ambiental, a no ser que:

- ❑ Sus infraestructuras, total o parcialmente, se localicen dentro de un Área de Sensibilidad Ecológica.
- ❑ El proyecto sea financiado total o parcialmente, con fondos de la Hacienda Pública Canaria, salvo cuando su realización tenga lugar dentro de suelo urbano, o en aquellos en los que el convenio o resolución que establezca la cooperación o subvención se exceptúe motivadamente.

En estos dos supuestos, la categoría de evaluación a aplicar sería de “Evaluación Básica de Impacto Ecológico”.

Por otra parte, en el ámbito de la legislación nacional, actualmente está vigente el Real Decreto 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental, modificado por el Real Decreto 9/2000, de 6 de octubre, y por la Ley 6 /2001, de 8 de mayo, estableciendo que deberán someterse a una evaluación de impacto ambiental los parques eólicos que:

- ❑ Tengan 50 o más aerogeneradores, o que se encuentren a menos de 2 kilómetros de otro parque eólico.
- ❑ Que dispongan más de 10 aerogeneradores, y que se desarrollen en zonas especialmente sensibles, designadas en aplicación de la Directiva 79/409/CEE, del Consejo, de 2 de abril, relativa a la conservación de las aves silvestres, y de la Directiva 92/43/CEE, del Consejo, de 21 de mayo, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestre, o en humedales incluidos en la lista del Convenio de Ramsar.
- ❑ Cualquier parque eólico no incluido en los dos apartados anteriores, siempre y cuando, lo decida el órgano ambiental competente, decisión, que deberá ser motivada y pública, la cual se ajustará a los criterios establecidos en el **Anexo III** del Real Decreto 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental,



modificado por el Real Decreto 9/2000, de 6 de octubre, y por la Ley 6 /2001, de 8 de mayo.

El contenido mínimo que deben tener los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental está reflejado en el articulado las normativas anteriormente reseñadas.



PRESUPUESTO

Se referirán a unidades completamente terminadas, probadas y en funcionamiento. En la definición de cada unidad se harán constar todos los datos necesarios para la identificación de las mismas.

CAPITULO 1: AEROGENERADORES Y SISTEMA DE CONTROL

CAPITULO 2: OBRA CIVIL

2.1.-AEROGENERADORES

2.1.1.-CIMENTACIÓN Y PUESTA A TIERRA DE LOS AEROGENERADORES

2.2.-EDIFICIO DE MANDO

2.2.1.-CIMENTACIÓN Y LOSA

2.2.2.-ESTRUCTURA Y CERRAMIENTOS

2.2.3.-CARPINTERÍA METÁLICA

2.3.-REMODELACIÓN DE ACCESOS Y ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA

CAPITULO 3: EQUIPAMIENTOS DEL EDIFICIO DE MANDO

3.1.-APARAMENTA E INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN

3.2.-APARAMENTA E INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN

3.3.-VARIOS

CAPITULO 4: RED ELÉCTRICA DEL PARQUE (MT O BT)

CAPITULO 5: LÍNEA DE EVACUACIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN

CAPITULO 6: SEGURIDAD Y SALUD

6.1.-PROTECCIONES INDIVIDUALES

6.2.-PROTECCIONES COLECTIVAS

6.3.-SEÑALIZACIÓN

6.4.-INSTALACIÓN PROVISIONAL DE SEGURIDA E HIGIENE

6.5.-MEDICINA PREVENTIVA

6.6.-FORMACIÓN EN SEGURIDAD E HIGIENE



PLANOS

Los planos del proyecto de un parque eólico, se estructurarán de la siguiente forma, y contendrán como mínimo lo reflejado a continuación:

PLANOS DE SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

Se reflejará el paraje o lugar donde se ubique el parque eólico, destacando accesos o puntos de referencia de fácil identificación. Las escalas adecuadas son entre 1/1000 y 1/2000.

PLANOS DE DISTRIBUCIÓN EN PARCELA. SITUACIÓN EQUIPOS PRINCIPALES

Se distribuirán en las parcelas los aerogeneradores y el edificio de control. En los mismos, se reflejarán las distancias entre aerogeneradores. Se recomienda una escala de 1/500.

PLANOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL AEROGENERADOR

Se reflejará todas las características de los elementos estructurales del aerogenerador, reflejando los detalles de los elementos de ensamblaje de las diferentes piezas. Se recomienda escala 1/50.

PLANOS DE EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS DEL AEROGENERADOR

Se reflejará todas las características de los elementos electromecánicos del aerogenerador, reflejando los detalles de los elementos de ensamblaje de las diferentes piezas. Se recomienda escalas entre 1/25 y 1/50.

PLANOS DE CIMENTACIÓN Y TOMA DE TIERRA DEL AEROGENERADOR

Deberán contener los detalles de la conformación de la cimentación, incluyendo el detalle de la ferralla a emplear. Escala recomendada 1/25.

PLANO DE DIAGRAMA DE BLOQUE DEL SISTEMA DE CONTROL

Reflejará la distribución del sistema de control de mando y funcionamiento del aerogenerador.



PLANO DE ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL AEROGENERADOR

Se representará los aparatos eléctricos de potencia, indicando las principales características nominales eléctricas.

PLANOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Dichos planos deberán ser al menos dos, por un lado un esquema unifilar de la instalación, con indicación de las características principales de los elementos fundamentales que la integran, y por otra parte, los planos generales en planta y alzado suficientemente amplios, a escalas convenientes (recomendada 1/25) y con indicación de las cotas esenciales, poniendo de manifiesto el emplazamiento y la disposición de las máquinas, aparatos y conexiones principales.

PLANOS DEL EDIFICIO O SALA DE CONTROL

Se representará todos los detalles constructivos de dicho edificio, así como la distribución en planta de los equipos instalados. Escala recomendada entre 1/25 y 1/50.

PLANOS DE DETALLES ESTRUCTURALES DEL EDIFICIO DE CONTROL

Se representará todos los detalles constructivos de dicho edificio, tales como planta de pilares, pórticos, secciones de forjados, secciones de vigas, etc.

PLANO DE TRAZADO DE LAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN

Se representará todos los trazados de las líneas de media tensión proyectadas, tanto las resultantes de los anillos del parque, como la línea de entronque a la red de distribución pública cuando proceda. Escala recomendada 1/500.

PLANO DE TRAZADO DE LAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN

Se representará todos los trazados de las líneas de baja tensión proyectadas, resultantes de las conexiones de los aerogeneradores a los centros de transformación. Escala recomendada 1/500.

PLANO DE CANALIZACIONES DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN



Se representará todas las secciones transversales acotadas de las zanjas de los tendidos de líneas de media tensión, indicando los materiales que la constituyen, tales como diámetro de tubos, tipo de hormigón y señalización de peligro eléctrico. Escala recomendada 1/20.

PLANO DE CANALIZACIONES DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN

Se representará todas las secciones transversales acotadas de las zanjas de los tendidos de líneas de baja tensión, indicando los materiales que la constituyen, tales como diámetro de tubos, tipo de hormigón y señalización de peligro eléctrico. Escala recomendada 1/20.

