



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Doc. N°1: **MEMORIA**

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN TURBINA EÓLICA LAGERWEY 18/80

Jon Irigoyen Fresneda

Vicente Senosiain Miguelez

Pamplona, 21/02/2014

# ÍNDICE

Doc. Nº1: MEMORIA.....	¡Error! Marcador no definido.
<b>1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. LA MINIEÓLICA EN ESPAÑA Y EN EL MUNDO.....</b>	<b>5</b>
2.1. INFORMACIÓN GENERAL .....	5
2.2. INDUSTRIA NACIONAL.....	6
2.3. OPORTUNIDADES Y PRESPECTIVAS.....	6
2.4. DIVULGACIÓN DE LA ENERGÍA MINIEÓLICA.....	7
2.5. SITUACIÓN INTERNACIONAL .....	7
2.6. PERSPECTIVAS DE MERCADO .....	9
<b>3. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ELÉCTRICO.....</b>	<b>10</b>
3.1. RECURSO EÓLICO .....	10
3.2. ESTACIONES METEOROLÓGICAS.....	13
3.3. MEDIDA Y TRATAMIENTO DE DATOS.....	14
<b>4. UBICACIÓN DEL AEROGENERADOR.....</b>	<b>21</b>
4.1. CRITERIOS ELECCIÓN EMPLAZAMIENTO .....	21
4.2. ELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO.....	22
<b>5. AEROGENERADOR .....</b>	<b>25</b>
5.1. INTRODUCCIÓN .....	25
5.2. ELECCIÓN DEL AEROGENERADOR.....	25
5.3. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL AEROGENERADOR WES-80.....	29
5.4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	34
5.5. REACONDICIONAMIENTO .....	37
<b>6. INSTALACIÓN.....</b>	<b>40</b>
6.1. OBRA CIVIL .....	40
6.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	49
<b>7. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>54</b>
7.1. OBJETO.....	54
7.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA.....	55
7.3. IDENTIFICACIÓN Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LOS RIESGOS LABORALES EVITABLES Y NO EVITABLES.....	56



7.3.1. TODA LA OBRA .....	56
7.3.2. TRABAJOS PREVIOS Y ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO .....	59
7.3.3. MOVIMIENTOS DE TIERRAS.....	59
7.3.4. MONTAJE DEL AEROGENERADOR .....	60
7.3.5. INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y PUESTA EN MARCHA .....	61
7.4. TRABAJOS LABORALES ESPECIALES .....	62
7.5. ASISTENCIA SANITARIA .....	62
7.6. PREVISIONES PARA TRABAJOS POSTERIORES.....	62
7.7. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA.....	63
<b>8. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....</b>	<b>64</b>
RESUMEN PRESUPUESTO .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>9. ESTUDIO ECONÓMICO .....</b>	<b>65</b>
9.1. VALOR DEL PROYECTO .....	65
9.2. GASTOS DE EXPLOTACIÓN .....	65
9.3. INGRESOS.....	66
9.4. PROGRAMA DE FINANCIACIÓN .....	68
9.1. COSTE TOTAL DEL PROYECTO .....	68
9.5. RESUMEN BENEFICIOS Y AMORTIZACIÓN .....	69
9.5. RESUMEN BENEFICIOS Y AMORTIZACIÓN .....	72
<b>10. ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL .....</b>	<b>75</b>
10.1. INTRODUCCIÓN.....	75
10.2. LEGISLACIÓN .....	76
10.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	78
10.4. ESTUDIO DEL MEDIO FÍSICO.....	81
10.5. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.....	84
10.6. VALORACIÓN DE IMPACTOS.....	87
10.7. CONCLUSIONES .....	90

## 1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Un aerogenerador es una máquina capaz de transformar la energía cinética del viento en energía eléctrica, por medio de un generador. Esta energía podrá cederse a la red eléctrica general, previamente transformada a la tensión adecuada.

Los eólicos pueden instalarse, bien en la tierra o en el mar. Las instalaciones más comunes son las que se realizan en tierra, mientras que las segundas se encuentran en una primera fase de explotación.

La instalación de un eólico depende fundamentalmente de la superficie disponible y de las características del viento en el emplazamiento. Antes de montar un aerogenerador se estudia la fuerza eólica en el emplazamiento elegido durante un tiempo que suele ser superior a un año. Para ello se instalan veletas y anemómetros. Con los datos recogidos, se traza una rosa de los vientos que indica las direcciones predominantes del viento y su velocidad.

La energía que produce un eólico está sujeta a diferentes variables. Desde los cambios tecnológicos de los molinos, donde antes las góndolas no cambiaban de dirección en función del viento, hasta la potencia de los mismos aerogeneradores, donde hoy por hoy ya hay aerogeneradores de hasta 5-6 Mw de potencia nominal. Se considera un minieólico todos ellos que no superen los 100 kW de potencia nominal.

El proyecto a desarrollar consiste en la en la instalación de un eólico de 80 kW de potencia nominal: evaluación del potencial eólico, la elección del emplazamiento y aerogenerador, obra civil, instalación eléctrica, estudio medioambiental, estudio de seguridad y estudio económico.

El presente proyecto se desarrolla con el fin de autoconsumo, la electricidad generada por el aerogenerador estará destinada a la ferretería de madera de Hiriberri, reduciendo de esta manera la factura de electricidad de esta.

Para ello, el aerogenerador deberá estar conectado a red para aprovechar de esta manera la energía producida en el caso de que no exista consumo en la ferretería.

El aerogenerador instalado será el WES-80 de segunda mano, con una turbina de la marca Lagerwey y modelo 18/80, importado de Holanda. Se reacondicionará para poder alargar su vida útil a unos 10 años aproximadamente. El trabajo de reacondicionamiento, instalación y el posterior mantenimiento del eólico se realizará mediante empresas del lugar, generando así empleo en la zona.

La energía eólica no contamina, es inagotable y frena el agotamiento de combustibles fósiles contribuyendo a evitar el cambio climático. Es una tecnología de aprovechamiento totalmente madura y puesta a punto.

El generar energía eléctrica sin que exista un proceso de combustión o una etapa de transformación térmica supone, desde el punto de vista medioambiental, un procedimiento muy favorable por ser limpio, exento de problemas de contaminación, etc. Se suprimen radicalmente los impactos originados por los combustibles durante su



extracción, transformación, transporte y combustión, lo que beneficia la atmósfera, el suelo, el agua, la fauna, la vegetación, etc. Los impactos ambientales de las renovables son siempre impactos reversibles.

Se calcula que mediante este proyecto se generarán aproximadamente 98.000 kWh para consumo eléctrico, que a su vez equivaldrían a una emisión de 26,56 Tm de  $CO_2$ . Es decir, se evitará al año la emisión de gases contaminantes de aproximadamente 9,5 coches con uso cotidiano.

## 2. LA MINIEÓLICA EN ESPAÑA Y EN EL MUNDO

### 2.1. INFORMACIÓN GENERAL

Históricamente en España los pequeños aerogeneradores se han venido utilizando mayoritariamente para el autoconsumo de instalaciones aisladas de la red y conectadas a baterías (para almacenamiento) como son los sistemas repetidores para radio, telefonía móvil, sistemas de vigilancia de carreteras o contra incendios y para el suministro de energía en algunas viviendas situadas en lugares remotos alejados de la red eléctrica.

Aunque el recurso es el mismo que en la gran eólica, las instalaciones mini-eólicas tienen características propias:

- ❖ Generación de energía próxima a los puntos de consumo, reduciendo las pérdidas de transporte (generación distribuida).
- ❖ Versatilidad de aplicaciones y ubicaciones, ligado al autoconsumo.
- ❖ Accesibilidad tecnológica al usuario final, por las relativamente bajas inversiones requeridas.
- ❖ Funcionamiento con vientos moderados.
- ❖ Aprovechamiento de pequeños emplazamientos.
- ❖ Suministro de electricidad en lugares aislados y alejados de la red eléctrica.
- ❖ Optimización del aprovechamiento de las infraestructuras eléctricas de distribución existentes, a las que se conecta directamente, sin requerir infraestructuras eléctricas adicionales.
- ❖ Bajo coste de operación y mantenimiento y elevada fiabilidad.
- ❖ Reducido impacto ambiental.

Así como la energía eólica de gran potencia ya ha demostrado su viabilidad y contribuye de manera creciente al sistema eléctrico nacional, el segmento de la energía eólica de pequeña potencia no se ha desarrollado suficientemente y se está desaprovechando la capacidad de aportar energía renovable de forma distribuida, mediante su integración en entornos urbanos, semi-urbanos, industriales y agrícolas, especialmente asociada a puntos de consumo de la red de distribución.

Para permitir el despegue de las aplicaciones asociadas a la Eólica de pequeña potencia, primeramente se considera necesario diferenciarlas de la generación masiva de electricidad, facilitando su tramitación administrativa y su conexión a las redes de distribución. Además es imprescindible contar con un marco retributivo adecuado, que reconozca sus características diferenciadas en cuanto al estado de la tecnología, costes y ventajas específicas.

## 2.2. INDUSTRIA NACIONAL

Existe una decena de fabricantes de aerogeneradores de pequeña potencia, con una considerable variedad de diseños y productos diferentes de aerogeneradores.

La gran mayoría han venido desarrollando aerogeneradores de eje horizontal en el rango de hasta 10 KW, pero en los últimos años, se están consolidando fabricantes de aerogeneradores de mayor rango de potencia (100 kW).

Se está trabajando en nuevos convertidores electrónicos de alta eficiencia, diseñados específicamente para minieólica, en los que se aplican avances y mejoras de cara a una efectiva conexión a la red.

Por otro lado, el sector lleva unos años trabajando para lograr una regulación específica que incentive el mercado y la definitiva duración de la tecnología, al igual que ha ocurrido con otras tecnologías.

Este proceso de industrialización permitirá la rápida reducción de costes de fabricación y la mejora de rentabilidad de las instalaciones conectadas a la red. De este modo, los proyectos se rentabilizarán en un tiempo razonable, la industria responderá positivamente y el mercado español se desarrollará definitivamente y permitirá generar empleo cualificado de manera distribuida.

## 2.3. OPORTUNIDADES Y PRESPECTIVAS

La minieólica es una energía renovable con gran potencial y que está suscitando gran interés en la sociedad actual. El sector minieólico está esperanzado porque después de varios años de trabajo, por fin, en la planificación de esta década, se contempla por primera vez la energía eólica de pequeña potencia.

Parece que empieza a vislumbrarse un horizonte en el que la energía minieólica, con su carácter de energía distribuida, pueda ser una tecnología renovable más. Con las medidas que se plantean en el PER para el despliegue de las instalaciones eólicas de pequeña potencia, se espera que la potencia en servicio aumente progresivamente desde los 5 MW en 2011 hasta unos 50 MW/año durante 2015 y los siguientes años hasta 2020. Ello totalizaría unos 300 MW en el período de 2011-2020.

La industria prevé que la ejecución de estas medidas provocará una reducción de costes de la tecnología, y ésta, junto con el inevitable aumento en el precio de combustibles fósiles, se traducirá en la penetración de sistemas minieólicos a nivel nacional.

## 2.4. DIVULGACIÓN DE LA ENERGÍA MINIEÓLICA

Los principales actores de los sectores de las energías renovables y la instalación en España, con el apoyo y la colaboración de instituciones y organizaciones de la relevancia del Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía (IDAE), la Organización de Consumidores y Usuarios (OCU), Greenpeace, WWF, el Ciemat o Cener, han constituido la plataforma para el Impulso de la Generación Distribuida y el Autoconsumo Energético.

Bajo el lema “*Consume tu propia energía*”, la Plataforma ha nacido con el ánimo de aunar voces y esfuerzos para defender una regulación que contribuya a una mayor implicación a favor de la generación distribuida y el autoconsumo energético con Balance Neto.

Entre las primeras acciones de la plataforma se encuentra la formación de un grupo de trabajo técnico para colaborar con las Administraciones Públicas en el **desarrollo del Real Decreto de Balance Neto**, y la realización de acciones informativas y de difusión.

## 2.5. SITUACIÓN INTERNACIONAL

Tal y como indica el informe recientemente publicado de la World Wind Energy Association (WWEA) se aprecia un crecimiento dinámico en el mercado mundial de aerogeneradores de pequeña potencia habiéndose alcanzado la capacidad total de 440 MW instalados.

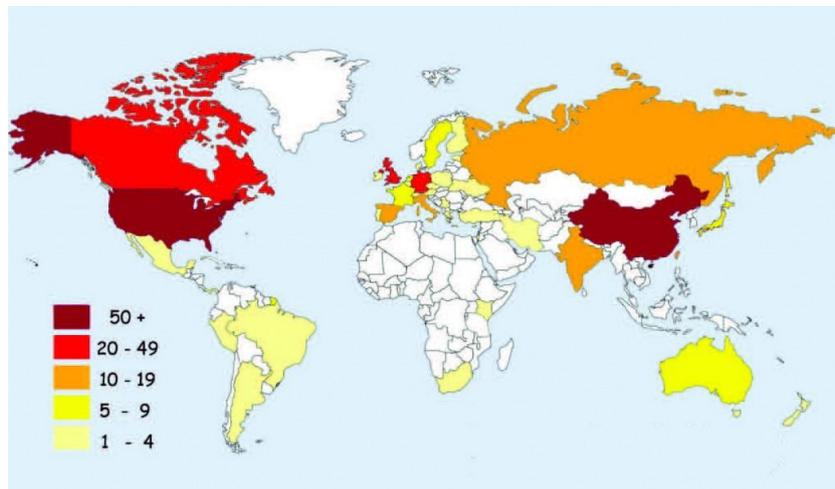
De entre todos los países que están apostando por la tecnología minieólica, destacan China (con 450.000 unidades y 166 MW) y Estados Unidos (con 144.000 unidades y 179 MW). A cierta distancia, les siguen países como Reino Unido, Canadá, Alemania, España, Polonia, Japón e Italia, considerados como mercados de tamaño medio con potencia entre 5 y 50 MW y entre 2.000 y 22.000 unidades instaladas.

En cuanto a la estimación para 2020, la WWEA prevé que el total de la capacidad eólica instalada alcanzará los 3.800 MW (que representa un aumento de casi diez veces respecto a 2010). Y además, el mercado de nuevas turbinas eólicas pequeñas tendrá un volumen de alrededor de 750 MW en el año 2020.

En cuanto a fabricantes de aerogeneradores de pequeña potencia, existen más de 330 distribuidos en 40 países de todo el mundo. Y otras 300 empresas están fabricando equipos para la industria eólica de pequeña potencia.

Cabe destacar que la mayoría de fabricantes son a día de hoy pequeñas y medianas empresas y que el potencial de crecimiento del sector y de crear empleo distribuido y de alta calidad es enorme.

### Distribución mundial de fabricantes de mini eólica, a finales de 2011.



Fuente: World Wind Energy Association, 2013.

A pesar de este importante desarrollo del sector en muchos países, tan sólo unos pocos gobiernos están ofreciendo políticas específicas de apoyo a la tecnología minieólica. Son menos de diez países los que ofrecen *"Feed in tariffs"* suficientemente atractivas para la energía minieólica.

Aunque a día de hoy los aerogeneradores de pequeña potencia representan una pequeña parte del mercado eólico mundial, el mercado potencial es enorme y estas pequeñas turbinas podrán proporcionar electricidad a los ciudadanos autóctonos a precios asequibles, ya sea para la electrificación rural o para conectarlas a la red en los países industrializados.

Teniendo en cuenta esto y la importante tasa de crecimiento, el sector minieólico dispone la oportunidad de aumentar sustancialmente sus cuotas de mercado en un futuro inmediato y de convertirse en una industria madura que contribuya a la riqueza humana, la seguridad energética y un medio ambiente saludable.

Los gobiernos deberían reconocer el enorme potencial de la tecnología minieólica y considerar sus grandes beneficios económicos, sociales y ambientales. Para ello deberán establecer condiciones favorables en cuanto a procedimientos legales (simplificación de trámites y de tiempos) y deberán implementar, en un futuro próximo, sistemas de primas o similares, sistemas de certificación exhaustivos.

## 2.6. PERSPECTIVAS DE MERCADO

Con las apropiadas políticas de apoyo, se espera que aumente la capacidad instalada de la energía minieólica en los próximos años. A largo plazo, la industria deberá evolucionar hacia un modelo productivo y rentable por sí mismo.

El aumento de los precios de los combustibles fósiles, el calentamiento global y la demanda de electricidad en constante crecimiento serán impulsores a largo plazo de la industria minieólica.

Para que la tecnología pueda madurar, sin embargo, la industria debe crear sus propios estándares. No obstante, la transición tomará tiempo y determinación de los consumidores.

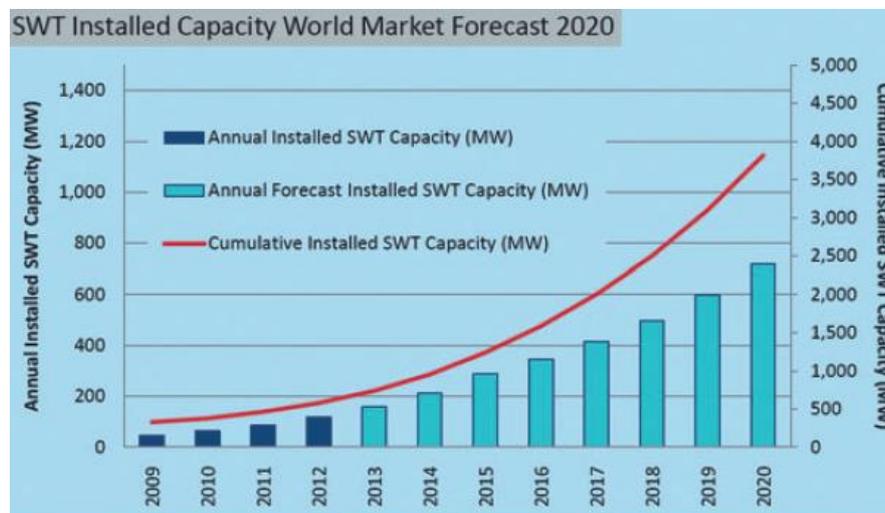


Figura 1.5. Estimaciones de capacidad instalada en 2020.  
Fuente: Small Wind Report 2012 (WWEA).

La reciente evolución de la industria minieólica ha demostrado un importante incremento anual del 35% en la capacidad instalada en los últimos años. La tasa de crecimiento se prevé que continúe hasta el 2015, alcanzando una instalación anual de 288 MW.

Sobre la base de una hipótesis conservadora, el mercado podría ver posteriormente una tasa de crecimiento constante del 20% desde 2015 hasta 2020. La industria prevé alcanzar aproximadamente 750 MW de capacidad instalada anualmente hasta alcanzar los 3.800 MW para el año 2020.

### 3. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ELÉCTRICO

#### 3.1. RECURSO EÓLICO

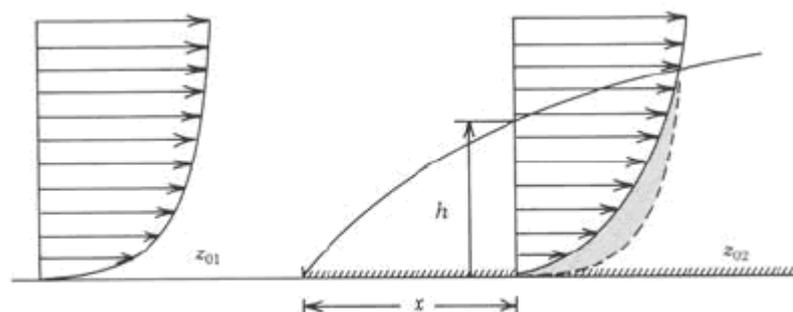
A la hora de instalar un aerogenerador eólico, es muy importante hacer una estimación del potencial energético del emplazamiento con el objeto de calcular la posible producción prevista a largo plazo.

En estos estudios, se incluyen todos los aspectos necesarios para caracterizar y aprovechar al máximo el potencial eólico en una zona. Las etapas necesarias para la adecuada caracterización del viento son:

- ❖ Identificación y búsqueda de emplazamientos.
- ❖ Planificación y realización de campañas de medida.
- ❖ Análisis y tratamiento de datos.
- ❖ Optimización y cálculos energéticos.
- ❖ Verificación de la adecuación del aerogenerador a las condiciones del emplazamiento.
- ❖ Análisis de incertidumbres.

Los factores más relevantes a la hora de hacer un estudio de emplazamiento son:

- **RUGOSIDAD DEL TERRENO:** El terreno provoca una fuerza de rozamiento que frena el viento en la superficie. Esta fuerza depende del tipo de terreno.
- **ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA:** Dependiendo del gradiente de temperaturas y presiones que se den en el emplazamiento podemos tener atmósferas estables, inestables o neutras.
- **VARIACIÓN VERTICAL CON LA VELOCIDAD DEL VIENTO:** La velocidad del viento aumenta con la altura hasta el viento geostrófico.



Variación vertical con la velocidad y efecto de la rugosidad

Además de esos factores, existen otros factores locales que determinan la selección final del emplazamiento, estos factores pueden ser de origen térmico: brisas, vientos de valle y de ladera; también existen factores orográficos: obstáculos orográficos, que pueden producir aceleraciones-desaceleraciones, valles, canalizaciones de viento, efectos barrera o esquina, etc.

Una vez que se tiene un terreno seleccionado potencialmente adecuado, es necesario la realización de una visita técnica al emplazamiento, la verificación técnica de que las características son las mismas que las consideradas en la selección teórica, la comprobación “in situ” de rasgos que demuestren la existencia o no de viento en dicho emplazamiento, la delimitación de emplazamientos potenciales y la definición de las campanas de medida.

Las campañas de medida, son necesarias para caracterizar la variabilidad del viento, tanto espacial como temporal. Para que una campaña de medida sea adecuada, es necesario que se tenga un gran número de medidas y que éstas hayan sido tomadas a diferentes alturas.

Como es lógico, para la toma de estas medidas es necesaria una instrumentación adecuada. Es imprescindible tener un mástil de medida, en el que se tenga instalado los siguientes instrumentos de medida:

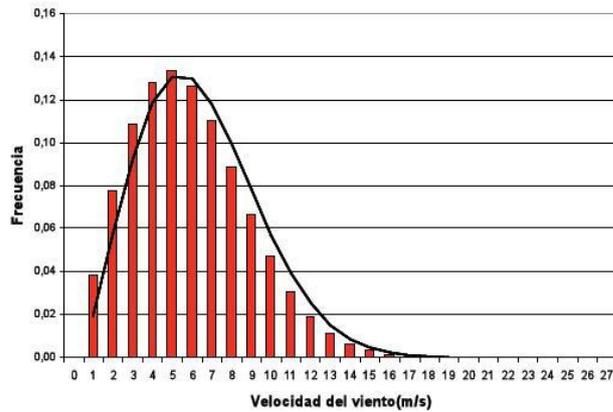
- ❖ Anemómetros, para medir la velocidad del viento incidente.
- ❖ Veleta, para definir la dirección del viento.
- ❖ Sistema de adquisición de datos, que permita almacenar los datos extraídos.
- ❖ Barómetro.
- ❖ Sensores de humedad y de lluvia.
- ❖ Anemómetros de velocidad vertical.

Una vez se tienen las medidas tomadas, es necesario hacer un análisis adecuado mediante series temporales.

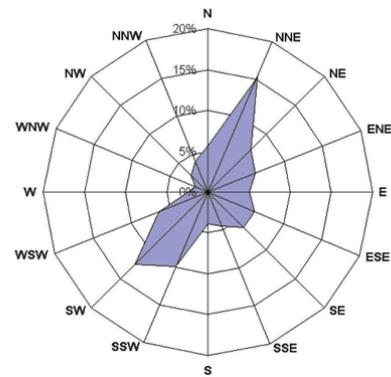
La velocidad del viento se caracteriza habitualmente mediante la distribución estadística de Weibull, que es la distribución matemática que mejor se adapta a la distribución de velocidades del viento real. Esta distribución tiene dos parámetros característicos:

- A ( m/s ) : Factor de Escala
- K: Factor de Forma

Finalmente, lo que se obtiene tras el análisis de las series temporales, es, una distribución de frecuencias de velocidad de viento y una distribución de direccionalidad de velocidades, también conocida como Rosa de los Vientos.



Distribución de frecuencias de velocidad



Rosa de los vientos

Por supuesto, al ser todos estos datos obtenidos a partir de una muestra sobre un periodo determinado de tiempo, los resultados obtenidos son estimaciones y como tales tienen asociada una serie de incertidumbres; estas incertidumbres son debidas a imprecisiones en los instrumentos de medida, representatividad del emplazamiento de la medida, perfil vertical de velocidades, periodo/disponibilidad de medidas, etc.

Una vez se tiene perfectamente caracterizado el emplazamiento y las condiciones de viento de este, es necesario estudiar si el aerogenerador a instalar es adecuado para dicho emplazamiento. Hay que asegurar la integridad estructural del aerogenerador durante toda la vida útil prevista, y comprobar que las condiciones de viento son adecuadas al diseño del aerogenerador.

### 3.2. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Para la obtención de datos de vientos de la zona se ha recurrido a los datos proporcionados por las estaciones del Centro Nacional de Energías Renovables (**CENER**).

El Centro Nacional de Energías Renovables (CENER) ha elaborado el atlas de vientos de la Península y Baleares con metodología propia y tecnología de la empresa de sistemas de información geográfica ESRI. La herramienta de uso gratuito en Internet (Mapa de los vientos) se ha desarrollado para ayudar a los promotores de parques eólicos en la planificación de sus futuros proyectos. La web proporciona, en el punto exacto de la zona simulada, el detalle de los recursos eólicos a diez metros de altura. En concreto, velocidad de viento media, rosas de viento, distribuciones de probabilidad e incluso series temporales generadas por el modelo meteorológico. Además, incluye información útil a la hora de promover parques, como las zonas ambientalmente protegidas o las carreteras.

El proyecto se ha realizado, a lo largo de cinco años, con la utilización de un 'cluster' de ordenadores para simular las condiciones del viento y la instalación de torres meteorológicas con sensores de viento, temperatura y presión, que han estado tomando datos en lugares representativos de las condiciones eólicas del país.

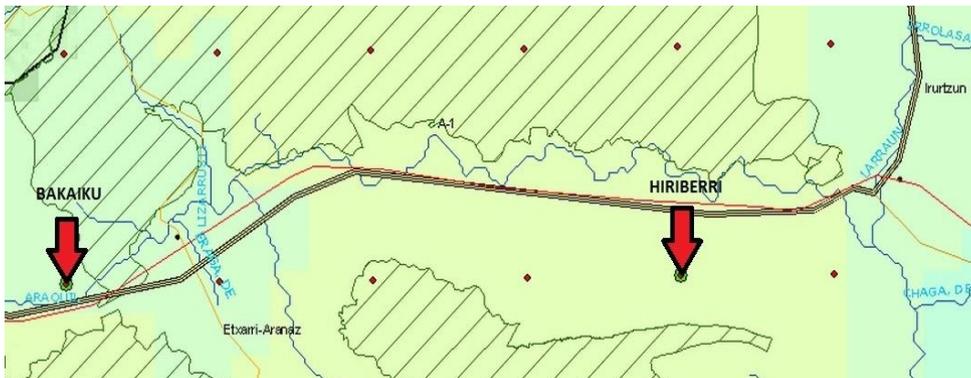
Las coordenadas geográficas de ubicación de las torres meteorológicas para la obtención de datos proporcionados por CENER son:

#### ❖ BAKAIKU

- Latitud: 42° 54' 00.0" N
- Longitud: 02° 05' 60.0" O

#### ❖ HIRIBERRI

- Latitud: 42° 54' 00.0" N
- Longitud: 01° 53' 60.0" O



### 3.3. MEDIDA Y TRATAMIENTO DE DATOS

Para la medida de los datos, como hemos mencionado anteriormente los datos se obtendrán de las estaciones meteorológicas del Centro Nacional de Energías Renovables (CENER).

Con los datos, se procederá a obtener medias de viento, mensuales, anuales y de periodo.

Por otro lado se representara mediante un histograma la frecuencia del viento en % frente a las velocidades de viento en m/s. El histograma nos mostrara la frecuencia de las velocidades de los vientos, pudiendo evaluar de esta forma el potencial eólico de la zona. También nos proporciona datos como rachas máximas y porcentaje en el que el aerogenerador estará totalmente parado.

Se procederá también a analizar la rosa de los vientos de la zona. Cada uno de los datos de viento obtenidos por las estaciones meteorológicas, recoge tanto la velocidad del viento en ese instante como la dirección del viento. Esta información de dirección del viento es continua de 0 a 360°, por tanto esto se divide en 16 sectores de dirección del viento de 22,5° cada uno y si se pondera anualmente nos dará la velocidad media del viento en dicha dirección. De este modo se muestran los valores de velocidad sobre una rosa de los vientos.

#### 3.3.1. Estación meteorológica de Bakaiku

➤ **Velocidades medias mensuales:**

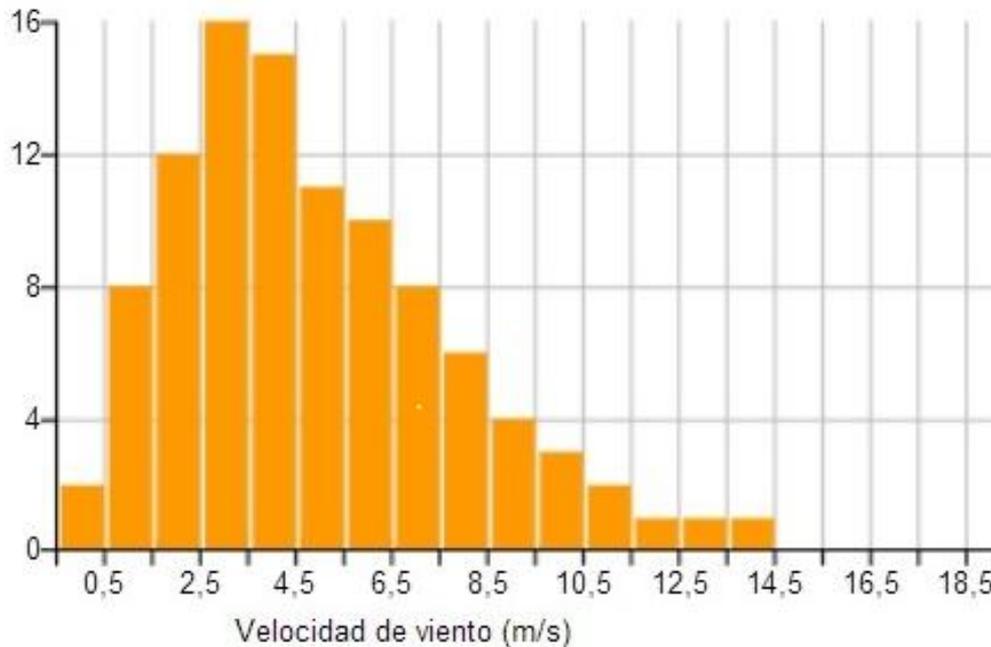
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
2006	5,77	4,29	5,48	4,75	4,60	4,76	3,89	4,61	4,22	6,30	6,39	4,48
2007	3,63	4,53	5,68	3,30	4,71	3,73	4,56	5,29	4,53	4,74	5,09	4,76
2008	4,19	6,52	6,08	4,40	4,21	4,50	4,24	3,80	4,26	4,82	5,62	5,59

➤ **Velocidades medias anuales:**

- 2006: 4,96 m/s
- 2007: 4,55 m/s
- 2008: 4,85 m/s

➤ **Velocidades medias periodo 2006, 2007 y 2008: 4,79 m/s**

➤ **Histograma de velocidades de viento:**



Analizando el histograma obtenido mediante los datos de la estación meteorológica de Bakaiku, podemos observar que los picos más altos de frecuencia se sitúan para las velocidades de viento comprendidas entre 2,5-3,5 m/s y 3,5-4,5 m/s siendo estos de 16% y 15%.

Teniendo en cuenta que los aerogeneradores para vientos bajos generan energía a partir de los 3 m/s, se puede decir que en un 31 % de las ocasiones el aerogenerador estará generando energía en cantidades pequeñas.

En un 22% de las ocasiones el viento sopla con una velocidad inferior a los 2,5 m/s. Esto quiere decir que en ese 22 % de las ocasiones el aerogenerador no nos generará energía eléctrica.

En un 47 % de las ocasiones la velocidad de viento será superior a los 4,5 m/s, siendo velocidades considerables para la generación de energía eléctrica.

Estos datos nos confirman la media de velocidades de todo el periodo (**4,79 m/s**) obtenida mediante los cálculos de los datos.

Mediante el histograma también podemos observar que las rachas máximas de viento son cercanas a los 14,5 m/s siendo estas muy poco frecuentes.

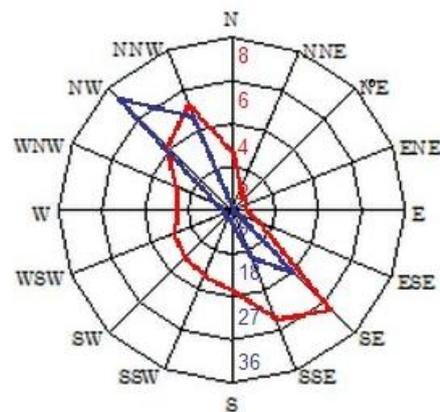
➤ **Rosa de velocidades y de frecuencias:**

Según se ve en la siguiente figura, en la rosa de los vientos se puede apreciar que los vientos más fuertes son el la dirección sureste (SE) donde los vientos llegan a alcanzar velocidades medias de 7 m/s, aunque como se verá más adelante, la frecuencia de esta velocidad no es muy elevada.

También se puede observa que tiene otra dirección de rachas con velocidades elevadas y es de componente noroeste concretamente en la dirección NNW. El resto de direcciones tiene unas velocidades medias anuales de 4 m/s para componente SW y las velocidades más bajas son de componente noreste (NE) y este (E).

En segundo lugar hay que estudiar las frecuencias anuales de esas velocidades, eso se ve en el siguiente gráfico sectorial (Rosa de direcciones medias anuales del viento), en este caso se puede comprobar que las direcciones donde mayor frecuencia de viento hay coincide con las direcciones donde mayor velocidad de viento hay.

Rosa de velocidades (m/s)  
—  
Rosa de frecuencias (%)  
—



➤ **Otros datos (Presión y temperatura)**

• **Presión atmosférica media anual (Pa):**

- 2006: **101732 Pa**
- 2007: **101885 Pa**
- 2008: **101740 Pa**

• **Temperatura media anual (K):**

- 2006: **285,6 K**
- 2007: **282,3 K**
- 2008: **284,7 K**

### 3.3.2. Estación meteorológica de Hiriberri

➤ **Velocidades medias mensuales:**

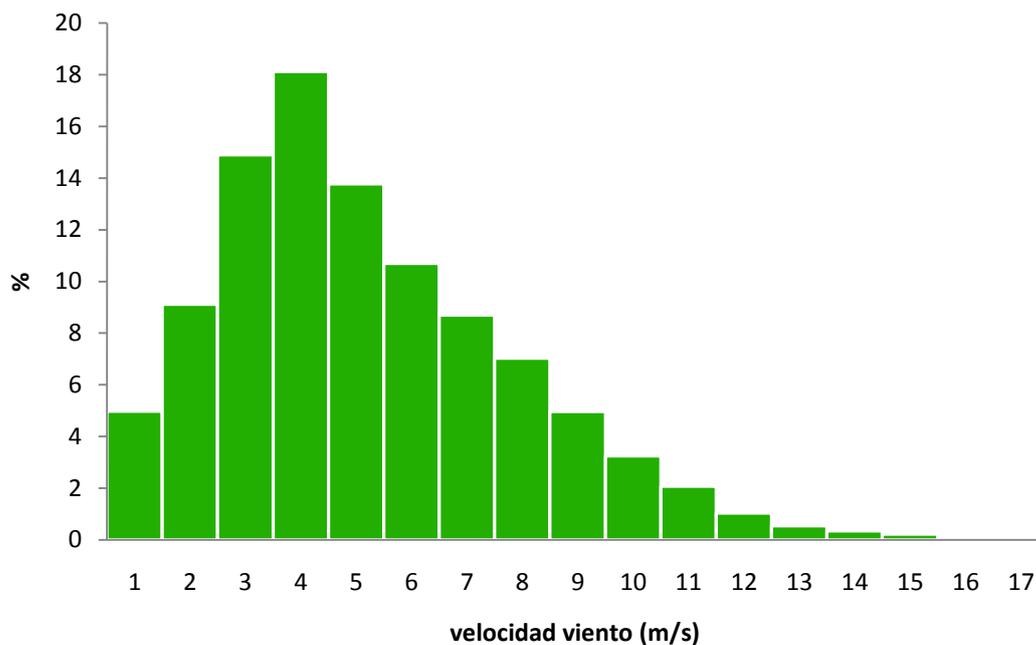
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
2006	5,53	5,15	5,75	5,61	5,38	5,55	4,82	5,40	4,49	6,09	5,89	4,56
2007	4,00	4,57	6,16	3,81	5,28	4,64	5,50	5,58	5,51	5,15	6,28	4,88
2008	4,38	5,60	6,22	4,83	4,65	5,50	5,38	4,85	4,87	5,07	5,74	5,14

➤ **Velocidades medias anuales:**

- 2006: 5,35 m/s
- 2007: 5,11 m/s
- 2008: 5,19 m/s

➤ **Velocidades medias periodo 2006, 2007 y 2008: 5,22 m/s**

➤ **Histograma de velocidades de viento:**



Para el caso de Hiriberri, podemos observar que los picos más altos de frecuencia se sitúan para las velocidades de viento comprendidas entre 2,5-3,5 m/s y 3,5-4,5 m/s siendo estos de 15% y 18%.

En un 33 % de las ocasiones el aerogenerador estará generando energía en cantidades pequeñas.

En un 14% de las ocasiones el viento sopla con una velocidad inferior a los 2,5 m/s. Por tanto, se puede decir que en un 14 % de las ocasiones el aerogenerador no estará generando energía eléctrica.

En un 54 % de las ocasiones la velocidad de viento será superior a los 4,5 m/s, siendo velocidades considerables para la generación de energía eléctrica.

Estos datos nos confirman la media de velocidades de todo el periodo (**5,22 m/s**) obtenida mediante los cálculos de los datos.

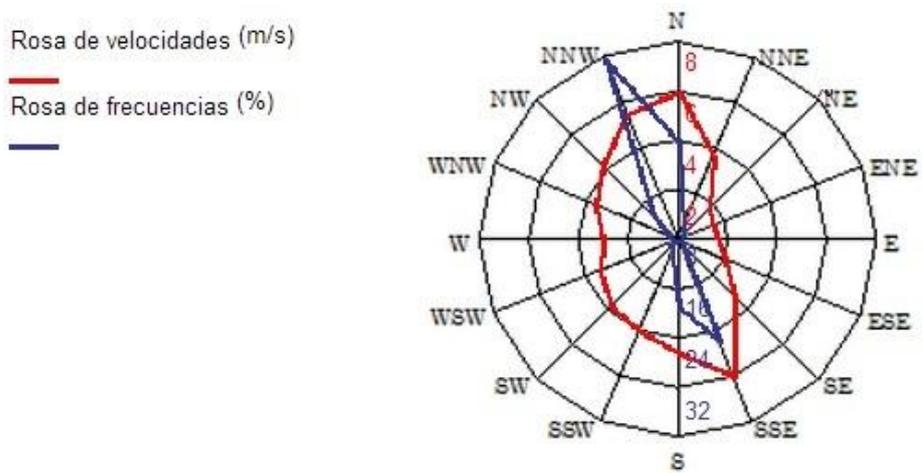
Mediante el histograma también podemos observar que las rachas máximas de viento son cercanas a los 13,5 m/s siendo estas muy poco frecuentes.

➤ **Rosa de velocidades y de frecuencias:**

En cuanto a las rosas de velocidades y frecuencias, se puede apreciar que los vientos más fuertes son en la dirección SSE y N donde los vientos llegan a alcanzar velocidades medias de 6-7 m/s.

En direcciones con componente oeste (W) se mantiene una velocidad de 3-4 m/s, mientras que para los vientos con componente este (E) vuelven a ser los de menor velocidad.

Para la rosa de frecuencias también se puede comprobar que las direcciones donde mayor frecuencia de viento hay coincide con las direcciones donde mayor velocidad de viento hay. Siendo la dirección de mayor frecuencia la NNW.



➤ **Otros datos (Presión y temperatura)**

- **Presión atmosférica media anual (Pa):**

- 2006: **101731 Pa**
- 2007: **101874 Pa**
- 2008: **101735 Pa**

- **Temperatura media anual (K):**

- 2006: **284,7 K**
- 2007: **284,0 K**
- 2008: **283,7 K**

### ***3.3.3. Comparación entre las dos zonas de medición***

Teniendo en cuenta principalmente; velocidad media, histograma y la rosa de velocidades y frecuencias, es evidente que la zona de la localidad de Hiriberri tiene un mejor potencial eólico que la zona de Bakaiku.

Con una velocidad media de 5,22 m/s, la zona de Hiriberri se puede decir que es una zona de potencial eólico medio. No es una zona adecuada para montar un parque eólico puesto que no tiene una media anual del 6-7 m/s, pero nos puede servir para el objetivo de generar parte de la energía de dicha localidad.

En el caso de Bakaiku, la velocidad media es de 4,79 m/s. Con esta velocidad el potencial eólico sería medio-bajo. Los kW generados a lo largo del año serían de una cuantía bastante menor que en Hiriberri.

Para Hiriberri, el porcentaje de frecuencia del 14 % para el caso de velocidades inferiores a 2,5 m/s, es un dato positivo. Nos indica que más o menos en un 86 % de las ocasiones nos estará generando energía, en mayor o menor medida. Mientras que en Bakaiku el aerogenerador generaría energía en un 78% de las ocasiones.

Para las rosas de viento y de frecuencia, en ambos casos se cumple que en las direcciones donde mayor frecuencia de viento hay coincide con las direcciones donde mayor velocidad de viento.

### 3.3.4. Número de horas anuales en función de velocidades de viento (Hiriberri)

WIND SPEED (m/s)	PROMEDIO HORAS
0	505
1	411
2	753
3	1230
4	1496
5	1137
6	883
7	718
8	580
9	410
10	269
11	171
12	85
13	45
14	29
15	18
16	10
17	6
18	2
19	2
20	0

## 4. UBICACIÓN DEL AEROGENERADOR

### 4.1. CRITERIOS ELECCIÓN EMPLAZAMIENTO

En la etapa de selección del emplazamiento debe atenderse de forma general a los siguientes criterios:

- Características eólicas del emplazamiento:
  - Velocidad media del viento lo más elevada posible.
  - Ausencia de rachas fuertes y frecuentes.
  - Viento laminado con la mínima turbulencia posible.
  - Viento con dirección predominante.
  - Ausencia de calmas duraderas.
- Condiciones de terreno:
  - Presentar la menor rugosidad posible.
  - Presentar un nivel de complejidad lo menor posible. Colinas suaves y de baja rugosidad.
  - Conviene, que el lugar no esté próximo a núcleos habitados para evitar el impacto paisajístico y sonoro que pudiesen producir los aerogeneradores.
  - Además es importante que el lugar presente una accesibilidad adecuada.
- Proximidad a las redes eléctricas de interconexión:
  - Conviene que el eólico se sitúe cerca de la red de tensión a fin de disminuir los costes de inversión en el sistema de interconexión y minimizar las pérdidas por transporte.
- Impacto medioambiental:
  - Se debe contemplar el impacto sonoro que puede ocasionar sobre poblaciones cercanas, el impacto paisajístico, efectos sobre la flora y fauna y las posibles interferencias sobre ondas de radio, televisión o telefonía.
  - Configuraciones geométricas simples que no llamen la atención y se ajusten a la forma del terreno.
  - Pinturas suaves.
  - Los generadores tienden a ser bien vistos por la sociedad en general y si se colocan en los sitios adecuados no afectan demasiado a la vida animal.

## 4.2. ELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

Para el caso particular de este proyecto, las cosas son un poco diferentes, al no tratarse de un parque eólico de grandes dimensiones. La producción esperada del aerogenerador no va a ser muy elevada, por lo que no tiene sentido hacer una gran inversión económica en el análisis del emplazamiento. Por otro lado, se utilizara para abastecer parte de la energía consumida en una ferretería de la localidad de Hiriberri, por lo que en esas condiciones se tendrá que instalar dentro del terreno de la localidad y que tenga un buen acceso para evitar gastos en acondicionamiento del terreno.

La instalación del aerogenerador está previsto que se realice en la localidad de Hiriberri el término municipal de Arakil, situado en la provincia de Navarra, merindad de Pamplona y comarca de la Barranca. Su población en 2007 fue de 118 habitantes.



El aerogenerador se instalará en un solar de la ferretería. La ubicación elegida tiene acceso por la parte trasera de la fábrica con acceso desde la NA-2410.

- ❖ Coordenadas: 42° 54' 56.8" N, 01° 54' 09.3" O
- ❖ Altura: 450 m



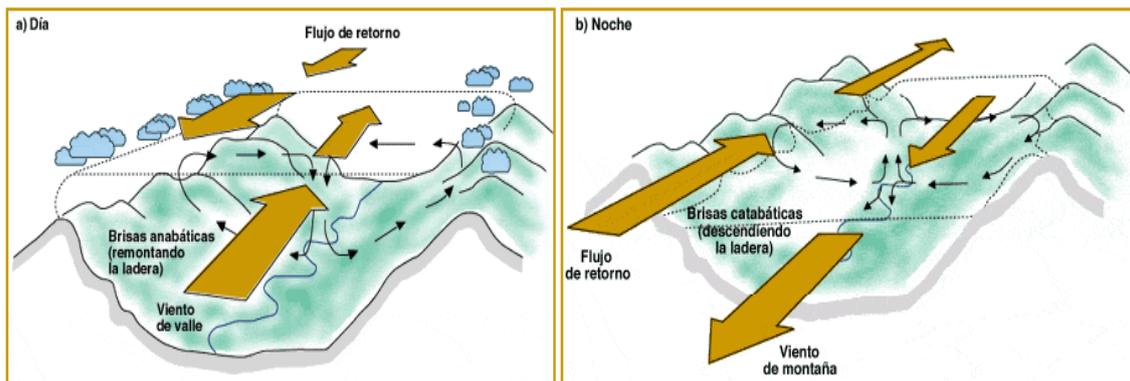
La elección del emplazamiento para la instalación del generador eólico se ha basado en los siguientes criterios:

➤ Viabilidad Técnica:

El estudio del potencial eólico del emplazamiento y las estimaciones de producción demuestran que la viabilidad técnica es una de las zonas con mayor potencial eólico del lugar.

La localidad de Hiriberri está situada en la boca del valle de la Sakana lo que hace que sufra los fenómenos de viento de valle y de montaña.

Los rayos solares inciden desigualmente en las laderas de las montañas y en los valles; asimismo, varían su ángulo de incidencia a lo largo del día según la trayectoria del sol. Esto genera un flujo de aire condicionado por los centros de alta y baja presión producidos por las diferencias térmicas diarias que se desarrollan entre el valle y las montañas.



En la noche se produce el enfriamiento rápido de las laderas respecto del valle y los vientos cambian.

Adicionalmente hay que valorar la poca complejidad del terreno donde se instalará el aerogenerador, que hace que la ejecución de la obra necesaria para la construcción sea mucho más sencilla. Es evidente que cuanto mayor es la sencillez de ejecución de una obra menor es el impacto que esta provoca, dado que los movimientos de tierra, necesarios para la ejecución de las instalaciones, son pequeños y el tiempo de ejecución de obra se reduce respecto a instalaciones similares disminuyendo por lo tanto los impactos de carácter temporal producidos durante la obra (emisiones acústicas, emisión de polvo, tránsito de maquinaria etc.)

➤ Acuerdos con propietarios:

El aerogenerador se encuentra dentro de una única finca. La Empresa inversora tendrá un acuerdo firmado con el Ayuntamiento para el desarrollo del proyecto. Este hecho se traduce en una facilidad y rapidez de tramitación, dado que se hace innecesario recurrir a procedimientos de expropiación. Por tanto el proyecto se podría ejecutar de forma inmediata, una vez se hayan obtenido las autorizaciones pertinentes.

➤ Afecciones medioambientales del aerogenerador:

Los mayores impactos que puede producir un generador eólico son debidos al impacto sonoro, paisajístico, flora y fauna y posibles interferencias sobre ondas de radio, televisión o telefonía.

Con respecto al impacto sonoro, las causas principales de la generación de ruido son dos; el viento que incide en las palas y los mecanismos internos de la góndola. El ruido generado depende de dos factores fundamentales, la intensidad del viento y la distancia al aerogenerador. Dado que el aerogenerador está situado cerca de una zona de trabajo donde el nivel de ruido supera o iguala el del aerogenerador, éste no nos causará ningún inconveniente. Por otro lado, el núcleo urbano está situado a más de 400 m lo cual el ruido será insignificante para la población.

El impacto paisajístico y el impacto sobre la flora y la fauna es mínimo. En la zona del emplazamiento hay poca vegetación y no afecta a especies protegidas.

No existen construcciones, edificaciones o elementos de interés histórico-cultural que puedan ser afectados por los elementos de este Proyecto.

Para minimizar los efectos negativos de las líneas eléctricas, se enterrará la línea interior del generador.

➤ Impacto social:

La instalación del parque eólico tiene repercusiones socioeconómicas positivas por la creación de puestos de trabajos directos e indirectos. De este modo, la mayor parte posible de trabajos de montaje, instalación y mantenimiento se realizarán mediante contratos y acuerdos con empresas locales.

Por otra parte, no debe olvidarse el beneficio sobre el conjunto de la sociedad que suponen los sistemas de generación eléctrica basados en energías renovables.

## 5. AEROGENERADOR

### 5.1. INTRODUCCIÓN

Un aerogenerador es una máquina capaz de transformar la energía cinética del viento en energía eléctrica, por medio de un generador. Esta energía podrá cederse a la red eléctrica general, previamente transformada a la tensión adecuada.

El proyecto consta de un aerogenerador de 80 kW de potencia unitaria, concretamente el aerogenerador WES 80 de con una altura de torre de 31 m. A pesar de todo, para la elección de este aerogenerador, se ha realizado un estudio económico de otros aerogeneradores y en función de costes, fiabilidad y energía producida se ha decidido un aerogenerador u otro.

A grandes rasgos se puede hacer una clasificación de los aerogeneradores según tres clases en función de las velocidades medias del viento que sean capaces de aprovechar. En la zona de estudio, el potencial eólico no es elevado sino que es una zona de potencial medio-bajo. El aerogenerador que se ha decidido instalar finalmente es el WES 80, capaz de aprovechar las velocidades bajas del viento. Su velocidad de arranque es inferior a otros modelos (3 m/s). Los criterios para seleccionar dicho modelo de aerogenerador se muestran en adelante.

### 5.2. ELECCIÓN DEL AEROGENERADOR

Para la selección del aerogenerador, debemos de hacer un pequeño estudio económico de cada aerogenerador para asegurarnos que elegimos el adecuado.

En primer lugar hay que fijarse en la curva de potencia del mismo y ponderarlo con las velocidades anuales. En el estudio de viento, hay que ir introduciendo las curvas de potencia de todos los aerogeneradores a comparar e ir viendo la producción energética que tendrían. A la hora del cálculo de la producción energética tenemos que tener en cuenta las pérdidas por transporte 3%, pérdidas por mantenimiento 3% y las pérdidas por indisponibilidad de máquinas y subestación (averías) 6%.

$$Energía_{REAL} = Energía_{TEÓRICA} \times 0,97 \times 0,97 \times 0,94$$

Una vez estimemos la energía que puede producir nuestro aerogenerador, podremos calcular los beneficios brutos según la tarifa de contratación actual.

Esto hay que hacerlo teniendo en cuenta el coste de cada uno de los aerogeneradores, costes de mantenimiento, intereses de préstamos, etc. Por tanto el aerogenerador que mejor valores del estudio obtenga es el que se debería poner.

En la evaluación de un proyecto empresarial hay muchas otras cosas que evaluar, como el tiempo que tardas en recuperar la inversión, compromiso con el cliente, garantías de los suministradores, etc.

Actualmente se tiende a colocar aerogeneradores más grandes para la producción eólica ya que hay un mayor aprovechamiento del terreno para producir más electricidad, es decir, más energía producida en menos espacio.

También hay que tener en cuenta el estudio de impacto ambiental, según la legislación vigente en la zona.

Para poder elegir el correcto aerogenerador, se compararán aerogeneradores de distintas marcas y de distintas potencias nominales:

<b>ENDURANCE WIND POWER E-3120 (50 Kw)</b>	
<p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencia nominal: 50 kW</li> <li>• Vel. puesta en marcha: 3,5 m/s</li> <li>• Vel. límite para generación: 25 m/s</li> <li>• Vel. supervivencia: 52 m/s</li> <li>• Altura: 30,5 - 42,7 m</li> <li>• Producción anual (5,22 m/s): 126.912 kWh</li> <li>• Precio (instalado): 375.000 – 400.000 €</li> <li>• Vida útil: min 20 años</li> </ul>	

<b>LAGERWEY 18/80 (80 Kw)</b>	
<p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencia nominal: 80 kW</li> <li>• Vel. puesta en marcha: 3,0 m/s</li> <li>• Vel. límite para generación: 25 m/s</li> <li>• Vel. supervivencia: 60 m/s</li> <li>• Altura: 18 - 39 m</li> <li>• Producción anual (5,22 m/s): 113.760 kWh</li> <li>• Precio (instalado): 95.000 – 115.000 €</li> <li>• Vida útil: 10-12 años (2ª mano)</li> </ul>	

<b>P21-100 WIND TURBINE (100 Kw)</b>	
<b>Características:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencia nominal: 100 kW</li> <li>• Vel. puesta en marcha: 3,0 m/s</li> <li>• Vel. límite para generación: 25 m/s</li> <li>• Vel. supervivencia: 59,0 m/s</li> <li>• Altura: 36 m</li> <li>• Producción anual (5,22 m/s): 185.900 kWh</li> <li>• Precio (instalado): 500.000 €</li> <li>• Vida útil: 20 años</li> </ul>	

➤ Si comparamos los aerogeneradores según el coste del kW:

Aerogenerador	Potencia nominal (W)	Precio (€)	€/W
E-3120 (Nuevo)	50000	400.000	8,00
LAGERWEY 18/80 (2ª mano)	80000	115.000	1,44
P21-100 (Nuevo)	100000	500.000	5,00

➤ Comparando el precio de kW generado a lo largo de su vida útil:

Aerogenerador	kWh generados	€	€/kWh
E-3120	2538240 (20 años)	400.000	0,15759
LAGERWEY 18/80	1365120 (12 años)	115.000	0,08424
P21-100	3718000 (20 años)	500.000	0,13448

Teniendo en cuenta todo lo anterior, el aerogenerador más rentable según este primer estudio es el LAGERWEY 18/80. Los datos de generación se han obtenido de en las tablas de generación anual en función de velocidad media de viento que nos proporciona cada uno de los fabricantes.

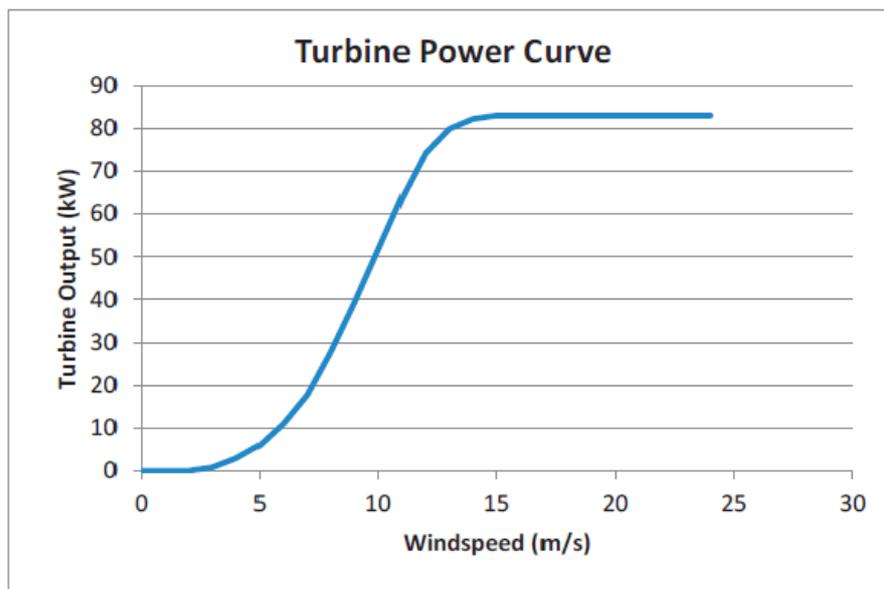
Como podemos observar, la instalación de un aerogenerador nuevo no sería rentable en dicha localidad. El precio de los nuevos aerogeneradores es muy elevado, con los datos de velocidad media de la zona analizada el precio del kWh se dispara. Teniendo en cuenta que existen pérdidas por mantenimiento, perdidas por transporte y pérdidas por averías e indisponibilidades, los datos de generación calculados anteriormente disminuyen considerablemente y el precio del kWh generado aumenta.

Por tanto la solución sería instalar un aerogenerador de segunda mano restaurado. Existen plataformas de venta de aerogeneradores de segunda mano, que restaurados su vida útil sería de unos 12 años aproximadamente con un correcto mantenimiento. Por razones económicas, generación de energía y potencia nominal del aerogenerador, el aerogenerador seleccionado es el WES-80.

### 5.2.1. WES-80

**Turbine Power Curve**

Windspeed (m/s)	Power (kW)
0	0.0
1	0.0
2	0.0
3	0.8
4	2.9
5	6.0
6	11.0
7	17.7
8	27.7
9	39.2
10	51.4
11	63.8
12	74.2
13	79.9
14	82.2
15	83.0
16	83.0
17	83.0
18	83.0
19	83.0
20	83.0
21	83.0
22	83.0
23	83.0
24	83.0
25	83.0



### DATOS GENERACIÓN ELÉCTRICA

- Producción teórica: 106669 kW/año
- Producción Real: 94343 kW/año

### 5.3. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL AEROGENERADOR WES-80

El WES-80 está compuesto por el rotor, en el cual se convierte la energía cinética del viento en momento de giro, en energía en forma mecánica. El generador eléctrico, acoplado mecánicamente al rotor convierte la energía mecánica en energía eléctrica normalmente de frecuencia y tensión variable y el sistema de orientación hace que el aerogenerador se sitúe en la posición idónea para la generación de energía eléctrica en función del viento. Todos estos componentes, por razones evidentes, tienen que estar a una distancia del suelo mediante una torre. También consta de un sistema de acondicionamiento de potencia, para el caso de conexión a red el regulador se sustituye por un convertidor CC/CA. Por último, tiene un sistema de protección contra sobrevelocidad en caso de velocidades de viento extremas.



#### 5.3.1. Rotor

El rotor del aerogenerador WES-80 está equipado por dos palas y se caracteriza por un sistema de enganche único y un ajuste del ángulo de la pala pasivo. Este sistema permite que las palas giren independientemente.

La presión del viento empuja las palas en la dirección del eje principal. Debido a las bisagras en el cubo del rotor, la posición real de las palas estará ligeramente atrasada, es decir, girarán hacia el interior del aerogenerador.

Por otro lado, la rotación del rotor hace que se ejerzan fuerzas centrífugas sobre las palas, obligando a estas a adoptar una posición más perpendicular con el eje principal.

Teniendo en cuenta estas dos fuerzas, la del viento y la centrífuga, las palas se situarán en función de la velocidad del viento en la posición idónea para la generación de energía eléctrica. De esta manera se reducen fuerzas y flexiones sobre el eje del rotor y el eje principal.

El ángulo de la pala es un aspecto importante en la eficiencia del rotor y por tanto para la potencia generada. Es importante que ambas palas mantengan el mismo ángulo, esto se logra mediante un mecanismo de sincronización situado en el cubo del rotor.

Un aumento de la velocidad del viento hace que se aumente la presión ejercida sobre las palas y por tanto el ángulo de estas, reduciendo el área proyectada. Por

esta razón tiene incorporado un muelle, permitiendo así posicionarse con el mejor ángulo hasta velocidades de 13 m/s.

La salida de la potencia nominal de la turbina está limitada a 80 kW por medio de un sistema electrónico de potencia. Las velocidades superiores a 13 m/s hacen que se incremente la velocidad del rotor ya que el generador no absorbe la energía adicional producida por el rotor. Es en esta situación cuando actúa el muelle anteriormente mencionado. La elevada velocidad del viento hace que se ejerza una mayor presión sobre las palas, accionando el muelle y permitiendo un mayor ángulo para las palas. De esta forma se reduce la eficiencia de las palas y por tanto la velocidad del rotor. Este procedimiento constituye al primer sistema de seguridad de la turbina WES-80.

### 5.3.2. Palas

Las palas están hechas de fibra de carbono reforzadas con epoxy. Gracias a este material las palas son ligeras, fuertes y flexibles.

Tienen una longitud de 7,8 m y están diseñadas para el mejor aprovechamiento del viento. Están testadas con cargas dinámicas y estáticas.



En el interior de las palas se sitúa un alambre de cobre de compensación para protegerlas de rayos y relámpagos.

### 5.3.3. Buje

El buje es la parte del rotor donde se insertan las palas. Está conectado al eje principal, al eje de baja velocidad del multiplicador.

En el buje se sitúa el sistema de sincronización y las bisagras de las palas.

### 5.3.4. Multiplicador

El multiplicador es el elemento del aerogenerador que se encarga de incrementar la velocidad del rotor. Se obtiene en dos etapas la proporción 1:20 entre la velocidad del rotor y el eje de salida procedente del multiplicador. Por tanto, el eje de alta velocidad, procedente del multiplicador y en consecuencia el del generador, tendrá un rango de trabajo aproximadamente de entre 1200 y 2400 r.p.m.



Consiste en una caja de cambios repleta de engranajes situados específicamente para obtener un mayor régimen de vueltas en el eje de salida. Unos cojinetes radiales permiten la incorporación directa del eje del rotor a la multiplicadora. Además está equipada con un freno que no permite girar al rotor en sentido contrario.

### **5.3.5. Freno de mano**

Por razones de mantenimiento el rotor tiene que tener un sistema de frenado y bloqueo manual. Este sistema podrá ser accionado por el técnico después de posicionar el aerogenerador fuera de la zona de viento.

### **5.3.6. Sistema de orientación**

El sistema de orientación posiciona el rotor en la dirección correcta para la generación de energía o en el caso de ser requerido fuera de la zona de generación, como puede ser el caso de mantenimiento o situaciones de viento extremo. Unos contactores controlan el sistema de orientación. En el caso de fallo de la red, lo que provoca un mal funcionamiento de la instalación, el motor de orientación esta directamente conectado con el generador desviándose fuera del viento por si mismo. Con el fin de evitar que las fuerzas y los momentos del rotor pasen a través de la góndola consta con un sistema de cuatro frenos. Además tiene incorporado un acoplamiento flexible entre el tornillo sin fin de reducción y el piñón debido a sus propiedades de absorción.

### **5.3.7. Góndola**

La góndola es la parte de la turbina situada en lo alto de la torre. Una corona de orientación permite que la góndola gire en el plano horizontal. La placa base de la góndola está hecha de acero galvanizado en caliente. En ella se montan la multiplicadora, generador, sistema de guiado y parte del equipo de control.



### **5.3.8. Torre**

La torre consiste de tres partes cilíndricas montadas una sobre otra y conectadas mediante una conexión con brida. Con una altura de 30 m.

Dispone de una escalera exterior, para poder acceder a la parte superior de la torre (Góndola). Como medida de seguridad, dispone de un cable de acero paralelo a la escalera.

Las tres partes cilíndricas de la torre son de acero galvanizado en caliente.

### **5.3.9. Base**

El diseño de la base depende básicamente de la situación local, fundamentalmente de la composición del suelo y de la capacidad que tiene este de soportar las fuerzas generadas por el aerogenerador en distintas situaciones a lo largo del año. En el caso de ser necesario se procederá a construir una base de hormigón de las dimensiones requeridas por el proyecto teniendo en cuenta siempre la salida de los cables eléctricos y de control. En todos los casos, el aerogenerador se unirá a la base por medio de unos pernos de anclaje.

### **5.3.10. Generador**

El generador es un generador asíncrono de 4 polos. Tiene un ventilador para enfriarlo que va montado directamente en el eje. Los rodamientos están previstos de boquillas para volver a engrasar en la etapa de mantenimiento. La corriente reactiva, que es la que permite al generador acumular un campo magnético, se obtiene mediante un paquete condensador.

### **5.3.11. Conexión a red**

Para la conexión a red hace falta un sistema de acondicionamiento de potencia que en nuestro caso se logra a través del principio CA/CC/CA. Esto significa que en una primera fase, la corriente alterna generada se transforma en corriente continua mediante un convertidor y posteriormente se convierte en corriente alterna, que es síncrona a la red. La ventaja de este sistema es que la frecuencia del generador es completamente independiente de las condiciones de la red y las fluctuaciones de la red. Con este sistema la velocidad del rotor puede ser variable. La energía producida está relacionada con la velocidad del rotor por medio de un sistema de electrónica de potencia totalmente variable. Esto significa que la energía producida es óptima, ajustada a la velocidad real del viento.

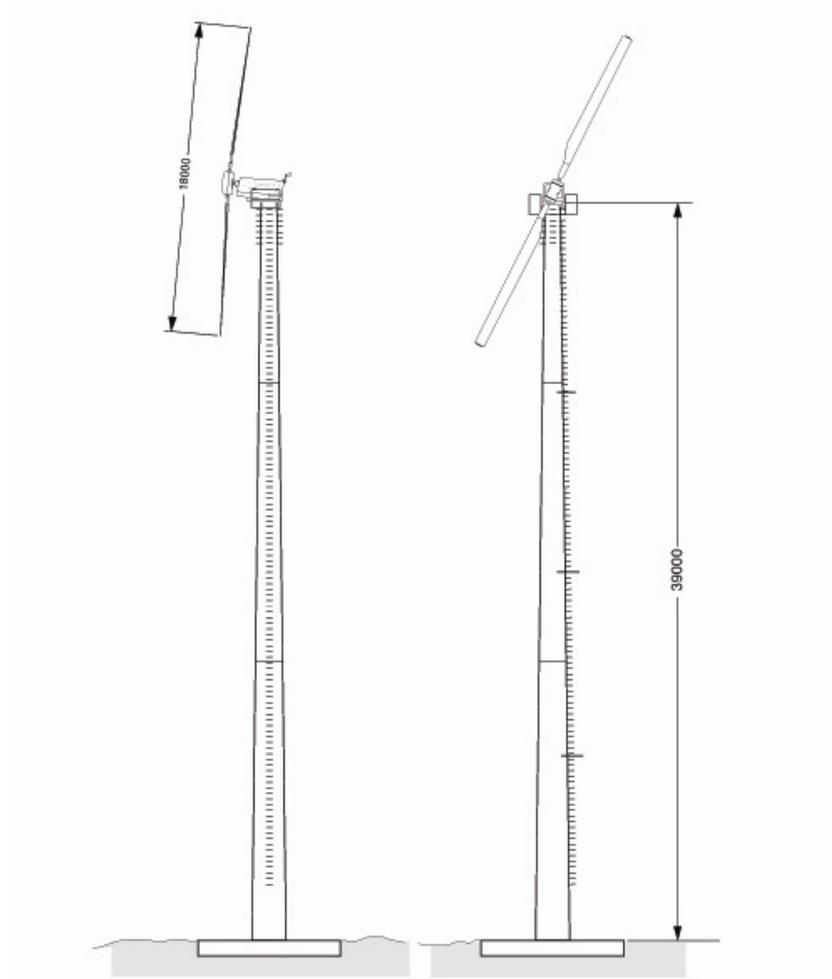
### 5.3.12. Sistema de control

El control del WES-80 se realiza mediante una terminal PLC.A. El terminal muestra la velocidad real del viento, dirección del viento, velocidad del rotor y generación de energía. Proporciona también la acumulación de kWh producida y la historia de los parámetros mencionados anteriormente.

El controlador y el sistema eléctrico están diseñados a prueba de fallos, es decir, en el caso de que la turbina sufra un fallo (según el tipo de fallo), estos no sufrirían ningún tipo de daño. El microprocesador mostrará en el caso de fallo la información detallada y la registrará.



## 5.4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



### GENERAL

Diseño	NEN 6096
Certificado por	CIWI
Velocidad de conexión	3 m/s
Velocidad potencia nominal	12 m/s
Velocidad de corte	25 m/s
Máxima velocidad de viento	60 m/s
Potencia Nominal	80 kW
Tensión de la red	400 V $\pm$ 10%
Frecuencia de la red	50/60 Hz $\pm$ 3 Hz
Potencia específica	315 W/m <sup>2</sup>
Vida útil	min. 20 años



## ROTOR

Numero de palas	2
Ángulo del eje principal	7° respecto a la horizontal
Diámetro	18 m
Área barrida	254 m <sup>2</sup>
Velocidad	variable 60-120 r.p.m.
Regulación de potencia	pasiva: ángulo de la pala ajustable activa: sistema mutador totalmente variable
Ángulo mínimo de la pala	1,0°
Ángulo del cono	180-164°
Sentido de giro	sentido de las agujas del reloj
Punto de apoyo principal	Unido al multiplicador

## PALAS

Longitud	7,8 m
Peso (1 pala)	86 kg
Espesor de pala	500-625 mm
Material	Fibra de carbono reforzado con epoxy

## MULTIPLICADOR

Numero de etapas	2
Peso	700 kg
Relación	1:20

## GENERADOR

Tipo	asíncrono
Potencia nominal	80 kW
Numero de polos	4
Voltaje nominal	230/400 V
Frecuencia	variable: 40-80 Hz
Peso	450 kg
Protección	IP 55

## CONEXIÓN A RED

Convertidor	Puente de diodo – mutador
Principio del convertidor	CA - CC – CA
Fuente de alimentación	400 V / trifásico / 50 o 60 Hz (desviación de tensión y frecuencia opcional)

## TORRE

Tipo	tubo cilíndrico
Numero de secciones	3
Altura	30 m
Material	Acero galvanizado en caliente
Acceso a góndola	Escalera exterior

## CONTROLADOR PLC

## SISTEMA DE ORIENTACIÓN

Sistema	activo
Señal basada en	veleta
Impulsado por	motor con reducción de engranaje helicoidal
Potencia motor	0,55 kW
Velocidad de giro	1,2º/seg
Apoyo	cojinete-corona

## SEGURIDAD

Primer sistema de seguridad	giro de palas Activación: 110 r.p.m. (13 m/s)
Segundo sistema de seguridad	adoptar posición de seguridad fuera de la generación de energía Activación: 120 r.p.m. Vibraciones excesivas Fallo de anemómetro o veleta Fallo en sistema de control Fallo en la red Elevada temperatura del generador Fallo en sistema de orientación
Sistema de bloqueo	Manual (accionado por personal de mantenimiento).

## PESOS

Rotor	900 kg
Góndola (incluido el rotor)	3000 kg
Torre (sin contar góndola)	10000 kg

## 5.5. REACONDICIONAMIENTO

El reacondicionamiento lo efectuará la empresa Koshkil systems, una empresa navarra situada en el polígono industrial Iruregaña de Aizoán, con amplia experiencia en el sector eólico (proyectos eólicos, puesta en marcha, etc.) tanto a nivel nacional como internacional.

Hay que tener en cuenta que contamos con un aerogenerador de segunda mano, para poder aprovechar al máximo sus posibilidades de generación eléctrica y alargar su vida útil lo máximo posible, es imprescindible un correcto trabajo de mantenimiento. Para ello se procederá a:

- Se desmontarán todos los componentes del aerogenerador para poder llevar a cabo la limpieza e inspección de los mismos.
- Todo componente que no cumpla con las especificaciones del fabricante OEM será reparado o reemplazado.
- Se inspeccionará el armazón de la góndola en busca de grietas y fallos estructurales. Se repararán y testarán todos los daños hallados.
- Se limpiará la suciedad y el lubricante de los elementos reutilizables, retirando la vieja pintura y volviendo a pintar aquellos que sean necesarios para protegerlos contra la corrosión.
- Todos los componentes giratorios críticos (cilindros, rodillos, etc.) serán inspeccionados y evaluados por un operario cualificado, en el caso de que algún componente no cumpla las especificaciones requeridas, éste será reemplazado o reparado según lo requiera.
- Todos los rodamientos serán reparados o en su caso sustituidos por unos nuevos.
- La transmisión será reparada o sustituida por una nueva
- El hardware será reparado o reemplazado por uno nuevo
- La caja de engranajes será desmontada, limpiada e inspeccionada por un operario cualificado. Se sustituirán las piezas y engranajes en mal estado y que no cumplan los requisitos exigidos por el operario.
- Se inspeccionarán y limpiarán los generadores.
- Se reconstruirán o sustituirán las pinzas de freno, incluyendo el freno del rotor y las pastillas de freno.
- Se sustituirá el aceite de los bloques de desgaste.
- Se inspeccionarán, limpiarán y repararán las palas del rotor. En el caso de ser necesario se sustituirán por unas nuevas.
- Se protegerán las palas con una nueva cobertura de protección, de esta forma aumentaremos la vida útil de las palas y a su vez mejoraremos el rendimiento.
- Se pesarán las palas y se llevará a cabo un proceso de equilibrado.

- Se inspeccionará el mecanismo de sobre-velocidad o velocidad elevada sustituyendo las piezas que sean necesarias (muelles,...)
- Se procederá a la sustitución del cableado y componentes eléctricos, mejorando las especificaciones de la fabricación original.
- Se inspeccionará el sistema de control principal, sustituyendo o reparando las piezas dañadas o en mal estado.
- Se reparará o reemplazará también, la veleta y el anemómetro.
- OPCIONAL: nuevo panel de control y convertidor de potencia.

**ANTES**



**DESPUES**





## 6. INSTALACIÓN

La actividad que se pretende desarrollar mediante el eólico es la generación de energía eléctrica a partir del viento, con el fin de autoconsumo. Para ello, se conectará el aerogenerador a la red, de este modo se aprovechará toda la energía producida. La energía producida por el aerogenerador tiene la tensión de 400 V y se trasportará hasta el punto de red más cercano a la tensión necesaria.

Esta parte comprende todas las infraestructuras, instalaciones y obras complementarias necesarias para llevar a cabo la instalación. Las actuaciones a realizar comprenden:

- 1- La obra civil necesaria para habilitar la plataforma para estacionamiento de la grúa de montaje, la zapata de cimentación del aerogenerador y la zanja para la canalización eléctrica y de control.
- 2- La instalación eléctrica, que incluye el aerogenerador con los kW unitarios y previstos, con su correspondiente equipo y la instalación hasta el punto de conexión a red.

### 6.1. OBRA CIVIL

Las obras necesarias para la instalación de los equipos se diseñan con el criterio de minimizar, en la medida de lo posible, la alteración provocada en la zona de implantación de la instalación. Dichas obras consistirán en:

**Grúa de montaje:** Se contratará la grúa de montaje *TAREX-DEMAG AC 80* a la empresa *GRUAS ORAA S.A.*, una empresa de Alsasua.

**Camino de acceso.** Se trata de aprovechar el trazado del camino de acceso. Se considera un ancho mínimo de 4 metros que es el necesario para el paso de la grúa y camión de transporte. Se aprovechara el camino existente, efectuándose la oportuna nivelación y el ensanche necesario cuando el estado de la pista así lo demande, para permitir el paso de los equipos.

**Plataforma de montaje.** Con el objeto de asegurar la estabilidad de la grúa empleada durante el montaje de la torre y el aerogenerador, se proyecta una plataforma horizontal de aproximadamente 12 x 10 m. Se procederá a reacondicionar la explanada existente mediante Zahorra artificial compuesta por materiales procedentes de machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural.

**Zapata para anclaje de la torre.** Se proyecta de hormigón armado, dimensionada para resistir los esfuerzos de vuelco y deslizamiento que producen las fuerzas actuantes sobre la torre. El diseño de la cimentación del aerogenerador se adaptara a la característica geotécnica del suelo sobre el que se ubique.

**Zanjas.** Se realizará una zanja de 1,6 m de profundidad, 0,5 m de ancho y 42 m de longitud para el tendido y la canalización de los cables de evacuación de energía producida hasta el punto de conexión a red. Se colocarán dos arquetas, una en frente de la caseta de control del aerogenerador, situada debajo del mismo, y otra en frente del cuadro del contador, donde se conectará a red.

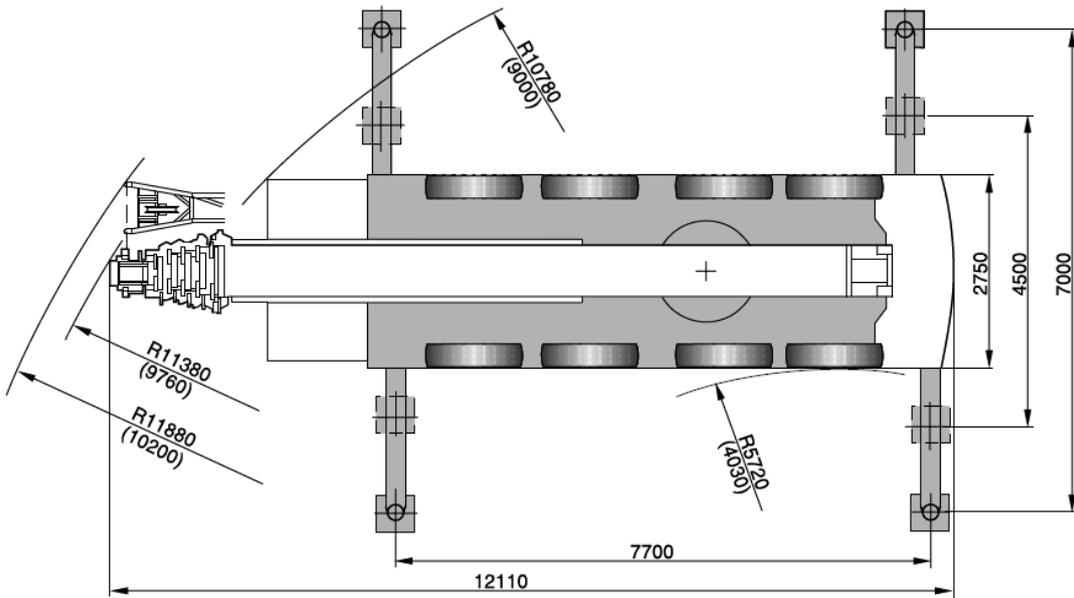
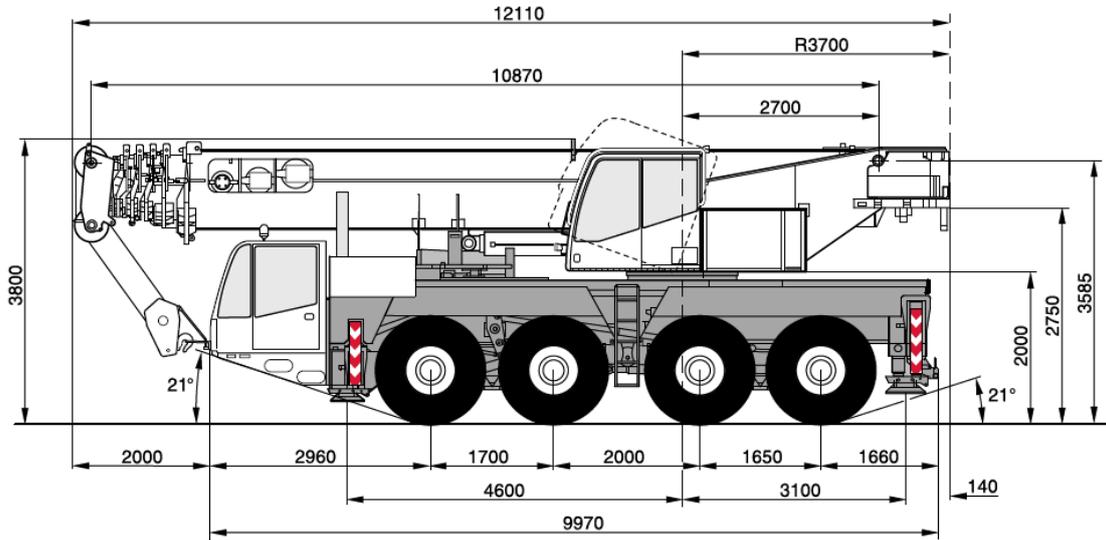
### 6.1.1. Grúa de montaje

Dado a las características del aerogenerador y el emplazamiento, la grúa seleccionada es la *TAREX-DEMAG AC 80*, disponible en la empresa *GRUAS ORAA S.A* de Alsasua.



Datos técnicos:

Capacidad de elevación	80 t
Longitud pluma principal telescópica	10,9 - 50 m
Secciones pluma principal	6
Extensión de pluma principal	17,6 m
Longitud máxima	50 + 17,6 = 67,6 m
Contrapeso máximo	18 t
Longitud total	12,11 m
Longitud portador	9,97 m
Radio de giro sobre la cabina / eje de todas direcciones	10,78 / 9,00 m
Motor de portador	315 kW
Velocidad máxima de viaje	80 km/h
Neumáticos	14,00 (16,00 /17,5 20,5)
Pendiente máxima	50%
Cadena de Transmisión	8 x 6 x 6
Distancia entre puntos de anclaje de plataforma	7,7 x 7 m



Dependiendo del contrapeso elegido (5 t / 6,8 t / 7,5 t / 8 t / 11,4 t / 17,5 t o 18 t) y el número de secciones del brazo telescópico, la grúa tendrá la capacidad de cargar mayor o menor peso. El peso de carga también es función de la longitud y elevación de la pluma como podemos observar en el siguiente gráfico:

18 t		7,70 m x 7,00 m										360°	ISO
		10,9 m*	10,9 m	16,1 m	21,4 m	25,0 m	31,1 m	37,1 m	42,2 m	46,1 m	50,0 m		
m	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	m	
3	80,0	70,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
4	63,1	59,3	55,0	45,0	-	-	-	-	-	-	-	4	
5	52,0	51,0	49,6	41,0	32,0	20,0	-	-	-	-	-	5	
6	42,0	42,0	41,7	36,5	31,0	20,0	16,0	-	-	-	-	6	
7	35,0	35,0	34,8	32,0	29,0	20,0	15,5	13,0	-	-	-	7	
8	29,9	28,3	29,6	28,0	26,0	20,0	15,0	13,0	8,8	-	-	8	
9	-	-	25,6	24,8	23,5	19,5	14,5	12,9	8,8	6,5	-	9	
10	-	-	22,1	21,0	21,0	18,5	14,0	12,7	8,8	6,5	-	10	
12	-	-	16,1	15,8	16,8	16,1	12,7	11,8	8,8	6,5	-	12	
14	-	-	-	13,8	13,3	12,8	11,3	10,9	8,5	6,5	-	14	
16	-	-	-	11,2	10,7	10,2	10,0	10,0	8,0	6,5	-	16	
18	-	-	-	9,2	8,7	8,2	8,5	8,8	7,5	6,2	-	18	
20	-	-	-	-	7,2	7,0	7,4	7,3	7,0	5,9	-	20	
22	-	-	-	-	-	6,4	6,3	6,4	6,3	5,5	-	22	
24	-	-	-	-	-	5,8	5,8	5,4	5,3	5,1	-	24	
26	-	-	-	-	-	5,2	5,2	4,5	4,7	4,4	-	26	
28	-	-	-	-	-	-	4,5	4,0	4,0	3,7	-	28	
30	-	-	-	-	-	-	3,9	3,7	3,4	3,1	-	30	
32	-	-	-	-	-	-	3,4	3,3	2,9	2,6	-	32	
34	-	-	-	-	-	-	-	2,8	2,4	2,1	-	34	
36	-	-	-	-	-	-	-	2,4	2,0	1,7	-	36	
38	-	-	-	-	-	-	-	2,1	1,7	1,4	-	38	
40	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3	1,1	-	40	
42	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	0,7	-	42	

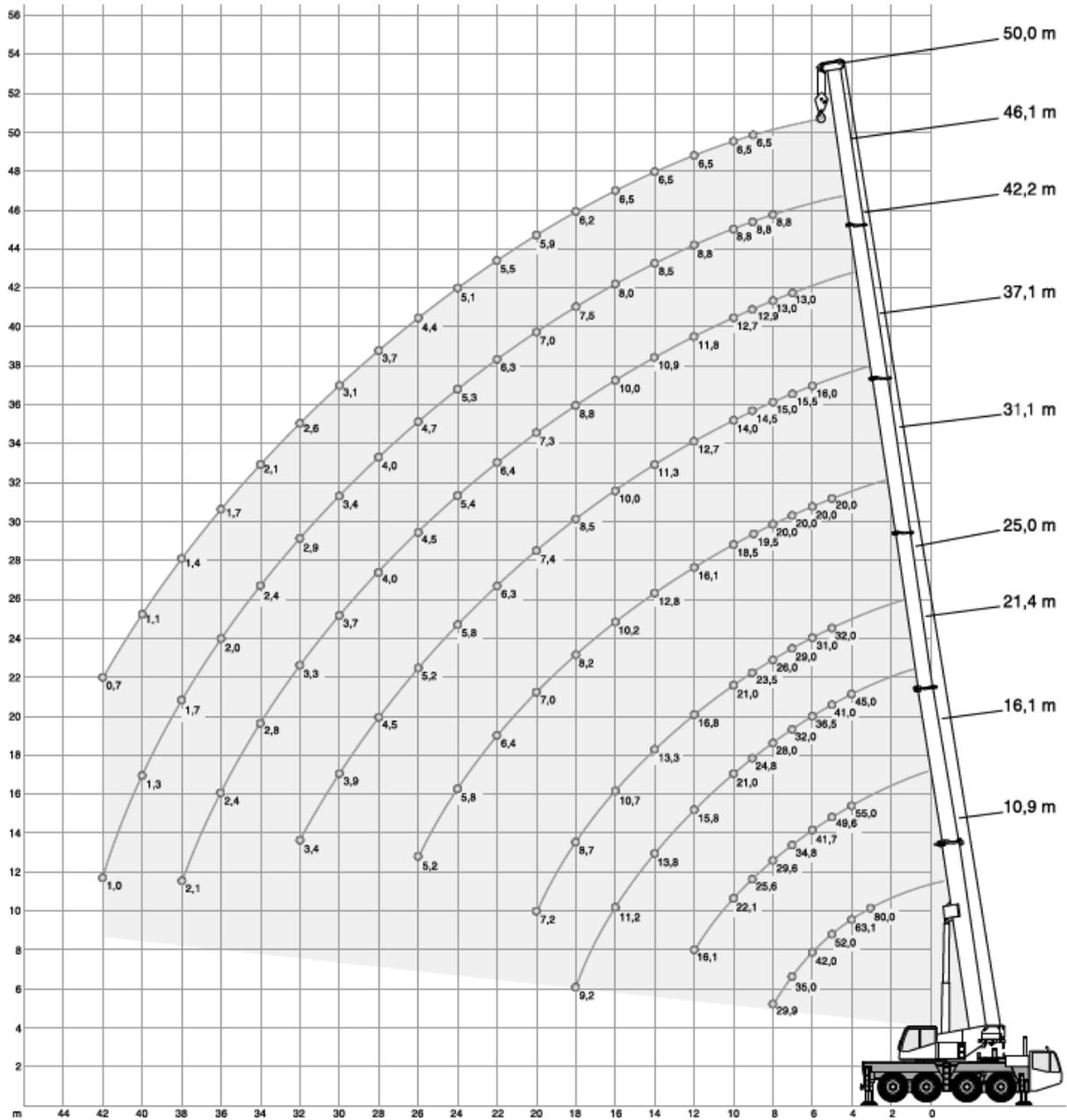
\* over rear · nach hinten · sur l'arrière · sul retro · hacia atrás · para trás · сзади

El punto de máxima exigencia de la grúa en el proyecto de la instalación del aerogenerador será cuando se eleve la góndola de 3000 kg a una altura de 30-35 metros en el eje vertical y 20-25 metros en el eje horizontal. Por ello para las 6 secciones de brazo el contrapeso elegido será de 18 t.

La grúa seleccionada, tiene la opción de un máximo de 6 secciones telescópicas más un brazo adicional de 17,6 m pudiendo alcanzar los 67,6 m de longitud máxima (70 m en el eje vertical desde el suelo).

La capacidad de peso que puede elevar la grúa, también varía según el ángulo de inclinación del brazo adicional.

En el caso de ser necesaria la utilización del brazo adicional consultar las tablas de peso correspondientes del manual, adjuntadas en el documento electrónico.



### **6.1.2. Camino de acceso**

El camino de acceso a la zona de instalación está ya construido y es lo suficientemente ancho para el paso del camión que transportará el aerogenerador y la grúa de montaje.

Su longitud es de 170 m, desde el acceso por la NA-2410 hasta la plataforma de montaje y tiene una anchura de 8 m.

Se procederá a reacondicionarlo tapando los agujeros e irregularidades con zahorra artificial, la zahorra artificial es una mezcla de áridos, total o parcialmente machacados, en la que la granulometría del conjunto de los elementos que la componen es de tipo continuo.

### **6.1.3. Plataforma de montaje**

En la plataforma lo que se pretende es conseguir el apoyo correcto de la grúa. Las dimensiones de la plataforma existente son de 40x16 metros, suficiente como para la colocación de la grúa que ocupa un espacio de 12x7 metros y dejar un espacio para los camiones de carga.

De igual manera que camino de acceso, se procederá a arreglar los agujeros y irregularidades con zahorra artificial para que la grúa pueda asentarse en el terreno correctamente.

Tanto el camino de acceso como la plataforma, son prácticamente llanos, apenas tienen desnivel (0-1 %). Esto facilitará el montaje y el acceso para camiones y grúa.

### **6.1.4. Cimentación**

El cálculo de la cimentación, al igual que el diseño estructural de la torre, depende de las cargas producidas por el rotor eólico en diferentes condiciones de operación, por esto la tecnología del aerogenerador juega un papel fundamental. Las zapatas se diseñan para que cumpla con las condiciones de estabilidad, vuelco y deslizamiento, como las condiciones estructurales, carga, flexión y cortante

Un punto que diferencia el diseño de la torre con el diseño de la cimentación es la geología del terreno. Cuando el terreno es lo suficientemente compacto, esto es que la tensión admisible sea superior a un valor determinado, habitualmente 3 Kg/cm<sup>2</sup>, el diseño de la cimentación se puede considerar convencional. Este tipo de cimentación dispone de una zapata de hormigón pretensado sobre la que se monta una virola o brida de cimentación que se unirá posteriormente a la brida inferior de la torre.

La zapata prototipo de hormigón armado proporcionada por el fabricante para el aerogenerador LAGERWEY 18/80 tiene las dimensiones de 7,5 x 7,5 m y una profundidad de 1,4 m.

Los materiales utilizados en la fabricación de la zapata son:

- **Hormigón de limpieza:** El hormigón ciclópeo o de limpieza es un hormigón pobre de baja resistencia. Se verterá sobre el fondo de la excavación una capa uniforme de hormigón en masa de calidad mínima HM-15 (resistencia mínima de  $15 \text{ N/mm}^2$ ) y 100 mm de espesor medio.
- **Armaduras:** La armadura de la base cuadrada de  $7,5 \times 7,5 \text{ m}$  se compone de:
  - Malla inferior de  $300 \times 300 \text{ mm}$  compuesta por varilla de  $\varnothing 20 \text{ mm}$  y longitud 9300 mm con las puntas de  $L=1000 \text{ mm}$ , dobladas hacia arriba.
  - 4 aros de varilla  $\varnothing 10 \text{ mm}$  formando un cuadrado alrededor de la armadura anterior.
  - 5 aros de varilla  $\varnothing 10 \text{ mm}$  curvados en  $\varnothing 1220 \text{ mm}$ , situados en centro de zapata a la altura indicada en el plano.
  - 4 mallas de  $300 \times 300$  compuesta por varilla de  $\varnothing 10 \text{ mm}$  con  $L=7320 \text{ mm}$ .
  - Varillas radiales de  $\varnothing 16 \text{ mm}$  y  $L=3200 \text{ mm}$  que salen radialmente del centro de la zapata. Estas varillas van apoyadas como puede observarse en el plano tanto en los aros centrales anteriormente descritos como en las mallas de  $300 \times 300$ .
  - Puntear los mallazos entre sí, en los puntos de contacto (donde sea posible).
- **Brida de cimentación:** La brida de cimentación es la estructura que une y pone en contacto a la torre del aerogenerador con la zapata. Todos los esfuerzos sufridos por la torre se transmiten a través de ella a la zapata, por ello, es uno de los elementos más importantes de la cimentación. Está formada por:
  - 3 varillas roscadas de M36 y  $L=1500 \text{ mm}$ , que harán de patas.
  - 25 garrotas roscadas de M36 y  $L=1420 \text{ mm}$ . Con un extremo curvado  $180^\circ$ .
  - 1 brida de nivelación con 28 orificios para las 25 garrotas y 3 varillas (patas).
  - Las varillas y garrotas M36 se sujetan a la brida de nivelación con una tuerca de plástico por debajo y una tuerca metálica por arriba.
  - Mortero autonivelante de resistencia mínima de  $350 \text{ kg/cm}^2$  ( $35 \text{ N/mm}^2$ ) de aplicación para exteriores.

La brida de cimentación se comprará al fabricante junto con el aerogenerador.

\*Muy importante rellenar con el hormigón hasta altura indicada, nivelar posteriormente la brida de nivelación y rellenar con mortero de nivelación. Importante respetar la medida final de rosca a brida acotada en el plano\*

- **Hormigón:** es el material resultante de la mezcla de cemento (u otro conglomerante) con áridos (grava, gravilla y arena) y agua.

La resistencia del hormigón armado de la losa será de una calidad mínima HA-30.

En el suministro del hormigón se debe comprobar la consistencia del hormigón mediante el ensayo del cono de Abrams para medir la fluidez del hormigón según la UNE-EN 12350-2.

El ensayo consiste en rellenar un molde metálico troncocónico de dimensiones normalizadas, en tres capas apisonadas con 25 golpes de varilla y, luego de retirar el molde, medir el asentamiento que experimenta la masa de hormigón colocada en su interior.

- **Toma de tierra:** En un diámetro de 3000 mm y una profundidad de 500 mm, se tenderá de manera circular un cable desnudo de cobre de sección de 50 mm<sup>2</sup>. A una distancia de 1000 mm del círculo se colocarán 4 picas enterradas. Se unirán estas picas al círculo por medio de cable de las mismas características. Finalmente se llevará un cable del círculo a la virola y luego continuarlo hasta salir por la parte superior de la cimentación.

La zapata descrita, es una zapata prototipo proporcionada por el fabricante del aerogenerador. Para llevar a cabo la correcta ejecución del proyecto se deberá hacer un estudio geológico del terreno para analizar la calidad del terreno y corregir la cimentación en el caso de que sea necesario.

Cuando la tensión del terreno es reducida para aportar rigidez a la cimentación es necesario sustentar la zapata de hormigón mediante pértigas o pilotes de sujeción.

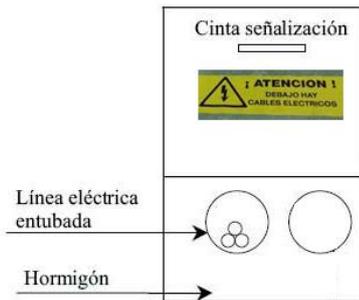
### 6.1.5. Zanja canalización de cables

Para la salida y entrada de cables al aerogenerador a la caseta de control, se realizara una zanja de 1600 mm de profundidad, 500 mm de ancho y una longitud de 5 m, donde se ubicarán un tubo corrugado de PVC de Ø110 mm para paso de cables, un tubo apantallado de Ø32 mm para el paso de cables de comunicaciones y uno para auxiliares de Ø40 mm.

Posteriormente se realizará seguidamente otra zanja para la canalización de cables, desde la caseta de control al cuadro del contador. Para ello se realizara una zanja de 42 m de longitud, 1,6 de profundidad y 0,5 de ancho donde se situarán 2 arquetas como se muestra en el plano.

En esta zanja se colocarán 2 tubos corrugados de PVC de Ø110 mm para la canalización de cables de generación (4 x 50 mm<sup>2</sup>). Se utilizará 1 de los tubos y el otro será de reserva para posibles imprevistos en un futuro.

Tanto para una zanja como para la otra, los tubos serán cubiertos por una capa de hormigón de 20 cm de espesor, se colocarán las cintas de señalización de cableado necesaria y se cubrirá el resto de la zanja mediante la tierra restante de la excavación.



## 6.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

### 6.1.1. Instalación eléctrica del aerogenerador LAGERWEY 18/80

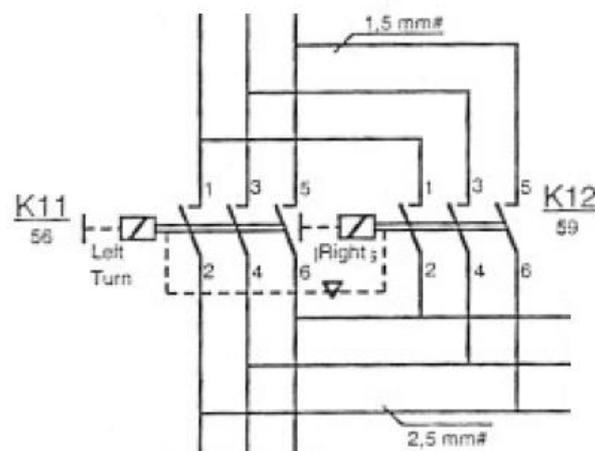
El fabricante, en este caso, el vendedor, nos proporciona los planos y el manual de la instalación eléctrica del aerogenerador (se incluye el esquema eléctrico de la máquina y nomenclatura de cada componente en el apartado de planos).

Este aerogenerador está programado para funcionar conectado a red, sería posible conectarlo a una red aislada, pero tendríamos que configurar el PLC y añadir baterías para el almacenamiento de la energía y para alimentar el PLC.

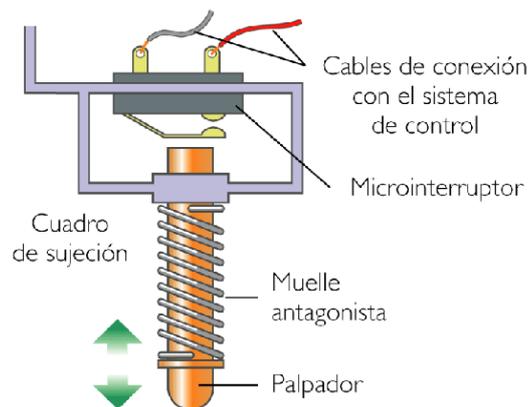
La instalación eléctrica del aerogenerador está compuesto principalmente por; un Generador (G1), un Motor de Orientación o Yaw motor (M1), 2 Controladores lógicos Programables (P1, P3) y un controlador (P2), un Anemómetro (B3), una Veleta (B5), un Sensor de Inestabilidad (S1), Sensor de r.p.m. (B4), Sensores de Posicionamiento (S2, S3, S4, S5), Botes de Condensadores (C1, 2, 3, 4, 5, 6) y una cabina de control donde se encuentra el Cuadro de Mandos.

**1- Control meteorológico:** El control meteorológico se ejerce mediante la Veleta (B5) y el Anemómetro (B3) encargados de medir la velocidad del viento y la dirección del mismo. Estos datos son enviados mediante una entrada analógica al PLC (P3) el cual se comunica a través de una red de comunicación 485 con el PLC (P1) y con el controlador (P2). De este modo se pueden observar los datos medidos en el panel de control.

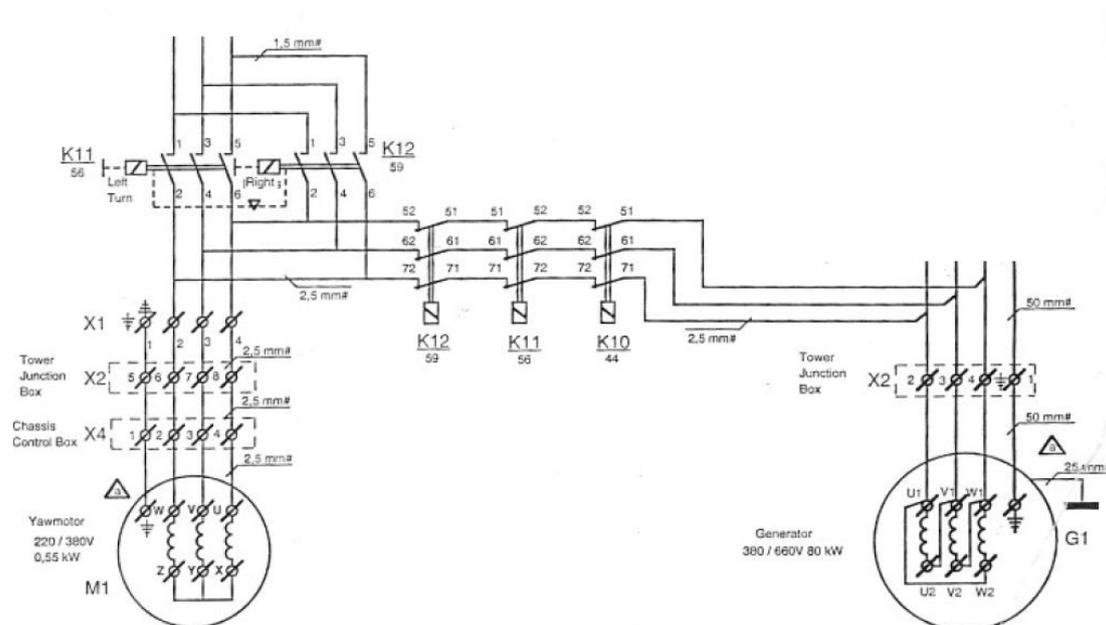
**2- Posicionamiento del aerogenerador:** De acuerdo con los datos meteorológicos medidos, el PLC (P1) es el encargado de actuar en los relés K11 (Giro a Izquierda) y K12 (Giro a Derecha) según convenga, haciendo girar la góndola hacia la derecha o hacia la izquierda, buscando la mejor posición para la generación eléctrica. Si observamos este punto en los planos, podemos ver la configuración que se denomina como Inversor de giro:



**3- Control de posicionamiento de la góndola:** Los finales de carrera tipo mecánicos (S2, 3, 4, 5) controlan el nº de vueltas que ha dado la góndola en un sentido. Al girar la góndola y mantenerse fija la torre, se somete a torsión los cables (W6, W7, W8, W9) que comunican ambas partes, por ello, los finales de carrera indican cuando ha llegado al final de carrera obligando a girar al Motor de Orientación hacia un lado o a otro según convenga (siempre y cuando las condiciones meteorológicas nos lo permitan).



**4- Sistema de seguridad:** Como el generador es asíncrono y genera electricidad den C.A., en el caso de que falle la tensión de red, el motor de Orientación es alimentado por la propia generación del generador, haciendo girar a este hasta situarse en una posición de generación nula. De otro modo la palas girarían sin control alguno.



En este caso el PLC actuaría en el relé K10.

**5- El generador:** Como se ha mencionado anteriormente el generador es un generador asíncrono de 4 polos, que genera en C.A.

Este tipo de generadores son muy habituales en los aerogeneradores, tienen la principal característica de contar con un convertidor de frecuencia conectado al rotor que permite el control de la tensión y de la intensidad del mismo. Gracias al control sobre estos parámetros conseguimos que la máquina permanezca constantemente sincronizada con la red, aunque varíen las velocidades de viento y con esto las velocidades de giro del rotor.

Se logra a través del principio CA/CC/CA mediante el puente de diodos y los botes de condensadores C2, C3 y C4.

La energía reactiva generada por el generador asíncrono es absorbida por los botes de condensadores C1, C6, C5. De este modo el factor de potencia es = 1.

### **6.1.2. Toma a Tierra**

Se emplea la toma a tierra para llevar a tierra cualquier derivación indebida de la corriente eléctrica a los elementos que puedan estar en contacto con los usuarios (carcasas, aislamientos,...) de aparatos de uso normal, por un fallo del aislamiento de los conductores activos, evitando el paso de corriente al posible usuario o animal que se pueda encontrar en la zona.

Para ello se tenderá de manera circular, con un diámetro de 3000 mm, un cable desnudo de cobre de sección de 50 mm<sup>2</sup> a 1 m de distancia de la superficie.

A 1 m de distancia en la horizontal, se colocarán las 4 picas de acero cobreado de L=2000 mm y 20 mm de diámetro enterradas en la tierra y unidas al cable circular mediante un cable de las mismas características.

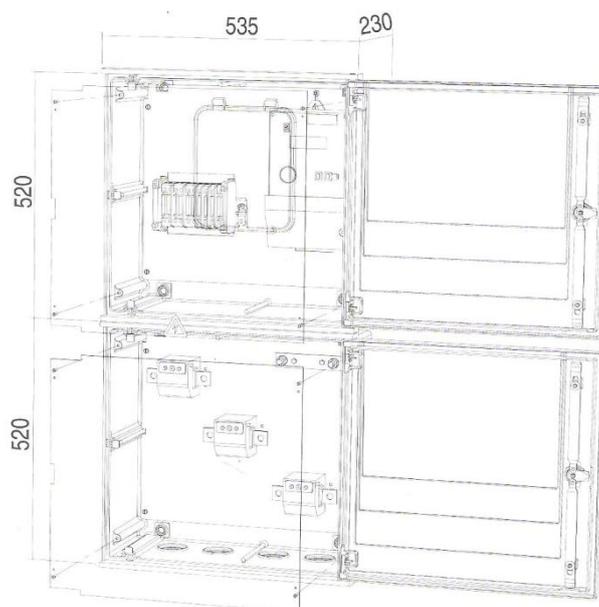
Se llevara un cable desde el círculo a la virola y continuarlo hasta salir por la parte superior de la cimentación.

(\*Mirar plano nº 2, cimentación)

### 6.1.3. Conexión a Red de Baja Tensión

Para poder llevar a cavo una correcta conexión a Red de la instalación y no tener ningún problema legal con Iberdrola, se ha teniendo en cuenta el manual técnico de Iberdrola (*Conjuntos de Aparata de Baja y Media Tensión según Normativa Iberdrola*). El cual nos obliga a instalar el cuadro con referencia UR-CMT300E-B, cumpliendo las siguientes características:

- Para su colocación en Intemperie.
- Suministro hasta 198 kW.
- Armario de polyester autoextinguible reforzado con fibra de vidrio.
- Placas de protección en policarbonato de 3 mm de espesor con la etiqueta de riesgo eléctrico tamaño AE-05.
- Placa base de polyester mecanizada para el montaje de 1 contador trifásico electrónico combinado (activa + reactiva + tarifador) para medida directa.
- Tornillos para la fijación de contadores en latón.
- Bloque de bornas de comprobación de 10 unidades.
- En la parte inferior, la placa base mecanizada para los transformadores de intensidad tipo CAP (con arrollamiento primario).
- Cierre de la puerta de triple acción (inoxidable) mediante llave, triangular, posibilidad de bloqueo por candado y apertura de 180°.
- Cable conductor de cobre rígido, clase 2 tipo H07Z-R, no programador del incendio y reducida emisión de humos con cero halógenos.
  - Sección circuito intensidad del contador: 6 mm<sup>2</sup>
  - Sección circuito de la toma de tensión: 2,5 mm<sup>2</sup>
- Con mecanizado y tapones para entrada y salida de cables.





El contador existente cuenta con las mencionadas características, lo cual nos es balido para nuestra conexión a red sin tener que adaptar o cambiar el cuadro por uno nuevo.

Lo único que deberemos hacer es colocar las tres fases y el neutro de la línea trifásica en su correspondiente borna y sustituir el contador por uno bidireccional.

## 7. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

### 7.1. OBJETO

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas para controlar y reducir dichos riesgos.

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud. Los supuestos previstos son los siguientes:

- El presupuesto de Ejecución por Contrata es superior a 75 millones de pesetas (450759.08 €).
- La duración estimada de la obra es superior a 30 días o se emplea a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada es superior a 500 trabajadores/día.
- Es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Al no darse ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997 se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Así mismo este Estudio Básico de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este Estudio Básico de Seguridad y al artículo 7 del R.D. 1627/1997, cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en función de su propio sistema de ejecución de la obra y en el que se tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

## 7.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA

La obra consiste en la instalación de un aerogenerador de 80 kW de potencia unitaria, para ello se llevará a cabo; los trabajos previos de limpieza y acondicionamiento de terreno, excavación para cimentación y zanjas para cableado eléctrico, ejecución de la cimentación, instalación del aerogenerador, instalación eléctrica, puesta en marcha y su posterior mantenimiento a lo largo de su vida útil.

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se recoge en el apartado 6. INSTALACIÓN del documento de Memoria del presente proyecto.

Cabe destacar el hecho de que se ejecute en una zona alejada del núcleo urbano, lo que influirá en los siguientes puntos:

### ***Suministro de energía eléctrica***

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la empresa constructora, proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra. Previsiblemente se obtendrá la energía mediante grupos electrógenos.

### ***Servidumbre y condicionantes***

No se prevén interferencias en los trabajos, puesto que si la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, de acuerdo con el artículo 3 de R.D. 1627/1997, si interviene más de una empresa en la ejecución del proyecto, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación debería ser objeto de un contrato expreso.

### **Suministro de agua potable y servicios higiénicos**

Al tratarse de una obra de un corto periodo de días de ejecución, no se procederá a instalar los llamados W.C. químicos. Respecto al suministro de agua potable para el equipo de trabajo, se suministrará mediante agua embotellada, siendo de extrema importancia si se ejecuta en una época estival, donde se alcanzan temperaturas elevadas con un ambiente seco.

### 7.3. IDENTIFICACIÓN Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LOS RIESGOS LABORALES EVITABLES Y NO EVITABLES

Para la realización de la evaluación de riesgos se relacionan y previenen los posibles peligros que se pueden producir en el transcurso de la obra. Para la codificación de los peligros se ha tomado el código utilizado por la Administración Laboral en el modelo de Parte de Accidente de Trabajo, ampliando la relación a los peligros de enfermedades profesionales, tales como aspectos psicosociales, ergonómicos, etc.

Clasificaremos los riesgos en evitables y no evitables en cada caso y fase correspondiente del proyecto, mencionaremos los posibles riesgos de daños a terceros y describirán las medidas preventivas para evitar los riesgos evitables y/o paliar los efectos de los riesgos no evitables.

#### 7.3.1. TODA LA OBRA

##### ***Riesgos evitables:***

- RIESGO 01: CAIDAS DE PERSONAS A DISTINTO NIVEL
- RIESGO 02: CAIDAS DE OBJETOS POR DESPLOME O DERRUMBAMIENTO
- RIESGO 03: GOLPES Y RIESGOS POR OBJETOS MÓVILES
- RIESGO 04: GOLPES Y CORTES POR OBJETOS O HERRAMIENTAS
- RIESGO 05: PROYECCIÓN DE FRAGMENTOS O PARTÍCULAS
- RIESGO 06: ATRAPAMIENTO O APLASTAMIENTO POR O ENTRE OBJETOS
- RIESGO 07: ATRAPAMIENTO O APLASTAMIENTO POR VUELCO DE MAQUINAS O VEHICULOS
- RIESGO 08: SOBRESFUERZOS
- RIESGO 09: CONTACTOS ELÉCTRICOS
- RIESGO 10: ATROPELLOS O GOLPES CON VEHÍCULOS
- RIESGO 11: ILUMINACIÓN INADECUADA
- RIESGO 12: EXPOSICIÓN A POLVO
- RIESGO 13: INCENDIOS
- RIESGO 14: EXPOSICIÓN A RUIDO

***Riesgos no evitables:***

- RIESGO 15: CAIDAS DE PERSONAS AL MISMO NIVEL
- RIESGO 16: CAIDAS DE OBJETOS EN MANIPULACIÓN
- RIESGO 17: PISADAS SOBRE OBJETOS
- RIESGO 18: GOLPES Y CHOQUES CONTRA OBJETOS INMOVILES
- RIESGO 19: POSTURAS INADECUADAS
- RIESGO 20: EXPOSICIÓN A VIBRACIONES
- RIESGO 21: TRABAJOS A LA INTEMPERIE

***Riesgos de daños a terceros:***

- RIESGO 22: PRODUCIDOS POR LOS CORTES Y DESVÍOS DEL TRÁFICO EN LAS CALLES LÍMITROFES A LA OBRA, HABRÁ RIESGOS DERIVADOS DE LA MISMA, FUNDAMENTALMENTE POR CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS
- RIESGO 23: PRODUCIDOS POR EL TRÁFICO DE OBRA, ORIGINADO DE LA CIRCULACIÓN INTERNA DE VEHÍCULOS.
- RIESGO 24: POR LA AFECCIÓN O INTERRUPCIÓN DE SERVICIOS A TERCEROS
- RIESGO 25: CIRCULACIÓN DE TERCEROS O PERSONAS AJENAS, UNA VEZ INICIADO LOS TRABAJOS
- RIESGO 26: CORTE EXPORÁDICO DEL SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD
- RIESGO 27: RUIDO Y POLVO
- RIESGO 28: VIBRACIONES

***Medidas preventivas y protecciones colectivas:***

- ORDEN Y LIMPIEZA DE LAS VÍAS DE CIRCULACIÓN DE LA OBRA
- ORDEN Y LIMPIEZA DE LOS LUGARES DE TRABAJO
- RECUBRIMIENTO, O DISTANCIA DE SEGURIDAD (1m) A LÍNEAS ELÉCTRICAS DE B.T.
- RECUBRIMIENTO, O DISTANCIA DE SEGURIDAD (3-5 m) A LÍNEAS ELÉCTRICAS DE A.T.
- ILUMINACIÓN ADECUADA Y SUFICIENTE (alumbrado de obra)
- NO PERMANECER EN EL RADIO DE ACCIÓN DE LAS MÁQUINAS
- PUESTA A TIERRA EN CUADROS, MASAS Y MÁQUINAS SIN DOBLE AISLAMIENTO
- SEÑALIZACIÓN DE LA OBRA (señales y carteles)
- CINTAS DE SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO A 10 m DE DISTANCIA
- VALLADO DEL PERÍMETRO COMPLETO DE LA OBRA, RESISTENTE Y DE ALTURA 2 m
- EXTINTOR DE POLVO SECO, DE EFICACIA 21<sup>a</sup> - 113B
- EVACUACIÓN DE ESCOMBROS
- ESCALERAS AUXILIARES

***Equipos de protección individual:***

- CASCOS DE SEGURIDAD
- CALZADO PROTECTOR
- ROPA ADECUADA DE TRABAJO
- CASQUETAS ANTIRUIDOS
- GAFAS DE SEGURIDAD
- CINTURONES Y ARNESES DE PROTECCIÓN

Hay que tener en cuenta que todos los riesgos anteriormente mencionados, están dirigidos al periodo de ejecución de toda la obra y al posterior mantenimiento en los años de explotación del aerogenerador.

### 7.3.2. TRABAJOS PREVIOS Y ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

La fase previa y acondicionamiento del terreno consiste en limpiar el matorral existente con el uso de desbrozadoras, acondicionar el camino de acceso y la plataforma de montaje.

Para la fase previa de trabajo y el acondicionamiento del terreno hay que tener en cuenta especialmente los riesgos:

*Evitables: 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13 y 14.*

*No evitables: 16, 20 y 21.*

*Daños a terceros: 25, 27 y 28.*

Para poder evitar los riesgos evitables y minimizar las consecuencias en los riesgos no evitables, hay que tener en cuenta las medidas preventivas y protecciones colectivas mencionadas anteriormente y para el trabajo de limpieza del terreno, especialmente las medidas de protección individual.

### 7.3.3. MOVIMIENTOS DE TIERRAS

Para ejecutar las diferentes fases correspondientes al apartado de la obra civil, es necesario excavar un agujero para la cimentación y unas zanjas para las canalizaciones de cables. En este proceso de movimiento de tierras hay que tener especial atención a los riesgos:

*Evitables: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12 y 14.*

*No evitables: 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 21.*

*Daños a terceros: 22, 23, 24 y 25.*

Las medidas preventivas para esta fase son:

- OBSERVACIÓN Y VIGILANCIA DEL TERRENO
- LIMPIEZA DE BOLOS Y VISERAS
- ACHIQUE DE AGUAS
- PASOS O PASARELAS
- SEPARACIÓN DE TRÁNSITO DE VEHÍCULOS Y OPERARIOS
- NO ACOPIAR JUNTO AL BORDE DE LA EXCAVACIÓN
- NO PERMANECER BAJO EL FRENTE DE EXCAVACIÓN
- BARANDILLAS EN BORDES DE EXCAVACIÓN (0,9 m)
- ACOTAR LAS ZONAS DE ACCIÓN DE LAS MÁQUINAS
- TOPES DE RETROCESO PARA VERTIDO Y CARGA DE VEHÍCULOS

### 7.3.4. MONTAJE DEL AEROGENERADOR

Es una de las fases más críticas del proyecto y la fase más peligrosa de cara a los riesgos laborales. El montaje del eólico se ejecutará en 5 partes; el mástil se montará en 3 partes, posteriormente la góndola y finalmente las palas. Hay que tener especialmente en cuenta los riesgos:

*Evitables: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10 y 11.*

*No evitables: 15, 16, 17, 18, 19 y 21.*

*Daños a terceros: 22, 23, 24, 25, 27 y 28.*

Para evitar y minimizar en la mayor parte los riesgos, es imprescindible:

- TRAYECTORIA DE LA CARGA SEÑALIZADA Y LIBRE DE OBSTÁCULOS
- CORRECTA DISPOSICIÓN DE LOS APOYOS DE LA GRÚA
- REVISIÓN DE LOS ELEMENTOS ELEVADORES DE CARGAS Y DE SUS SISTEMAS DE SEGURIDAD
- CORRECTA DISTRIBUCIÓN DE CARGAS
- PROHIBICIÓN DE CIRCULACIÓN BAJO CARGAS EN SUSPENSIÓN
- TRABAJO DENTRO DE LOS LÍMITES MÁXIMOS DE LOS ELEMENTOS ELEVADORES
- APANTALLAMIENTO DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS DE A.T.
- OPERACIONES DIRIGIDAS POR EL JEFE DE EQUIPO
- FLECHA RECOGIDA EN POSICIÓN DE MARCHA

De esta forma evitaremos los riesgos evitables. Para los riesgos no evitables, como a lo largo de toda la obra, es obligatorio la protección individual en todos los operarios de la obra.

**\* Hay que tener en cuenta la situación meteorológica, no se procederá al montaje del eólico en caso de malas condiciones meteorológicas (lluvia moderada, rachas de viento elevadas, etc.)**

### 7.3.5. INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y PUESTA EN MARCHA

Los riesgos más frecuentes son:

- CONTACTO ELÉCTRICO DIRECTO E INDIRECTO EN A.T. Y B.T.
- ARCO ELÉCTRICO EN A.T. Y B.T.
- ELEMENTOS CANDENTES Y QUEMADURAS

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- COORDINAR CON LA EMPRESA SUMINISTRADORA, DEFINIENDO LAS MANIOBRAS ELÉCTRICAS A REALIZAR
- APANTALLAR LOS ELEMENTOS DE TENSIÓN
- ENCLAVAR LOS APARATOS DE MANIOBRA
- INFORMAR DE LA SITUACIÓN EN LA QUE SE ENCUENTRA LA ZONA DE TRABAJO Y UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE TENSIÓN MÁS CERCANOS
- ABRIR CON CORTE VISIBLE LAS POSIBLES FUENTES DE TENSIÓN

Protecciones individuales:

- CALZADO DE SEGURIDAD AISLANTE
- HERRAMIENTAS DE GRAN PODER AISLANTE
- GUANTES ELÉCTRICAMENTE AISLANTES
- PANTALLA QUE PROTEJA LA ZONA FACIAL

## 7.4. TRABAJOS LABORALES ESPECIALES

En la siguiente relación no exhaustiva se tienen aquellos trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, estando incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/97.

- GRAVES CAÍDAS DE ALTURA, SEPULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS
- EN PROXIMIDAD DE LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN, SE DEBE SEÑALIZAR Y RESPETAR LA DISTANCIA DE SEGURIDAD (5 m) Y LLEVAR EL CALZADO DE SEGURIDAD
- EXPOSICIÓN AL RIESGO DE AHOGAMIENTO POR INMERSIÓN
- USO DE EXPLOSIVOS
- MONTAJE Y DESMONTAJE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS PESADOS

## 7.5. ASISTENCIA SANITARIA

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá de un botiquín portátil debidamente señalizado y de fácil acceso, con los medios necesarios para los primeros auxilios en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.

La dirección de la obra acreditará la adecuada formación del personal de la obra en materia de prevención y primeros auxilios. Así como la de un Plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y la contratación de los servicios asistenciales adecuados (Asistencia primaria y asistencia especializada).

## 7.6. PREVISIONES PARA TRABAJOS POSTERIORES

El apartado 3 del artículo 6 del R.D. 1627/1997, establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

En el Proyecto de Ejecución se han especificado una serie de elementos que han sido previstos para facilitar las futuras labores de mantenimiento y reparación del aerogenerador en condiciones de seguridad y salud, y que una vez colocados, también servirán para la seguridad durante el desarrollo de las obras.

Los elementos que se detallan a continuación son los previstos a tal fin:

- ESCALERA DE ACCESO A GÓNDOLA Y ROTOR
- SISTEMA DE SEGURIDAD ANTI-CAÍDA (arnés y cable de sujeción).

## 7.7. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA

- Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994).

## 8. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

<b>RESUMEN PRESUPUESTO INSTALACIÓN</b>	
AEROGENERADOR .....	34.040 €
OBRA CIVIL .....	17.773 €
TRANSPORTE .....	8.415 €
MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA .....	3.892 €
ESTUDIOS Y DISEÑO .....	5.400 €
BENEFICIO INDUSTRIAL .....	6.952 €
I.V.A. ....	16.059 €
<b>TOTAL PROYECTADO</b>	<b>92.531 €</b>

<b>RESUMEN PRESUPUESTO MANTENIMIENTO ANUAL</b>	
PREVENTIVO .....	880 €
ACTUALIZACIÓN .....	720 €
<b>TOTAL MANTENIMIENTO ANUAL</b>	<b>1.600 €</b>

## 9. ESTUDIO ECONÓMICO

El estudio económico va a aportar mucha información sobre la inversión del eólico, así como los beneficios que se pueden obtener. En función de los resultados se podrá decidir entre la aceptación o rechazo de llevar a cabo la inversión.

Para realizar este estudio económico se van a analizar varios conceptos:

- *Valor del proyecto*
- *Gastos*
- *Programa de financiación*
- *Ingresos*
- *Coste Total del proyecto*
- *Resumen de beneficios y amortización*

### 9.1. VALOR DEL PROYECTO

El valor inicial del proyecto asciende a la cantidad de 95.381 € como hemos visto en el apartado anterior del resumen del presupuesto.

En esta cuantía se incluyen todos los trabajos previos a la puesta en marcha del aerogenerador, no se incluyen el gasto de mantenimiento a lo largo de su vida útil ni los gastos por financiación del proyecto.

### 9.2. GASTOS DE EXPLOTACIÓN

La explotación del eólico implicará una serie de gastos que deben correr a cargo de la empresa que lo explota.

Dado que es una pequeña instalación el coste de mantenimiento anual rondará los **1.600 €**.

Principalmente son gastos por mantenimiento preventivo y de actualización de la maquinaria.

*Gastos de explotación (12 años) =* **19.200 €**

### 9.3. INGRESOS

Los ingresos que se van a percibir por la explotación del eólico vendrá gracias al ahorro en el consumo de electricidad, por tanto, del ahorro en la factura económica. Dependerá de la cantidad que se produzca y del precio del kWh del mercado. A menor consumo mayor ahorro, pero hay que tener en cuenta que nos ahorramos también el impuesto sobre electricidad (5,1%) y el I.V.A. (21%) de dicho consumo ahorrado.

Al tener el carácter de autoconsumo, la energía generada se consume en el recinto y la restante se vierte a la red eléctrica. De este modo se podrá aprovechar toda la energía generada, y la factura económica será un balance entre la energía consumida y la energía inyectada a red.

Teniendo en cuenta que la generación será de 106669 kWh, se estima que se beneficiará de unos 98358 kWh debido a (pérdidas por transporte, mantenimiento y posibles averías).

Para calcular el posible beneficio, hay que tener en cuenta también la tarifa eléctrica contratada. Hay multitud de combinaciones, en este estudio se van a comparar 2 posibles tarifas eléctricas de la empresa actual contratada, Iberdrola.

Además se tendrá en cuenta un incremento del 5% en las tarifas eléctricas, en los casos en los que la energía provenga de fuentes no renovables, es decir, combustibles fósiles, centrales nucleares,...

En el caso de que la energía provenga de fuentes renovables, se estimará el incremento de 2,5 %, a pesar de que los comparadores de ofertas de energía, nos indiquen un incremento del 0%.

### 9.3.1. Plan compromiso Pymes (3.0A)

Teniendo en cuenta:

- **Precio kWh 2014:** 0,13217 €/kWh
- **Precio kWh medio (Periodo 12 años):** 0,17531 €/kWh

**Ahorro consumo (12 años) =** 198.476 €

**Ahorro Impuestos Electricidad (12 años) =** 10.147 €

**Ahorro I. V. A. (12 años) =** 43.811 €

---

**Ahorro Total (12 años) =** 252.434 €

### 9.3.2. Plan energía verde (3.0A)

Teniendo en cuenta:

- **Precio kWh 2014:** 0,14576 €/kWh
- **Precio kWh medio (Periodo 12 años):** 0,16291 €/kWh

**Ahorro consumo (12 años) =** 184.435 €

**Ahorro Impuestos Electricidad (12 años) =** 9.430 €

**Ahorro I. V. A. (12 años) =** 40.712 €

---

**Ahorro Total (12 años) =** 234.577 €

## 9.4. PROGRAMA DE FINANCIACIÓN

La empresa aportara una cantidad inicial, otra parte se aportara mediante las ayudas obtenidas y el resto de la inversión se financiará a un 3 % en un plazo de 7 años.

APORTACIÓN INICIAL (25%)	23.133 €
AYUDAS Y SUVENCIÓNES (10%)	9.253 €
FINANCIACIÓN (65%)	60.145 €
<b>INVERSIÓN INICIAL DEL PROYECTO</b>	<b>92.531 €</b>

*Coste de financiación anual = 1.804€*

*Coste de financiación 5 años = 9.020 €*

## 9.1. COSTE TOTAL DEL PROYECTO

Teniendo en cuenta que el valor de lo proyectado asciende a la cuantía de 95.381 €:

• Inversión inicial:	=	92.531 €
• Coste mantenimiento: 1600 x 12	=	19.200 €
• Coste financiación a 5 años:	=	9.022 €
<b>COSTE TOTAL PROYECTO (10 años)</b>	<b>=</b>	<b>120.753 €</b>

## 9.5. RESUMEN BENEFICIOS Y AMORTIZACIÓN

### 9.5.1. Plan compromiso Pymes (3.0A)

ESTUDIO ECONÓMICO INSTALACIÓN TURBINA EÓLICA LAGERWEY 18/80 (Plan Compromiso Pymes 3.0A)

Datos del Proyecto	Periodo de estudio (años)	12
	Consumo Anual Carpintería (kWh)	108092
	Generación eólico anual (kWh)	94343
	Coste Mantenimiento aerogenerador	1.600 €
	Inversión ejecución proyecto	92.531 €

		SIN AEROGENERADOR	CON AEROGENERADOR
Coste medio Energía 10 años: 0,17531	Consumo anual (kWh)	108092	13749
	Coste anual energía	18.950 €	2.410 €
Ahorro anual energía (kWh)	94343	87,28%	
Ahorro Total energía (kWh) 12 años	1132116	87,28%	
Ahorro Económico anual (€)	16.540 €	87,28%	
Ahorro Económico Total (€) 12 años	198.476 €	87,28%	

Impuesto sobre la electricidad	4,864 % x (E.cons + E.R.) x 1,05113	968,86 €	123,23 €
Ahorro impuesto sobre Ele.	845,62 €		

I.V.A.	21%*(E.Cons + T.P. + Imp + Alq. Equipos)	4.182,96 €	532,06 €
Ahorro en I.V.A.	3.650,90 €		

Emisiones CO2 (12 años)	0,27 Tm CO2/ MWh Eléctrico	350,22	44,55
Reducción emisión de CO2	305,67		

Coste aerogenerador	34.040 €
Transporte	8.415 €
Obra civil	17.773 €
Diseño del proyecto	5.400 €
Montaje y puesta en marcha	3.892 €
Beneficio Industrial	6.952 €
I.V.A.	16.059 €
<b>Valor del Proyecto</b>	<b>92.531 €</b>
Coste mantenimiento (12 años)	19.200 €
Coste financiación (5 años)	9.022 €
<b>TOTAL A AMORTIZAR</b>	<b>120.753 €</b>

Amortización (años)	5,74
---------------------	------



JON IRIGOYEN FRESNEDA  
**INSTALACIÓN TURBINA EÓLICA LAGERWEY 18/80**

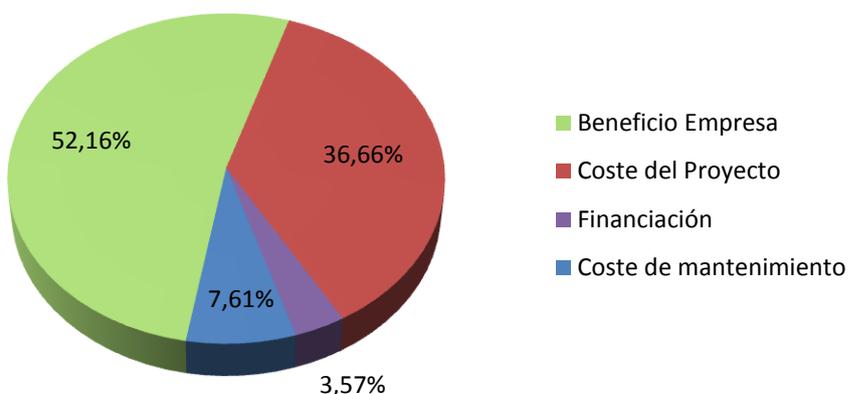
Año	A. energético	Precio kWh	A. consumo	A. impuestos	A. I.V.A.	A.Total	C.Proyecto	C.Mantenimiento	Beneficio
0	-	-	-	-	-	-	32.386 €	-	-
1	94343	0,13217 €	12.469,31 €	637,52 €	2.752 €	15.859,27 €	13.833,40 €	1.600,00 €	425,86 €
2	94343	0,13878 €	13.092,78 €	669,39 €	2.890 €	16.652,23 €	13.833,40 €	1.600,00 €	1.218,83 €
3	94343	0,14572 €	13.747,42 €	702,86 €	3.035 €	17.484,84 €	13.833,40 €	1.600,00 €	2.051,44 €
4	94343	0,15300 €	14.434,79 €	738,01 €	3.186 €	18.359,08 €	13.833,40 €	1.600,00 €	2.925,68 €
5	94343	0,16065 €	15.156,53 €	774,91 €	3.346 €	19.277,04 €	13.833,40 €	1.600,00 €	3.843,64 €
6	94343	0,16869 €	15.914,36 €	813,65 €	3.513 €	20.240,89 €	0,00 €	1.600,00 €	18.640,89 €
7	94343	0,17712 €	16.710,07 €	854,34 €	3.689 €	21.252,93 €	0,00 €	1.600,00 €	19.652,93 €
8	94343	0,18598 €	17.545,58 €	897,05 €	3.873 €	22.315,58 €	0,00 €	1.600,00 €	20.715,58 €
9	94343	0,19528 €	18.422,86 €	941,90 €	4.067 €	23.431,36 €	0,00 €	1.600,00 €	21.831,36 €
10	94343	0,20504 €	19.344,00 €	989,00 €	4.270 €	24.602,93 €	0,00 €	1.600,00 €	23.002,93 €
11	94343	0,21529 €	20.311,20 €	1.038,45 €	4.483 €	25.833,08 €	0,00 €	1.600,00 €	24.233,08 €
12	94343	0,22606 €	21.326,76 €	1.090,37 €	4.708 €	27.124,73 €	0,00 €	1.600,00 €	25.524,73 €
			<b>198.476 €</b>	<b>10.147 €</b>	<b>43.811 €</b>	<b>252.434 €</b>	<b>101.553 €</b>	<b>19.200 €</b>	<b>131.681 €</b>

C. medio energía en 10 años	0,17531 €
-----------------------------	-----------

Teniendo en cuenta la tarifa del *plan compromiso pymes* con 3 zonas horarias de las cuales se deduce el precio medio del kWh en el periodo de 12 años, que es de 0,17531 €/kWh, la inversión inicial del proyecto se amortizaría en un periodo de 5,74 años. La vida útil del aerogenerador rondará los 12 años, por lo que se deduce que es un periodo de amortización razonable.

El aerogenerador nos aportará un **beneficio bruto** de 252.434 € que se distribuyen en el proyecto de la siguiente forma:

### Reparto de los Beneficios Brutos



**Coste anual de la energía (media de 12 años) = 2.410€**

## 9.5. RESUMEN BENEFICIOS Y AMORTIZACIÓN

### 9.5.1. Plan Energía Verde (3.0A)

ESTUDIO ECONÓMICO INSTALACIÓN TURBINA EÓLICA LAGERWEY 18/80 (Plan Energía Verde 3.0A)

Datos del Proyecto	Periodo de estudio (años)	12
	Consumo Anual Carpintería (kWh)	108092
	Generación eólico anual (kWh)	94343
	Coste Mantenimiento aerogenerador	1.600 €
	Inversión ejecución proyecto	92.531 €

SIN AEROGENERADOR	CON AEROGENERADOR
-------------------	-------------------

Coste medio Energía 10 años: 0,16291	Consumo anual (kWh)	108092	13749
	Coste anual energía	17.609 €	2.240 €
Ahorro anual energía (kWh)	94343	87,28%	
Ahorro Total energía (kWh) 12 años	1132116	87,28%	
Ahorro Económico anual (€)	15.370 €	87,28%	
Ahorro Económico Total (€) 12 años	184.435 €	87,28%	

Impuesto sobre la electricidad	4,864 % x (E.cons + E.R.) x 1,05113	900,32 €	114,52 €
Ahorro impuesto sobre Ele.	785,80 €		

I.V.A.	21%*(E.Cons + T.P. + Imp + Alq. Equipos)	3.887,06 €	494,42 €
Ahorro en I.V.A.	3.392,64 €		

Emisiones CO2 (12 años)	0,27 Tm CO2/ MWh Eléctrico	350,22	44,55
Reducción emisión de CO2	305,67		

Coste aerogenerador	34.040 €
Transporte	8.415 €
Obra civil	17.773 €
Diseño del proyecto	5.400 €
Montaje y puesta en marcha	3.892 €
Beneficio Industrial	6.952 €
I.V.A.	16.059 €
<b>Valor del Proyecto</b>	<b>92.531 €</b>
Coste mantenimiento (12 años)	19.200 €
Coste financiación (5 años)	9.022 €
<b>TOTAL A AMORTIZAR</b>	<b>120.753 €</b>

Amortización (años)	6,18
---------------------	------



JON IRIGOYEN FRESNEDA  
**INSTALACIÓN TURBINA EÓLICA LAGERWEY 18/80**

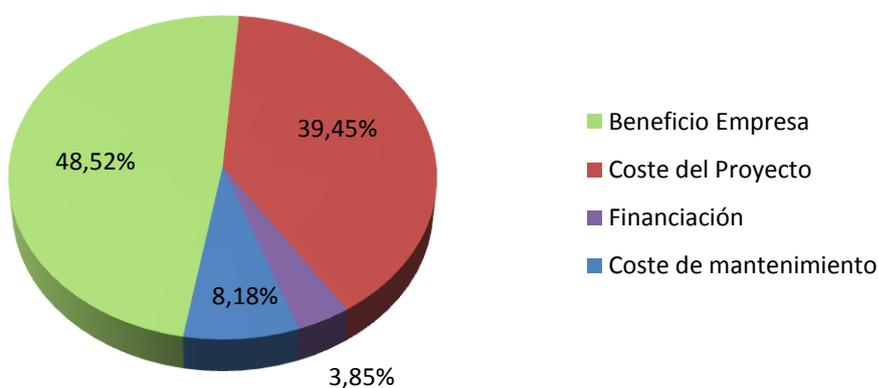
Año	A. energético	Precio kWh	A. consumo	A. impuestos	A. I.V.A.	A.Total	C.Proyecto	C.Mantenimiento	Beneficio
0	-	-	-	-	-	-	32.386 €	-	-
1	94343	0,14576 €	13.751,44 €	703,07 €	3.035 €	17.489,95 €	13.833,40 €	1.600,00 €	2.056,55 €
2	94343	0,14868 €	14.026,46 €	717,13 €	3.096 €	17.839,75 €	13.833,40 €	1.600,00 €	2.406,35 €
3	94343	0,15165 €	14.306,99 €	731,47 €	3.158 €	18.196,54 €	13.833,40 €	1.600,00 €	2.763,14 €
4	94343	0,15468 €	14.593,13 €	746,10 €	3.221 €	18.560,48 €	13.833,40 €	1.600,00 €	3.127,07 €
5	94343	0,15778 €	14.885,00 €	761,02 €	3.286 €	18.931,69 €	13.833,40 €	1.600,00 €	3.498,28 €
6	94343	0,16093 €	15.182,70 €	776,25 €	3.351 €	19.310,32 €	0,00 €	1.600,00 €	17.710,32 €
7	94343	0,16415 €	15.486,35 €	791,77 €	3.418 €	19.696,53 €	0,00 €	1.600,00 €	18.096,53 €
8	94343	0,16743 €	15.796,08 €	807,61 €	3.487 €	20.090,46 €	0,00 €	1.600,00 €	18.490,46 €
9	94343	0,17078 €	16.112,00 €	823,76 €	3.557 €	20.492,26 €	0,00 €	1.600,00 €	18.892,26 €
10	94343	0,17420 €	16.434,24 €	840,23 €	3.628 €	20.902,11 €	0,00 €	1.600,00 €	19.302,11 €
11	94343	0,17768 €	16.762,92 €	857,04 €	3.700 €	21.320,15 €	0,00 €	1.600,00 €	19.720,15 €
12	94343	0,18123 €	17.098,18 €	874,18 €	3.774 €	21.746,56 €	0,00 €	1.600,00 €	20.146,56 €
			<b>184.435 €</b>	<b>9.430 €</b>	<b>40.712 €</b>	<b>234.577 €</b>	<b>101.553 €</b>	<b>19.200 €</b>	<b>113.824 €</b>

C. medio energía en 10 años	0,16291 €
-----------------------------	-----------

Teniendo en cuenta la tarifa del *plan energía verde* con 3 zonas horarias de las cuales se deduce el precio medio del kWh en el periodo de 12 años, que es de 0,16291 €/kWh, la inversión inicial del proyecto se amortizaría en un periodo de 6,18 años. La vida útil del aerogenerador rondará los 12 años, por lo que se deduce que es un periodo de amortización razonable.

El aerogenerador nos aportará un **beneficio bruto** de 234.577 € que se distribuyen en el proyecto de la siguiente forma:

### Reparto de los Beneficios Brutos



**Coste anual de la energía (media de 12 años) = 2.240€**

## 10. ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL

### 10.1. INTRODUCCIÓN

Se redacta el presente Estudio de Impacto Ambiental con objeto de determinar las posibles alteraciones ambientales originadas por el proyecto de la instalación de un mini-eólico, localizado en el término municipal de Arakil, situado en la provincia de Navarra, merindad de Pamplona y comarca de la Barranca. Compuesto por once concejos: Ecay, Echarren, Echeverri, Eguiarreta, Erroz, Izurdiaga, Satrústegui, Urrizola, Villanueva de Araquil, Yabar y Zuazu.



Municipio de Arakil

El presente Estudio de Impacto Ambiental forma parte de la Evaluación de Impacto Ambiental a la que están sometidos este tipo de proyectos, atendiendo tanto a la legislación nacional como a la autonómica.

## 10.2. LEGISLACIÓN

En España, la Normativa específica aplicable para regular las Evaluaciones de Impacto Ambiental es la siguiente:

### 10.2.1. *Legislación Nacional*

- Orden HAP/703/2013, de 29 de abril, por la que se aprueba el modelo 583 «Impuesto sobre el valor de la producción de la energía eléctrica. Autoliquidación y Pagos Fraccionados», y se establece la forma y procedimiento para su presentación.
- Orden IET/221/2013, de 14 de febrero, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2013 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial.
- Real Decreto-ley 2/2013, de 1 de febrero, de medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero.
- Real Decreto-ley 29/2012, de 28 de diciembre, de mejora de gestión y protección social en el Sistema Especial para Empleados de Hogar y otras medidas de carácter económico y social.
- Ley 15/2012, de 27 de diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética.
- Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de pre-asignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos
- Orden IET/3586/2011, de 30 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2012 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial
- Orden ITC/3353/2010, de 28 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2011 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial.

- Real Decreto 1614/2010, de 7 de diciembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica a partir de tecnologías solar termoeléctrica y eólica.
- Corrección de errores del Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Corrección de errores del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. BOE 26/7/07.
- Real Decreto-ley 6/2009, de 30 de abril, por el que se adoptan determinadas medidas en el sector energético y se aprueba el bono social.
- Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 198/2010, de 26 de febrero, por el que se adaptan determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico a lo dispuesto en la Ley 25/2009, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- REAL DECRETO 1028/2007, de 20 de julio, por el que se establece el procedimiento administrativo para la tramitación de las solicitudes de autorización de instalaciones de generación eléctrica en el mar territorial.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial o fuentes de energía renovables, residuos, y cogeneración. C.e. del Real Decreto 436/2004.

### **10.2.2. Legislación Autonómica**

- Orden Foral 258/2006, de 10 de agosto, del Consejero de Industria y Tecnología, Comercio y Trabajo, por la que se dictan normas complementarias para la tramitación administrativa de puesta en servicio y conexión a la red de distribución eléctrica de las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial y sus agrupaciones
- Decreto Foral 222/1998, de 29 de junio, sobre aplicación del régimen especial de deducción a las inversiones que se realicen en instalaciones destinadas al aprovechamiento de energías renovables, ahorro y diversificación energética
- Decreto Foral 125/1996, de 26 de febrero, regula la implantación de parques eólicos (BON nº 32 de 13-03-1996).

## **10.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### **10.3.1. Emplazamiento**

La instalación del aerogenerador está previsto que se realice en la localidad de Hiriberri. Localidad del municipio de Arakil, con una población de 118 habitantes.

El aerogenerador se instalará en la carpintería a las afueras de la población. La ubicación elegida tiene acceso por la parte trasera de la fábrica con acceso desde la NA-2410.

- ❖ Coordenadas: 42º 54' 56.8" N, 01º 54' 09.3" O
- ❖ Altura: 450 m

### **10.3.2. Accesos**

El acceso a la instalación Proyectada se realiza mediante el camino trasero de la fábrica ya existente, partiendo de la carretera NA-2410 dirección Irurtzun.

No será necesario abrir ninguna vía de nueva construcción.

### 10.3.3. Plataformas de montaje

En la fase de montaje de los aerogeneradores es necesario contar con una superficie plana donde estacionar la grúa de izado de las diferentes piezas del aerogenerador.

La ubicación seleccionada cuenta ya con dicha zona como podemos ver en la imagen:



En el caso de ser necesario se procederá a: desbroce, excavación del terreno hasta conseguir una superficie plana, relleno con materiales sobrantes y compactación de los mismos.

### 10.3.4. Aerogenerador

El proyecto propuesto consta de un aerogenerador de 80 kW de potencia nominal con una altura próxima a los 30 m. Se puede considerar un mini-aerogenerador puesto que no sobrepasa los 100 kW de potencia nominal. Se ha realizado un estudio económico y en función de costes, fiabilidad y energía producida se ha decidido el aerogenerador.

No hay que tener sólo en cuenta la producción esperada por unidad de coste del aerogenerador, sino la fiabilidad del mismo, las garantías que ofrecen los suministradores y el compromiso que ofrecen con el cliente.

El aerogenerador seleccionado tiene, un coste de adquisición bajo, bajo coste de instalación, estructura robusta y con un correcto mantenimiento, una vida útil de 10 años aproximadamente.



## 10.4. ESTUDIO DEL MEDIO FÍSICO

### 10.4.1. Introducción

El Impacto Ambiental es la alteración que se produce en el entorno ambiental, físico o social, por la acción de una determinada obra o actividad en un determinado emplazamiento dentro de dicho entorno.

El objeto del inventario ambiental es definir el estado preoperacional de referencia que permita determinar las alteraciones potenciales que ocasionará el proyecto en función de la capacidad de acogida del medio. Además, la comparación entre la situación preoperacional y el estado final de la situación prevista, dará una idea de la magnitud del impacto global del proyecto.

El estudio que se presenta en este documento analizará las repercusiones del eólico a instalar, para adecuar sus instalaciones a las limitaciones y requerimientos que plantea el medio ambiente, y tender a su mejor integración ambiental.

### 10.4.2. Climatología

Hiriberri (Villanueva de Arakil) está situado a una altitud de 448,5 metros encima del nivel del mar. El clima es, en conjunto, de tipo subatlántico, aunque ciertos rasgos lo emparentan con el submediterráneo (hay un mes de aridez estival).

La temperatura media anual es de 11,30 °C, la cual es 1,67 °C más baja que la temperatura media anual de España que es 12,97 °C.

En los meses más cálidos la temperatura media es de 25,40 °C y en los meses más fríos la temperatura media es de 1 °C.

La precipitación media anual en Hiriberri es de 1321 mm, la cual -676,7 mm más alta que la precipitación media anual de España (644,3mm).

### 10.4.3. Paisaje

El territorio de Arakil por su extremo occidental se continúa con el corredor de Sakana claramente definido por las Sierras de Aralar y Urbasa-Andia. El extremo oriental se comunica con el valle de Larraun a través del paso de Dos Hermanas y hacia la Cuenca de Pamplona por la abertura natural producida por el río Arakil en el desfiladero de Oskía.

Todo el territorio de Arakil se configura como un valle lineal Este-Oeste, definido al Sur por los accidentes montañosos que constituyen la Sierra de Satrústegui (1.110 m.) y los picos de Gaztelu (900 m.) y Vizcay (823 m.). Por el lado Norte se cierra el valle con las estribaciones montañosas de la Sierra de Aralar, desde Madalenaitz (861 m.) en el extremo occidental, hasta Larrazpi (1.008 m.) en el extremo oriental. Por último el

valle continua al Oeste con las tierras de Aranatz y se cierra al Este con el monte de la Trinidad (1.092 m.).

La parte central del valle concentra la superficie destinada a cultivos y pastos y que suponen el sustrato del sector de la agricultura y la ganadería en el valle.



El paisaje que caracteriza el área de estudio viene determinado por campos de cultivo, situándose la NA-2410 al Norte del emplazamiento y la autovía A-10 al Sur. A unos 300 m al Este el pueblo de Hiriberri (Villanueva de araquil) y al Oeste más campos de cultivo y el pueblo de Yabar a 1,5 km aproximadamente. La fábrica está situada al Noreste del aerogenerador.

#### **10.4.4. Socioeconomía**

El municipio de Arakil tiene una población de 952 habitantes, su superficie es de 53,78 km<sup>2</sup>, pertenece a la comunidad foral de Navarra, su densidad población es de 187,7 habitantes por km<sup>2</sup>.

La estructura socioeconómica de la zona gira en torno a la agricultura y ganadería principalmente y una buena parte de la población de la zona se dedica a pequeñas y medianas industrias.

Los comunales ocupan el 50% de la superficie agraria (sin facerías), de la que el 80% es terreno forestal y el 20% restante pastos. Cultivos y prados dominan desigualmente en el espacio agrario.

Las empresas industriales del municipio de Arakil, se localizan en Irurtzun, Villanueva de Arakil y Ihabar. Ocupa a 1.031 trabajadores de los cuales 899 pertenecen al ramo de transformación de metales, distribuidos en 7 empresas, y



concretamente 890 se dedican a la transformación del aluminio en una de ellas. Otra actividad representativa es la industria de la madera, que con nueve establecimientos ocupa a 92 trabajadores, 56 más trabajan en 13 empresas de la construcción.

En el sector servicios, destacan por su mayor volumen de empleo las actividades de administración local, enseñanza y sanidad con 62 empleados ubicados en 11 centros y las actividades de reparación, transporte y comunicaciones. El comercio emplea a 38 trabajadores en 25 establecimientos, de los cuales 18 son de venta al detalle y dan trabajo a 30 personas.

La rama de bebidas y hostelería ocupa en 9 establecimientos a 22 empleados y el sector financiero a 15 en 6 centros. El resto de servicios de asistencia social, recreativos y personales ocupan a 41 personas en 27 centros de actividad.

La actividad del sector primario está orientada hacia explotaciones ganaderas de vacuno, tanto de leche como de carne. La población activa de Arakil se acerca a las 1.000 personas, sin embargo están ocupadas en el municipio 1.390 trabajadores en 290 centros.

Las infraestructuras presentes en el área de estudio son:

- ❖ Carretera nacional NA-2410
- ❖ Autovía A-10
- ❖ Línea de alta tensión
- ❖ Fabrica de Madera
- ❖ Pueblo de Hiriberri

## 10.5. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

El objetivo principal al realizar un Estudio de Impacto Ambiental es prever la naturaleza y magnitud de los efectos originados por la construcción y funcionamiento de la actividad proyectada.

Para llevar a cabo el diagnóstico de los impactos provocados por la ejecución del proyecto se procede a la identificación de impactos y su posterior valoración.

En la identificación de impactos se determina cuales son las acciones del proyecto susceptibles de generar efectos y sobre qué variables ambientales los generan.

### 10.5.1. Fase de construcción

Se trata de una etapa reducida en el tiempo y no concentra en ella grandes impactos. Se caracteriza por la necesidad de emplear diversa maquinaria pesada (Guas de montaje) y adecuación del terreno para instalar el aerogenerador. Las acciones del proyecto que pueden producir impactos son:

#### Accesos

Las comunicaciones por carretera se realizan a través de la carretera nacional NA-2410 dirección Irurtzun y se tomará el camino sin asfaltar de la fábrica ya existente que nos llevará hasta la plataforma de montaje.

En el caso de ser necesario se acondicionara la plataforma de montaje tapando los agujeros que sean necesarios con grava.

En la mencionada plataforma se instalarán la grúa de montaje necesaria y el camión cargado con el material del aerogenerador. Evitando así la apertura de nuevos trazados para el acceso al emplazamiento.

#### Cimentación del aerogenerador

La torre que soporta el aerogenerador se cimentará a través de una zapata de hormigón armado cuadrada, de dimensiones...

Los impactos generados son:

- ❖ Pequeñas alteraciones en la geomorfología.
- ❖ Generación de escombros y sobrantes de excavación.
- ❖ Emisión de ruidos, generando molestias a las poblaciones cercanas y la fauna residente.

## Zanja

Será necesaria la excavación de una zanja, ya que es necesaria una línea de evacuación hacia el centro de distribución. Esta línea será subterránea irá sobre zanja de 1,6 m de profundidad, 0,5 m de anchura y 42 m de longitud.

Así, la obra de excavación de la zanja conllevan los siguientes efectos sobre el medio:

- ❖ Pérdida de suelo.
- ❖ Destrucción de la cubierta vegetal.
- ❖ Generación de escombros y sobrantes de excavación.
- ❖ Emisiones de polvo y de ruidos provocando molestias a la fauna (y/o poblaciones cercanas).

## Tráfico

Las obras necesarias para la construcción del proyecto conllevan la circulación de vehículos pesados por las carreteras de acceso. El tráfico de este tipo de vehículos será puntual y no es previsible que implique efectos apreciables sobre la fluidez y seguridad de la carretera.

Aun así, este tráfico podrá generar los siguientes efectos:

- ❖ Emisión de polvo en el camino de acceso.
- ❖ Generación de ruidos.

## Empleo

Durante la construcción del Proyecto es necesaria la contratación de mano de obra y empresas, que lo lleven a cabo.

Por lo que se generarán los siguientes efectos:

- ❖ Empleo directo.
- ❖ Aumento de la actividad en el sector servicios.

### ***10.5.2. Fase de explotación***

Al tratarse de la fase del Proyecto más larga, a pesar de ser los efectos menos numerosos, estos tienen una mayor incidencia en el tiempo por lo que son más significativos e importantes para el medio ambiente.

## Funcionamiento de los aerogeneradores

Cuando el viento adquiere la velocidad necesaria para la puesta en marcha del aerogenerador, comienza el giro de las palas, movimiento que origina ruidos mecánicos y aerodinámicos.

Éste no es el único impacto generado, pese a considerarse un mini-aerogenerador (potencia nominal inferior a 100 kW) las aves que vuelen por la zona pueden colisionar con las palas de 7,8 m de longitud, siendo la velocidad de giro 60-120 r.p.m.

## Generación de energía

El generador eléctrico cuenta con una potencia instalada de 80 kW de manera que se prevé una producción anual de unos 120 MWh/año (Producción bruta). Esta generación de energía repercute positivamente en la economía y dado que es una "energía limpia", también lo hace sobre el medio ambiente. De manera que la instalación del eólico supone:

- ❖ La generación de electricidad de un mundo no contaminante.
- ❖ La no emisión de gases contaminantes y residuos derivados de la generación de éste volumen de electricidad con otro tipo de energías (energías convencionales) y consecuente reducción a escala global de los gases de efecto invernadero.

## Paisaje

El impacto paisajístico es notable, dado a su presencia vertical de longitud 30 m.

### 10.5.3. Fase de abandono

La vida útil de un aerogenerador se estima en aproximadamente en 22 años y con un adecuado mantenimiento, este período se puede ampliar. A pesar de esto, llegará a un punto en que dejará de ser operativo, llegado este momento se procederá a desmantelarlo, desapareciendo los efectos generados de su instalación.

En este caso, al ser un aerogenerador de segunda mano restaurado, la vida útil se estima entorno a los 10 años con un correcto mantenimiento.

## 10.6. VALORACIÓN DE IMPACTOS

Una vez identificados los impactos generados se procede a la valoración de los mismos con el fin de definir los impactos más perjudiciales, así como los más positivos, para el medioambiente.

### Socioeconomía

La instalación del eólico del proyecto supone la creación de puestos de trabajo, tanto de carácter directo como indirecto.

En la fase de construcción del aerogenerador y posterior instalación están implicados un importante número de sectores industriales.

Durante la fase de explotación se llevarán a cavo labores de operación y mantenimiento.

Las actividades de operación engloban aquellas de carácter administrativo y las de producción energética (gestión, asistencia técnica y seguimiento). El principal soporte de estas tareas será el equipo de motorización y la toma de datos centralizada.

El objetivo de las labores de mantenimiento es asegurar la fiabilidad de las máquinas a los niveles de diseño originales. Las actividades programadas consisten en la revisión de la máquina y solución a los problemas o averías que puedan producirse.

Un impacto negativo generado sobre la socioeconomía sería el tráfico de vehículos pesados, durante la fase de construcción. Este impacto no tiene magnitud suficiente como para ser significativo.

### Suelo

El emplazamiento se caracteriza por ser una zona llana, con pocas pendientes, por lo que el impacto sobre el suelo es bajo y no se estima la generación de procesos erosivos.

En la fase de construcción se pueden generar residuos del tipo: sobrantes de los movimientos de tierras, de los materiales de construcción y aceites usados de la maquinaria. Estos residuos deberán ser eliminados o gestionados adecuadamente para evitar la contaminación del suelo o subsuelo.

Durante la fase de explotación los residuos producidos se limitan a los generados en los trabajos de mantenimiento. Dichos residuos también deberán ser gestionados adecuadamente.

## Aire

El funcionamiento de un eólico no produce la emisión de sustancias que alteren la calidad del aire. A nivel global, se produce un ahorro de combustibles fósiles y de las emisiones asociadas.

La energía generada a partir de un recurso renovable como es el viento, supone un ahorro de energía primaria proporcionada por combustibles fósiles, que son recursos agotables.

De esta manera, el impacto positivo que se deriva del uso de esta tecnología de generación de energía eléctrica, es de alta magnitud.

Durante la instalación de un eólico, el incremento de partículas en suspensión (polvo) y la emisión de gases de escape de la maquinaria usada en las obras de construcción, podría afectar a la calidad del aire. Pero en la siguiente fase, la de explotación, el funcionamiento de los aerogeneradores supondrá una renovación continua del aire circundante, por lo que se considera que este impacto es reversible y de corta duración. Luego no se estima que sea significativo.

## Ruido

Los niveles de presión sonora (NPS) durante la fase de construcción, generados por los distintos equipos son:

EQUIPOS	NPS a 1m
Camión	90 dB (A)
Excavadora	101 dB (A)
Hormigonera	99 dB (A)
Grúa	91 dB (A)
Compresor	94 dB (A)
Equipo de Soldadura	92 dB (A)

Durante la fase de explotación, el funcionamiento de los aerogeneradores dará lugar a un nivel apreciable de ruido. Se pueden distinguir dos tipos de ruido en el funcionamiento de un aerogenerador: el mecánico y el aerodinámico. El ruido mecánico procede del multiplicador, transmisión y generador. El ruido aerodinámico es el producido por el movimiento de las palas.

El aumento del nivel sonoro producido por los aerogeneradores es uno de los impactos atribuidos a la producción de energía eólica, no obstante, teniendo en cuenta

las mediciones realizadas en otros trabajos, su incidencia podría resultar mucho menor de lo que en un principio pudiera parecer.

Tras el análisis de estos datos, se puede afirmar que el ruido no es un impacto significativo, no incrementará significativamente los niveles sonoros en la zona.

## Vegetación

El aerogenerador se sitúa sobre zonas de pastizal/matorral de baja densidad, que probablemente fueron antiguas parcelas de cultivos. Luego la instalación del eólico no supone ninguna incidencia sobre esta vegetación.

Por tanto, el impacto sobre la vegetación natural es muy pequeño. La afección se estima como baja y de alta recuperabilidad.

## Fauna

Las obras de construcción se concentran en un período de tiempo reducido, de forma que no deben suponer una incidencia significativa sobre las distintas especies.

En la fase de explotación el impacto que se producirá sobre la avifauna en el entorno inmediato al aerogenerador se considera bajo.

## Paisaje

En la fase de construcción los impactos paisajísticos vienen determinados por la presencia de elementos extraños en la zona de ocupación del proyecto y por la envergadura de las obras a realizar. Estas afecciones son de grado bajo puesto que no requiere mucho trabajo de obra.

En la fase de explotación, el estudio se ha realizado con respecto a dos características del paisaje: **la calidad y fragilidad visual**.

Se entiende por *calidad visual*, el grado de excelencia o el valor estético que se le otorga a un determinado entorno. Hace referencia a la valoración intrínseca y extrínseca del factor del medio afectado. Se atenderá a valores y elementos de especial interés en cada uno de los factores afectados. Se consideran aspectos como representatividad, vegetación y usos, morfología, contraste y alteraciones existentes en cada emplazamiento.

Se entiende por *fragilidad visual*, la susceptibilidad de un paisaje al cambio en su calidad debida a la presencia de una determinada actuación. Mide la capacidad de un factor medioambiental de absorber las acciones o transformaciones que sobre él se efectúen. La fragilidad depende del tipo de acción que se realice, de la superficie desde donde puede observarse y de cuantos espectadores la perciban.

- *Fragilidad y calidad visual del emplazamiento:*

Está condicionada por la morfología de la cuenca visual de actuación y por la presencia de núcleos de población y vías de comunicación. Factores como la distancia el tamaño de la población (número de habitantes) y la intensidad del tráfico de las carreteras condicionan la estimación del grado de impacto visual.

El aerogenerador será visible desde la NA-2410 y la A-10. También podrá ser observado desde diversos puntos de la zona rural. Al ser un aerogenerador de pequeña potencia no tendrá el impacto paisajístico de los grandes generadores utilizados en parques eólicos, siendo el grado de fragilidad medio-bajo.

La calidad de un paisaje hace referencia a los valores que lo hacen especialmente valorado como son el cromatismo, la naturalidad, la integración y naturaleza de sus elementos, su estado de conservación y la diversidad de los mismos.

La zona se encuentra muy alterada por las actividades agrícolas y se puede definir como monótona en cuanto a colores y formaciones vegetales se refiere. Por tanto presenta una calidad media-baja, debido a la falta de algún carácter de valor como la naturalidad, y a la escasa diversidad vegetal y animal. Presenta una fragilidad y calidad visual baja.

## **10.7. CONCLUSIONES**

La instalación del eólico generaría beneficios sobre la socioeconomía, que contribuirían al desarrollo regional. Permitiría el desarrollo sostenible de la zona, debido a la generación de energía limpia, sin emisiones de CO<sub>2</sub>, lo que mejoraría la calidad del aire y evitaría el consumo de energías convencionales (contaminantes). A nivel global, contribuiría a la reducción del efecto invernadero. Por tanto, resulta ser un proyecto compatible dentro del entorno seleccionado.

## 11. BIBLIOGRAFIA

- GUIA SOBRE LA TECNOLOGÍA MINIEÓLICA. Instituto de Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE), 2012.
- METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA DE NAVARRA <http://meteo.navarra.es>
- ATLAS EÓLICO DE ESPAÑA (IDEA) [www.atlaseolico.idae.es](http://www.atlaseolico.idae.es)
- MAPA EÓLICO NACIONAL (CENER) [www.cener.com](http://www.cener.com)
- SISTEMAS EÓLICOS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA, (J.L. Rodríguez Amenedo), Editorial Rueda S.L.
- FABRICANTE AEROGENERADORES [www.enduracewindpower.com](http://www.enduracewindpower.com)
- ASOCIACIÓN EMPRESARIAL EÓLICA [www.aeeolicas.org](http://www.aeeolicas.org)
- MUNICIPIO ARAKIL [www.navarchivo.com](http://www.navarchivo.com)
- GRUAS ORAA [www.gruasoraa.com](http://www.gruasoraa.com)
- INFORMACIÓN TRANSPORTE [www.fomento.es](http://www.fomento.es)
- RESCOOP 20 20 20 PROYECT [www.rescoop.eu](http://www.rescoop.eu)
- COMPARADOR DE FACTURAS IBERDROLA [www.comparador.cne.es](http://www.comparador.cne.es)
- DATOS LAGERWEY [www.koshkil.es](http://www.koshkil.es)
- INFORMACIÓN EÓLICA [www.infoeolica.com](http://www.infoeolica.com)
- ASOCIACIÓN EMPRESARIAL EÓLICA. [www.aeelica.com](http://www.aeelica.com)
- DIARIO DE ENERGÍA. [www.energiadiario.com](http://www.energiadiario.com)
- RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA. [www.ree.es](http://www.ree.es)
- PROMOTOR Y FABRICANTE DE AEROGENERADORES. [www.acciona.es](http://www.acciona.es)
- PROMOTOR Y FRABRICANTE DE AEROGENERADORES. [www.gamesa.es](http://www.gamesa.es)
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. [www.mma.es](http://www.mma.es)
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. [www.mma.es](http://www.mma.es)

\*Me he apoyado en la herramienta internet para obtener la mayoría de los datos; contactando con empresas que tienen experiencia en el sector eólico y basándome en otros proyectos (en la mayoría de los casos de mayor envergadura, como parques eólicos).



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Doc. N°2: **CÁLCULOS**

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN TURBINA EÓLICA LAGERWEY 18/80

Jon Irigoyen Fresneda

Vicente Senosiain Miguez

Pamplona, 21/02/2014



# ÍNDICE

## ÍNDICE 1

1. CÁLCULOS POTENCIAL ELÉCTRICO .....	2
1.1. DATOS DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS .....	2
1.2. NUMERO DE HORAS SEGÚN VELOCIDAD DE VIENTO .....	4
1.3. PRODUCCIÓN ENERGÉTICA .....	6
1.4. SELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO .....	7
2. CÁLCULOS OBRA CIVÍL.....	8
2.1. GRUA DE MONTAJE Y DIMENSIONES PLATAFORMA MONTAJE .....	8
2.2. CIMENTACIÓN .....	9
2.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	10
3. CÁLCULOS ESTUDIO ECONÓMICO .....	11

# 1. CÁLCULOS POTENCIAL ELÉCTRICO

## 1.1. DATOS DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Las estaciones meteorológicas de CENER nos han proporcionado los datos de viento (m/s), dirección, presión (Pa) y la temperatura (K) anual de los años 2006, 2007 y 2008.

Todos estos datos se han proporcionado mediante un archivo en formato de tipo: *Documento de texto (\*.txt)*. (Un archivo para cada año).

Para poder obtener las medias mensuales, anuales y de periodo:

- 1- Se han separado cada uno de estos archivos (1 año) en 12 partes diferentes, clasificándolos por meses. De este modo obtenemos 12 *Documentos de texto (\*.txt)* de cada año, uno para cada mes.
- 2- Estos archivos se han insertado en un mismo Excel, insertando cada mes del año en una hoja distinta.
- 3- Con la función PROMEDIO ( ), obtenemos las medias de cada mes.
- 4- En la Hoja13 agrupamos estas medias y obtenemos la media anual:

2006	VELOCIDAD (m/s)	DIRECCIÓN	PRESIÓN (Pa)	TEMPERATURA (K)
ENERO	5,53	254,5	102137	276,0
FEBRERO	5,15	288,3	101576	276,0
MARZO	5,75	248,8	101320	281,3
ABRIL	5,61	262,1	101537	283,2
MAYO	5,38	220,9	101700	287,4
JUNIO	5,55	199,5	101751	291,0
JULIO	4,82	243,2	101682	294,4
AGOSTO	5,40	301,1	101651	288,9
SEPTIEMBRE	4,49	230,7	101518	291,1
OCTUBRE	6,09	203,9	101388	287,4
NOVIEMBRE	5,89	201,6	101879	282,6
DICIEMBRE	4,56	246,4	102633	277,1
<b>MEDIA ANUAL</b>	<b>5,35</b>	<b>241,8</b>	<b>101731</b>	<b>284,7</b>

2007	VELOCIDAD (m/s)	DIRECCIÓN	PRESIÓN (Pa)	TEMPERATURA (K)
ENERO	4,00	252,1	102576	278,3
FEBRERO	4,57	234,3	101605	279,7
MARZO	6,16	267,4	101889	278,8
ABRIL	3,81	185,5	101534	285,0
MAYO	5,28	255,4	101437	286,9
JUNIO	4,64	246,3	101399	289,4
JULIO	5,50	273,3	101659	290,9
AGOSTO	5,58	274,6	101597	290,4
SEPTIEMBRE	5,51	247,1	101966	288,0
OCTUBRE	5,15	277,1	102053	284,3
NOVIEMBRE	6,28	312,4	102187	277,8
DICIEMBRE	4,88	269,6	102585	277,7
<b>MEDIA ANUAL</b>	<b>5,11</b>	<b>257,9</b>	<b>101874</b>	<b>284,0</b>

2008	VELOCIDAD (m/s)	DIRECCIÓN	PRESIÓN (Pa)	TEMPERATURA (K)
ENERO	4,38	234,4	102274	278,8
FEBRERO	5,60	189,3	102450	280,2
MARZO	6,22	294,6	101660	278,8
ABRIL	4,83	238,1	101140	282,7
MAYO	4,65	217,9	101120	286,0
JUNIO	5,50	266,4	101753	289,2
JULIO	5,38	258,4	101634	290,8
AGOSTO	4,85	267,3	101566	290,9
SEPTIEMBRE	4,87	256,0	101650	287,7
OCTUBRE	5,07	224,6	101907	284,0
NOVIEMBRE	5,74	282,6	101807	278,7
DICIEMBRE	5,14	266,6	101862	277,2
<b>MEDIA ANUAL</b>	<b>5,19</b>	<b>249,7</b>	<b>101735</b>	<b>283,7</b>

- 5- Para obtener la velocidad media del periodo, realizamos el promedio de medias anuales 2006, 2007 y 2008: **5,22 m/s**.

## 1.2. NUMERO DE HORAS SEGÚN VELOCIDAD DE VIENTO

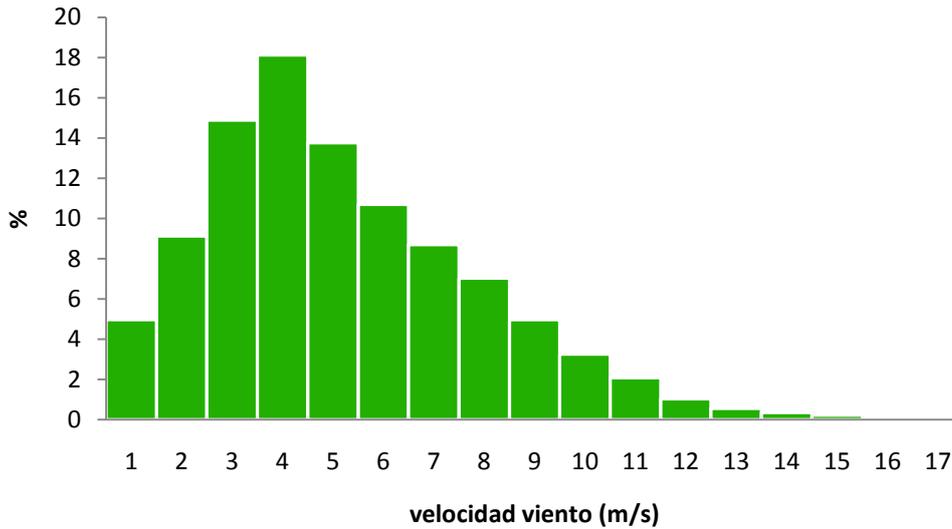
Después de calcular todas las medias, lo que se ha hecho es calcular el número de horas al año en función de la velocidad de viento para poder calcular la producción de kWh anual. Para ello:

- 1- Con los libros de Excel anteriores (datos 2006, datos 2007 y datos 2008) y mediante la función CONTAR.SI ( ), calculamos el número de horas mensuales <1,5 m/s y los intervalos 1'5 – 2'5, 2'5-3'5...:
  - Nº horas mes (<1,5 m/s) → CONTAR.SI (datos;"<1,5")
  - Nº horas mes (1,5 – 2,5 m/s) → CONTAR.SI (datos;"<2,5") - CONTAR.SI (datos;"<1,5")
  - Nº horas mes (2,5 – 3,5 m/s) → CONTAR.SI (datos;"<3,5") - CONTAR.SI (datos;"<2,5")
  - ...
- 2- Con la función SUMA ( ), sumamos todas las horas <1,5 m/s, todas las horas de intervalo 1,5 – 2,5 m/s... de este modo tenemos las horas anuales.
- 3- En otro libro, calculamos el promedio del número de horas de los libros 2006, 2007 y 2008 mediante la función PROMEDIO ( ). El resultado es el siguiente:

VELOCIDAD (m/s)	HORAS	%
<1,5	411	4,97
1,5 - 2,5	753	9,12
2,5 - 3,5	1230	14,90
3,5 - 4,5	1496	18,13
4,5 - 5,5	1137	13,77
5,5 - 6,5	883	10,70
6,5 - 7,5	718	8,70
7,5 - 8,5	580	7,03
8,5 - 9,5	410	4,97
9,5 - 10,5	269	3,25
10,5 - 11,5	171	2,08
11,5 - 12,5	85	1,03
12,5 - 13,5	45	0,55
13,5 - 14,5	29	0,35
14,5 - 15,5	18	0,22
15,5 - 16,5	10	0,12
16,5 - 17,5	6	0,07
17,5 - 18,5	2	0,02
18,5 - 19,5	2	0,02
19,5 - 20,5	0	0,00

Si nos fijamos el número de horas totales son 8255 y no las 8760 (horas año = 365 días x 24 horas) horas que deberían ser. Esto es debido a que el anemómetro de la estación no está todo el año en marcha (averías, mantenimiento...). El porcentaje se ha calculado teniendo en cuenta como horas totales las 8255 h, puesto que son las horas de medición.

Con estos datos podemos dibujar el **Histograma**:



### 1.3. PRODUCCIÓN ENERGÉTICA

Para calcular la producción anual, tenemos que tener por un lado el N<sup>o</sup> de horas en función de la velocidad y por otro la curva de potencia de nuestro aerogenerador, de este modo:

$$PRODUCCIÓN (kWh) = ENERGÍA (kW) \times HORAS$$

VELOCIDAD (m/s)	ENERGÍA (Kw)	HORAS	PRODUCCIÓN (kWh)
1	0	411	0
2	0	753	0
3	0,8	1230	984
4	2,9	1496	4339
5	6	1137	6820
6	11	883	9713
7	17,7	718	12715
8	27,3	580	15834
9	39,2	410	16085
10	51,4	269	13809
11	63,8	171	10931
12	74,2	85	6332
13	79,9	45	3622
14	82,2	29	2384
15	82,9	18	1492
16	83,3	10	805
17	83,3	6	472
18	83	2	166
19	83	2	166
20	83	0	0
		<b>TOTAL TEÓRICO</b>	<b>106669</b>

Esta es la producción teórica, para calcular la producción real, deberemos aplicarle unos factores de corrección:

- Pérdidas por indisponibilidad de máquinas y subestación = 0,94
- Pérdidas por transporte = 0,97
- Pérdidas por mantenimiento = 0,97

$$PRODUCCIÓN REAL (kWh) = PRODUCCIÓN TEÓRICA (kWh) \times 0,96 \times 0,97 \times 0,97$$

$$PRODUCCIÓN REAL (kWh) = 94343 \text{ kWh}$$

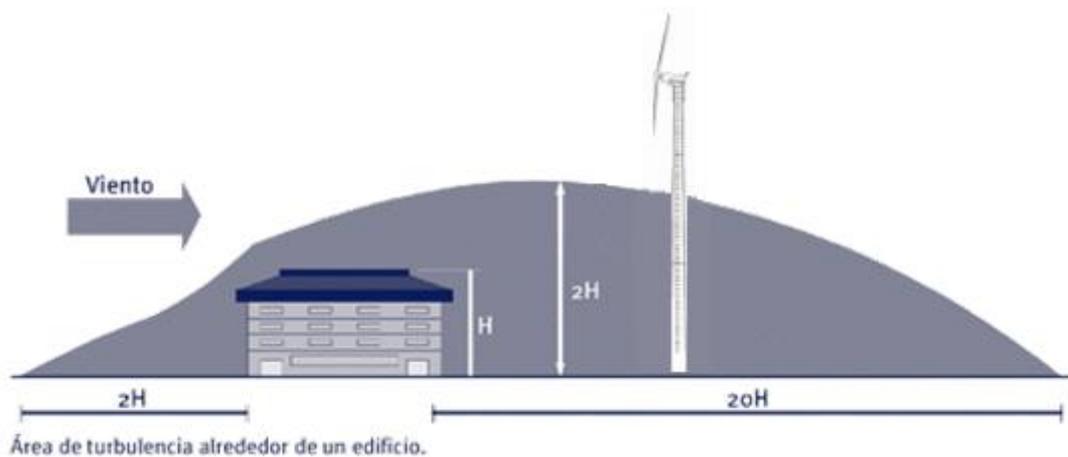
## 1.4. SELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

Para la selección del correcto emplazamiento hay que tener en cuenta diversos factores como:

- Suficiente potencial eólico.
- Disponibilidad del terreno.
- Ausencia de edificios que puedan causar turbulencias y pérdida de potencial eólico.

El factor más preocupante en el emplazamiento seleccionado es el 3º, puesto que nos encontramos con un edificio (carpintería de madera) situado en el noroeste del emplazamiento.

Las turbulencias que se generan alrededor del edificio, afectan a las distancias que se muestran en la siguiente figura:



- $H = 10 \text{ m}$

La altura crítica será  $2H = 20 \text{ m}$ , como el aerogenerador tiene una altura de 39 m y las palas tienen una longitud de 7,8 m, podemos decir que el edificio no afectará en el potencial eólico.

Además, si tenemos en cuenta la rosa de velocidades y frecuencias, el viento con dirección NE es el menos usual.

## 2. CÁLCULOS OBRA CIVIL

### 2.1. GRUA DE MONTAJE Y DIMENSIONES PLATAFORMA MONTAJE

La grúa de montaje *TAREX-DEMAG AC 80* se alquilará a la empresa GRUAS ORAA S.A.

Teniendo en cuenta que esta grúa tiene la capacidad de levantar:

18 t		7,70 m x 7,00 m										360°	ISO
	10,9m*	10,9 m	16,1 m	21,4 m	25,0 m	31,1 m	37,1 m	42,2 m	46,1 m	50,0 m			
m	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	m		
3	80,0	70,0	-	-	-	-	-	-	-	-	3		
4	63,1	59,3	55,0	45,0	-	-	-	-	-	-	4		
5	52,0	51,0	49,6	41,0	32,0	20,0	-	-	-	-	5		
6	42,0	42,0	41,7	36,5	31,0	20,0	16,0	-	-	-	6		
7	35,0	35,0	34,8	32,0	29,0	20,0	15,5	13,0	-	-	7		
8	29,9	28,3	29,6	28,0	26,0	20,0	15,0	13,0	8,8	-	8		
9	-	-	25,6	24,8	23,5	19,5	14,5	12,9	8,8	6,5	9		
10	-	-	22,1	21,0	21,0	18,5	14,0	12,7	8,8	6,5	10		
12	-	-	16,1	15,8	16,8	16,1	12,7	11,8	8,8	6,5	12		
14	-	-	-	13,8	13,3	12,8	11,3	10,9	8,5	6,5	14		
16	-	-	-	11,2	10,7	10,2	10,0	10,0	8,0	6,5	16		
18	-	-	-	9,2	8,7	8,2	8,5	8,8	7,5	6,2	18		
20	-	-	-	-	7,2	7,0	7,4	7,3	7,0	5,9	20		
22	-	-	-	-	-	6,4	6,3	6,4	6,3	5,5	22		
24	-	-	-	-	-	5,8	5,8	5,4	5,3	5,1	24		
26	-	-	-	-	-	5,2	5,2	4,5	4,7	4,4	26		
28	-	-	-	-	-	-	4,5	4,0	4,0	3,7	28		
30	-	-	-	-	-	-	3,9	3,7	3,4	3,1	30		
32	-	-	-	-	-	-	3,4	3,3	2,9	2,6	32		
34	-	-	-	-	-	-	-	2,8	2,4	2,1	34		
36	-	-	-	-	-	-	-	2,4	2,0	1,7	36		
38	-	-	-	-	-	-	-	2,1	1,7	1,4	38		
40	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3	1,1	40		
42	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	0,7	42		

\* over rear · nach hinten · sur l'arrière · sul retro · hacia atrás · para trás · сзади

Datos de proyecto:

- Longitud máxima del brazo en la horizontal: 28 m
- Altura de la góndola: 30 m
- Longitud de cadenas de sujeción: 8 m
- Peso Góndola: 2,1 t
- Peso Torre parte superior: 2,9 t
- Peso Rotor: 0,9 t

Teniendo en cuenta estos datos, el momento crítico para la grúa será cuando se alce el tercer tramo de la torre a una altura de 30 m + 8 m de cadenas, por tanto, estamos en la situación de 38 m en Vertical y 28 en horizontal donde tendrá que soportar el peso de 2,9 t.

En ese instante, la *TAREX-DEMAG AC 80* tiene la capacidad de levantar 4 t. Hay que resaltar que esta tabla de pesos y medidas es para un **contrapeso de la grúa de 18 t**.

En cuanto a espacio requerido por la grúa, el punto más estrecho de acceso a la plataforma de montaje es de 8 m y la grúa tiene una anchura de 3 m aproximadamente lo cual no debería ser una dificultad a la hora de acceder a la zona de montaje.

Por otro lado, las dimensiones de la plataforma de montaje son de 40m x 16m y la grúa requiere un espacio de 12m x 7m.



## 2.2. CIMENTACIÓN

La cimentación nos la proporciona el fabricante asegurándonos que cumple con la normativa UNE-EN 61400-1 y UNE-EN 61400-2 correspondientes a normativa Española correspondientes a los requisitos de diseño para aerogeneradores.

Para el LAWERGEY 18/80 de 30 m de altura, los esfuerzos a soportar (proporcionados por el fabricante) son de:

	<i>Normal Operation</i>	<i>Extreme Operation</i>
$F_v =$	128 kN	128 kN
$F_h =$	27,5 kN	46,1 kN
$M =$	422 kN	922 kN

**\*Antes de llevar a cavo la ejecución de la correspondiente cimentación, hay que analizar el terreno y tomar varias muestras a distinta profundidad para analizar la resistencia del mismo.**

## 2.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Al igual que la zapata, la instalación eléctrica del aerogenerador nos la proporciona el fabricante. Como podemos observar en el apartado de planos, tenemos todo lo necesario para poder instalarlo y conectarlo a red.

Como indica el fabricante, los cables de conexión a red desde el cuadro de control hasta el cuadro de Iberdrola deben de ser:

$$W1 = 4 \times 50 \text{ mm}^2$$

Para verificar si los cables de 50 mm<sup>2</sup> son los adecuados, podemos hacer un sencillo cálculo:

$$A = \frac{80000 (W)}{\sqrt{3} \times 400 (V)} = 115,47 A$$

La intensidad admisible en amperios para cables de cobre con aislamiento y enterrados de sección 50 mm<sup>2</sup> es de 162 A.

Para llevar los cables desde la caseta de control hasta el cuadro del contador hará falta 2 tubos corrugados de Ø160 mm, uno para los 4 cables de 50 mm<sup>2</sup> y el otro por seguridad, para tener uno de reserva en el caso de que el otro se obstruya o nos cause problemas.

### 3. CÁLCULOS ESTUDIO ECONÓMICO

Para calcular el consumo energético de la Ferretería, se ha hecho una estimación, teniendo en cuenta la maquinaria y los distintos aparatos de consumo.

CONSUMOS ESTIMADOS						
Aparatos de consumo	Cantidad	Potencia (W)	Horas/día	Días en uso	Intensidad	Consumo (kWh)
<b>OFICINAS Y DESPACHO</b>						
Fotocopiadora 1	1	506	8	300	10%	121,44
Fotocopiadora 2	1	1840	8	300	15%	662,40
Teléfono fijo	3	12	24	365	100%	315,36
Radio	1	8	8	300	50%	9,60
Ordenadores	3	220	8	300	45%	712,80
Router Wifi	1	12	24	365	90%	94,61
Bombas impulsión sistema Calefacción	1	130	10	90	100%	117,00
					<b>TOTAL CONSUMO</b>	<b>2033</b>
<b>ILUMINACIÓN</b>						
Oficinas y Despacho	32	58	4,5	300	100%	2505,60
Producción	34	250	4	300	100%	10200,00
Almacenamiento	20	150	4	300	100%	3600,00
Cocina-Comedor	16	58	1,5	300	100%	417,60
					<b>TOTAL CONSUMO</b>	<b>16723</b>
<b>MAQUINARIA</b>						
Maq. Combinada 6 funciones	3	4800	8	300	75%	25920,00
Lijadora Mesa	1	3100	8	300	80%	5952,00
Torno	1	3000	8	300	70%	5040,00
Fresadora	1	2800	8	300	70%	4704,00
Tronzadora	1	3500	8	300	85%	7140,00
Escuadradora	1	4100	8	300	70%	6888,00
Espigadora	1	4100	8	300	65%	6396,00
Motores Aspiración limpieza	3	2200	8	300	85%	13464,00
Puente Grua	2	6800	4	200	65%	7072,00
Grapadora	2	250	3	300	100%	450,00
Sierra de mano	2	310	3	300	100%	558,00
Lijadora manual	2	480	3	300	100%	864,00
Taladros	3	750	3	300	100%	2025,00
					<b>TOTAL CONSUMO</b>	<b>86473</b>
<b>APARATOS COCINA COMEDOR</b>						
Nevera	1	240	24	365	55%	1156,32
Congelador	1	320	24	365	55%	1541,76
Microondas	1	1100	0,5	300	80%	132,00
Ventilador	1	120	1	300	90%	32,40
					<b>TOTAL CONSUMO</b>	<b>2863</b>
<b>TOTAL CONSUMO ANUAL CARPINTERÍA = 108092</b>						

Para los cálculos del estudio económico, se han tenido en cuenta:

Periodo de estudio (años)	12
Consumo Anual Carpintería (kWh)	108092
Generación eólico anual (kWh)	94343
Coste Mantenimiento aerogenerador	1.600 €
Inversión ejecución proyecto	92.531 €

Teniendo en cuenta que la energía se incrementa un 5% anualmente en la factura contratada con el Plan Compromiso Pymes (3.0A) y teniendo en cuenta que para el Plan Energía Verde se incrementa un 2%, tenemos un precio de la electricidad medio de:

- Plan Compromiso Pymes: 0,17531 €/kW
- Plan Energía Verde: 0,16291 €/kW

Para la financiación:

Aportación inicial (25%)	23.133 €
Ayudas y Subvenciones (10%)	9.253 €
Financiación	60.145 €
	92.531 €

Teniendo en cuenta una financiación al 3% a 5 años, tendremos que pagar la cantidad de:

$$\frac{60.145\text{€}}{5} + 60.145 \times 0.3 = \mathbf{13.833,14 \text{ € anuales}}$$

El ahorro total es la suma de:

$$\text{Ahorro Consumo} = (\text{kWh consumidos} - \text{kWh generados}) \times \text{€/kWh}$$

$$\text{Ahorro Impuestos} = \text{ahorro consumo} \times 0,0485 \times 1,05113$$

$$\text{Ahorro I.V.A.} = (\text{ahorro consumo} + \text{ahorro impuestos}) \times 0,21$$

$$\text{Ahorro total} = \text{Ahorro consumo} + \text{ahorro impuestos} + \text{ahorro I.V.A.}$$



Para calcular el beneficio que el aerogenerador supone a la empresa:

$$\mathbf{Beneficio = Ahorro\ total - Coste\ Proyecto - Coste\ Mantenimiento}$$

Para calcular el retorno de la inversión:

$$\mathbf{Amortización = \frac{Coste\ Total\ (C.\ Proyecto + Coste\ Man.)}{Beneficio\ Anual}}$$



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Doc. N°3: **PLANOS**

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN TURBINA EÓLICA LAGERWEY 18/80

Jon Irigoyen Fresneda

Vicente Senosiain Miguez

Pamplona, 21/02/2014

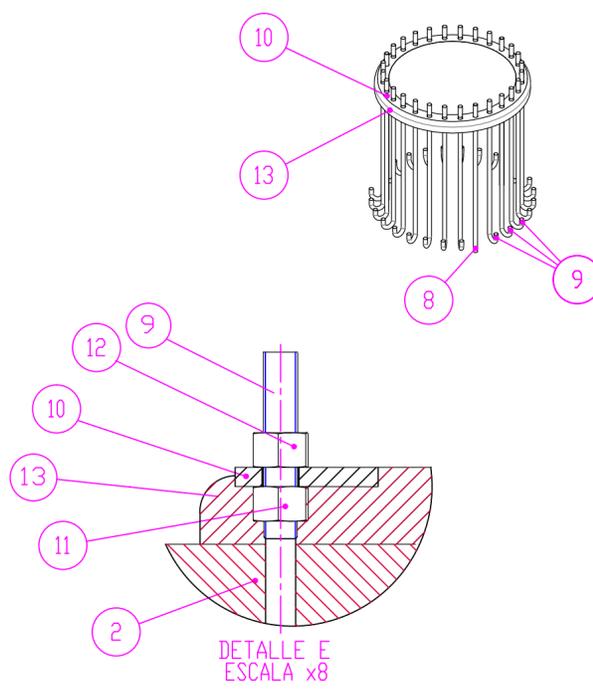
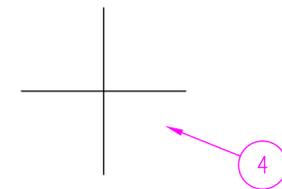
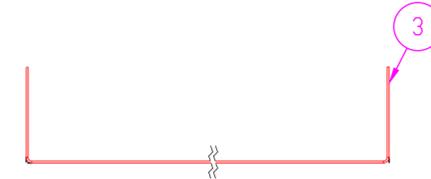
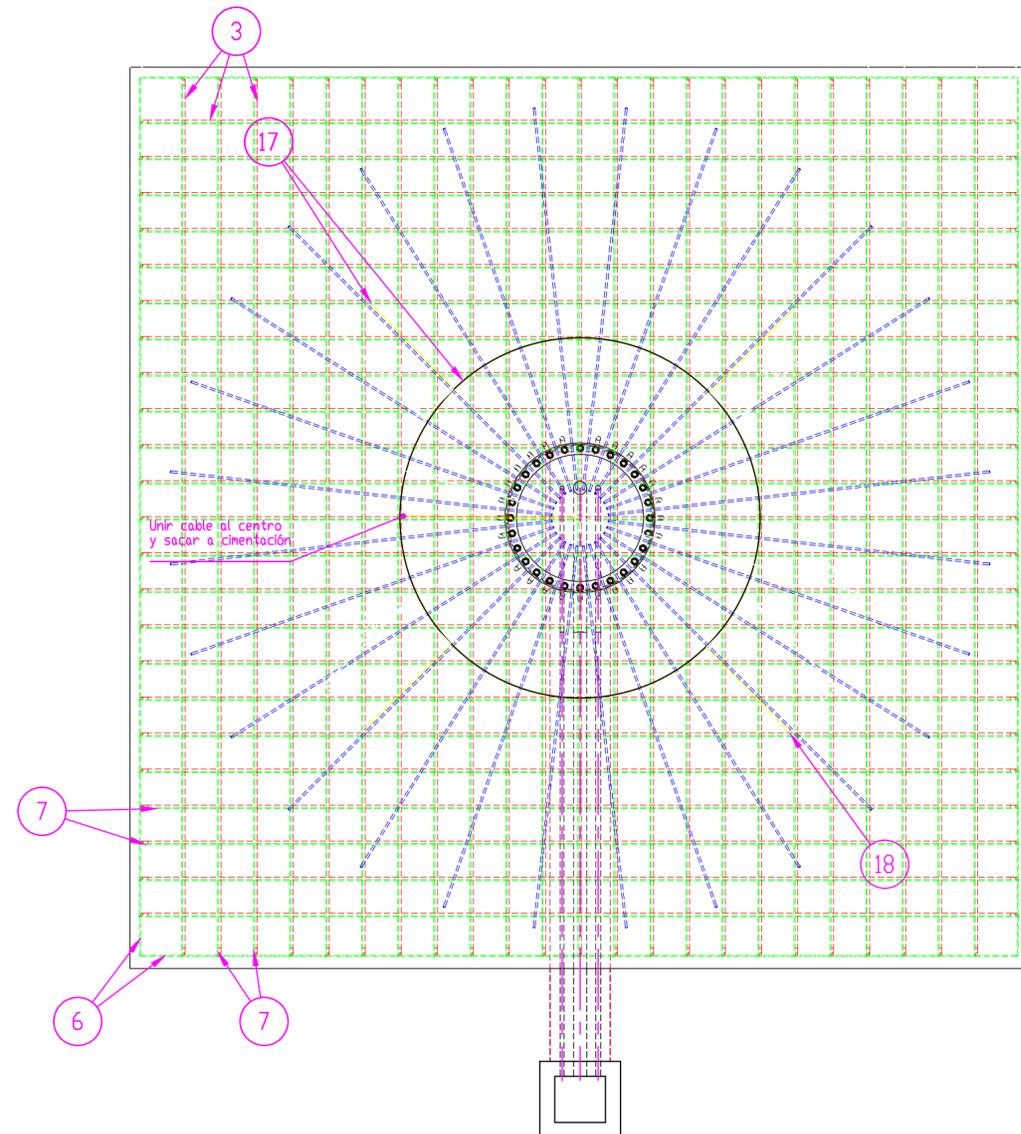
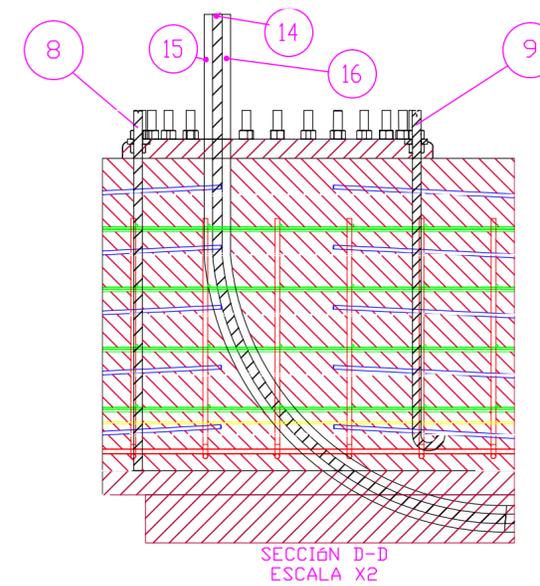
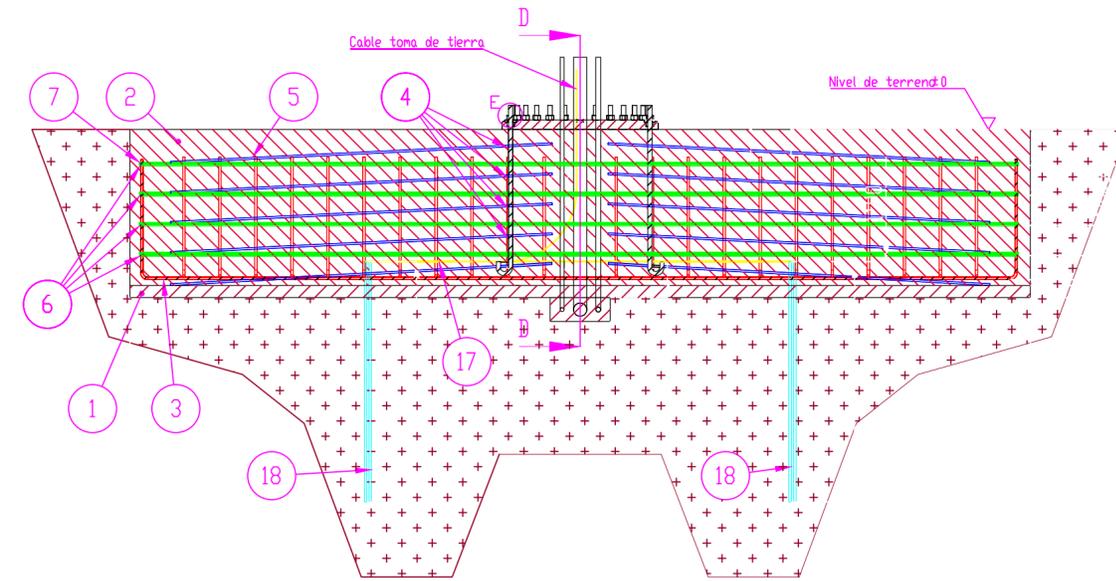


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE          INGENIERIA ELECTRICA          Y ELECTRONICA</b>
	PROYECTO: <b>LAGERWEY 18/80 (30 m)</b>	REALIZADO: <b>Irigoyen Fresneda, Jon</b>
PLANO: <b>ACCESO A PLATAFORMA DE MONTAJE</b>	FIRMA:	FECHA: <b>17/12/13</b>
		ESCALA: <b>1/500</b>
		Nº PLANO: <b>5</b>

**ZAPATA DE HORMIGÓN ARMADO, PARA AEROGENERADOR 80 KW**

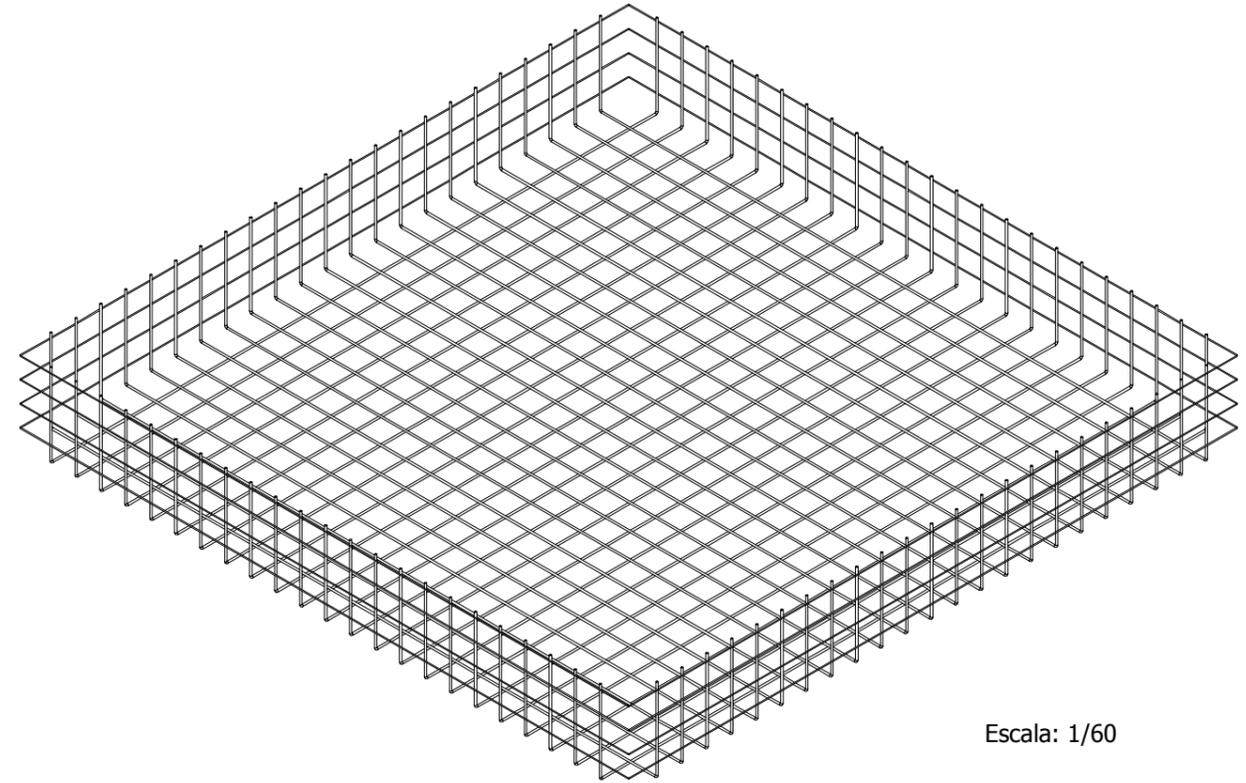
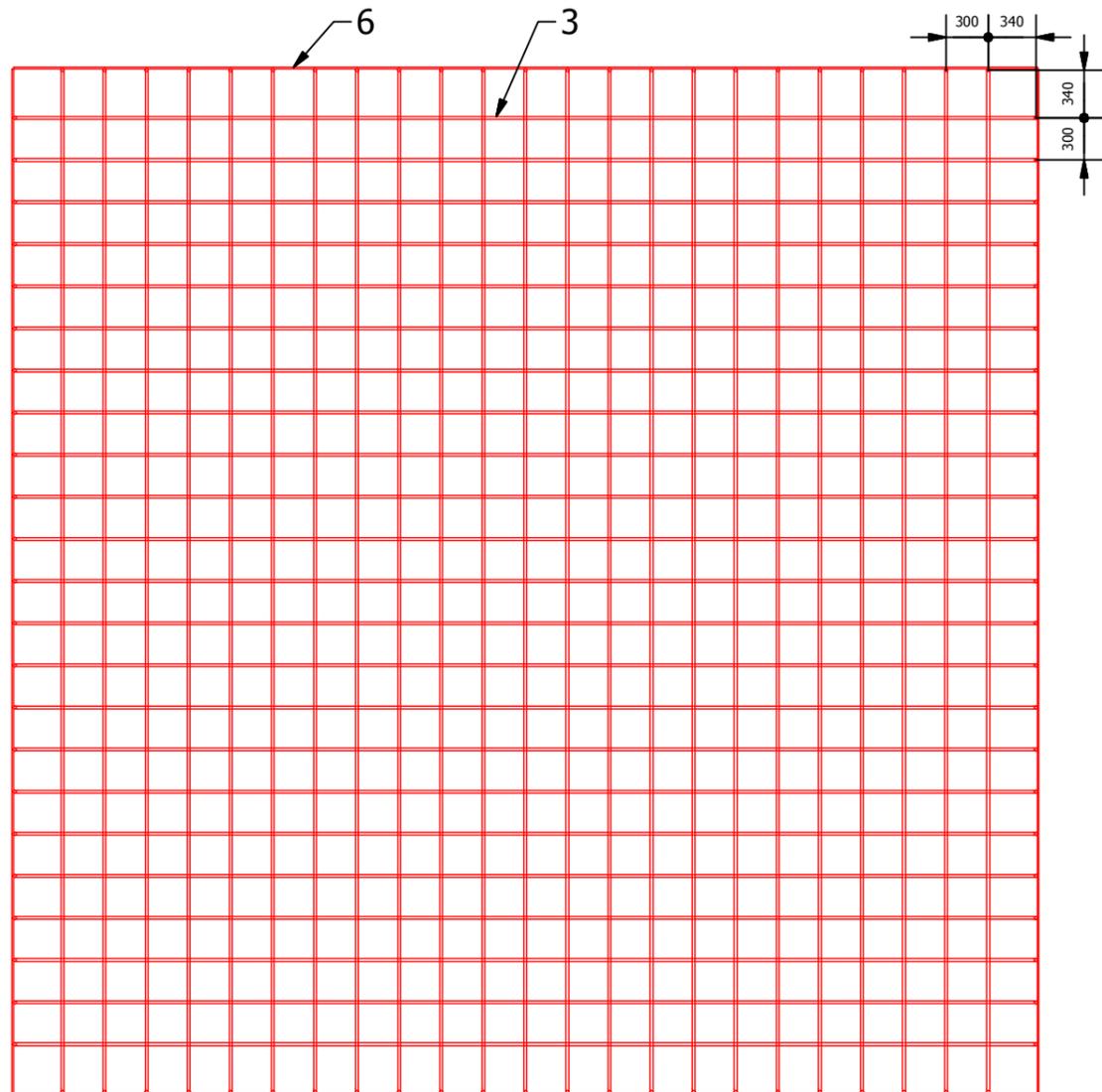
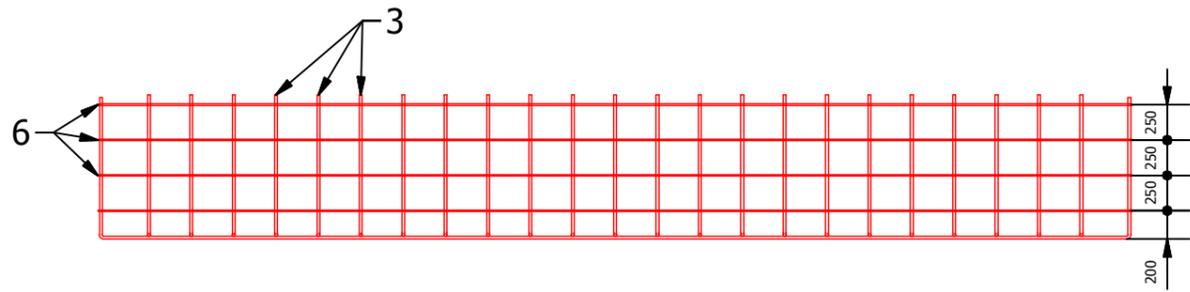
Secuencia de operaciones:

- 1.-EXCAVACIÓN:**  
Se efectuará con una profundidad de 1400 mm dejando el fondo perfectamente nivelado, limpio y compactado. Sus paredes quedarán verticales y firmes.
- 2.-CONDUCCIONES:**  
Para la salida y entrada de cables al aerogenerador, se realizará una zanja de 200 mm de profundidad y 500 mm de ancho, donde se ubicarán: un tubo corrugado de PVC de  $\varnothing 110$  mm para paso de cables, un tubo apantallado de  $\varnothing 32$  mm para el paso de cables de comunicaciones y uno para auxiliares de  $\varnothing 40$  mm.
- 3.-HORMIGÓN DE LIMPIEZA:**  
Se verterá sobre el fondo de la excavación una capa uniforme de hormigón armado de calidad mínima HM-10 ( Resistencia mínima de  $10 \text{ N/mm}^2$  ) y 100 mm de espesor medio. La zanja se rellenará con el mismo hormigón de manera que los tubos queden totalmente embebidos con el hormigón.
- 4.-ARMADURAS:**  
La armadura de la base cuadrada de  $7500 \times 7500$  mm se compone de:  
 -Malla inferior de  $300 \times 300$  mm compuesta por varilla de  $\varnothing 20$  mm con  $L=9300$  mm con las puntas de  $L=1000$  mm, dobladas hacia arriba.  
 -4 Aros de varilla de  $\varnothing 10$  mm formando un cuadrado alrededor de la armadura anterior.  
 -5 Aros de varilla  $\varnothing 10$  mm curvados en  $\varnothing 1220$  mm, situados en el centro de la zapata a la altura indicada en el plano.  
 -4 Mallas de  $300 \times 300$  compuesta por varilla de  $\varnothing 10$  mm con  $L=7320$  mm.  
 -Varillas radiales de  $\varnothing 16$  mm y  $L=3200$  mm que salen radialmente del centro de la zapata. Estas varillas van apoyadas como se puede observar en el plano tanto en los aros centrales como en las mallas de  $300 \times 300$   
 Puntear los mallazos entre sí, en los puntos de contacto ( donde sea posible)
- 5.-NIVELACIÓN DE ANCLAJE:**  
Cuando el hormigón de base pueda pisarse, se comprobará que la brida permanece nivelada, y en caso contrario se nivelará con las tuercas metálicas y plásticas, asegurándose que quede horizontal y comprobando que la varilla roscada M-36 asoma 120mm aproximadamente. El espacio entre la brida de nivelación y el hormigón se rellenará con un mortero autonivelante con una Resistencia mínima de  $350 \text{ kg/cm}^2$  (  $35 \text{ N/mm}^2$  ) de aplicación para exteriores.
- 6.-HORMIGONADO:**  
Se llevará a cabo en una fase. Se cubrirá la excavación de  $7500 \times 7500 \times 1300$  mm dejando cubierta la armadura de éste y parcialmente las garrotas roscadas. El hormigonado se llevará a cabo con hormigón HA-25/P/20/IIa ( Resistencia mínima de  $25 \text{ N/mm}^2$  ) , fabricado con árido rodado de 20 mm de tamaño máximo.
- 7.-TOMA DE TIERRA:**  
En un diámetro de 3000 mm y una profundidad de 500mm, tender de manera circular un cable desnudo de cobre de sección de  $50 \text{ mm}^2$ . A una distancia de 1000 mm del círculo colocar 4 picas enterradas. Unir estas picas al círculo por medio de cable de las mismas características. Llevar un cable del círculo a la virola y luego continuarlo hasta salir por la parte superior de la cimentación.
- 8.-POSICIONAMIENTO GARROTAS M36**  
Se monta el conjunto formado por la brida de nivelación, las 3 varillas roscadas de M36 y  $L=1500$  mm, que harán de patas y las 25 garrotas M36  $L=1420$  mm.  
Las varillas y garrotas M36 se sujetan a la brida de nivelación con una tuerca de plástico por debajo y una tuerca metálica por arriba. Esta brida debe quedar perfectamente nivelada con las tres varillas roscadas de M36. Muy importante respetar la medida de final de rosca a brida acotada en el plano.  
Se coloca sobre el hormigón de limpieza, en el centro de la zapata, apoyado sobre las tres varillas roscadas el conjunto de la brida, las 25 garrotas y se hormigona hasta la altura indicada y se deja secar.  
Por último se rellena la brida de nivelación con mortero de nivelación como indica el plano.  
A la hora de montar la torre sobre la cimentación, se soltarán las 28 tuercas metálicas, para poder montar la torre y se volverán a utilizar para la torre junto a una arandela de M36.
- 9.-TIEMPO DE FRAGUADO DEL HORMIGÓN:** 28 días.

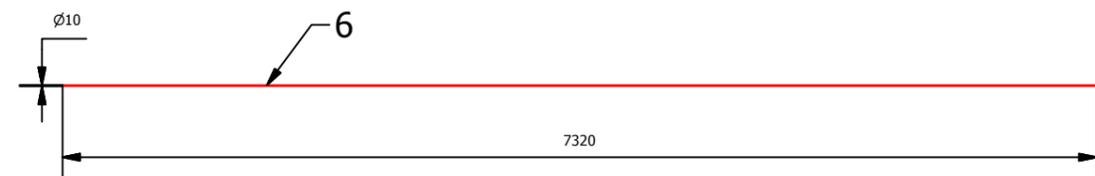
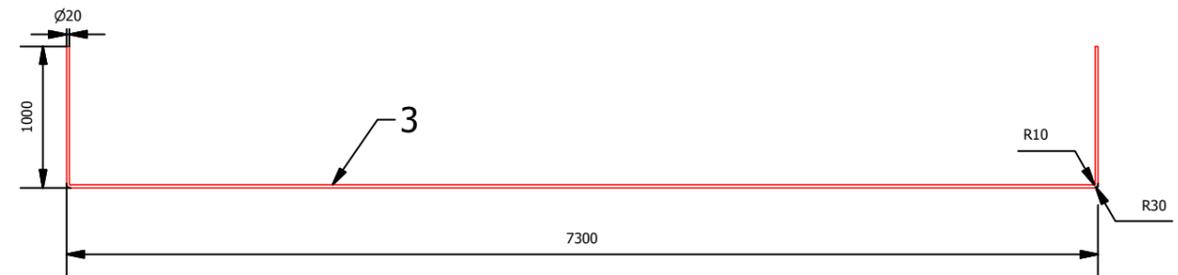


18	Picas de acero cobreado L=2000 mm $\varnothing$ 20mm	-	4
17	Cable desnudo de cobre de sección $50 \text{ mm}^2$	-	-
16	Tubo de auxiliares $\varnothing$ 40 mm	-	1
15	Tubo metálico paso cables comunicación $\varnothing$ 32 mm	-	1
14	Tubo PVC paso cables $\varnothing$ 110mm	-	1
13	Mortero de nivelación (Autonivelante-Resistencia $>350 \text{ kg/cm}^2$ )	-	$0.1 \text{ m}^3$
12	Tuerca M36 DIN 934	COMERCIAL	28
11	Tuerca M36 DIN 934 PLÁSTICO	COMERCIAL	28
10	Brida nivelación	XX-X-XXX-01	1
9	Garrota roscada M36 L=1420 mm	XX-X-XXX-02	25
8	Varilla roscada M36 L=1500 mm	XX-X-XXX-03	3
7	Varilla corrugada $\varnothing$ 10 mm L=7320 mm	B-400S	184
6	Varilla corrugada $\varnothing$ 10 mm L=7320 mm (aro cuadrado)	B-400S	16
5	Varilla corrugada $\varnothing$ 16 mm L=3200mm	B-400S	140
4	Varilla corrugada $\varnothing$ 10mm curvada $\varnothing$ 1230mm	B-400S	4
3	Varilla corrugada $\varnothing$ 20 mm con puntas curvadas	B-400S	46
2	Hormigón HA-25/P/20/IIa	-	$73.13 \text{ m}^3$
1	Hormigón de limpieza HM-10	-	$5.625 \text{ m}^3$
Zapata $7500 \times 7500 \times 1400$ mm		AN-A-002	
Marca	Denominación	Calidad/Plano	Cantidad

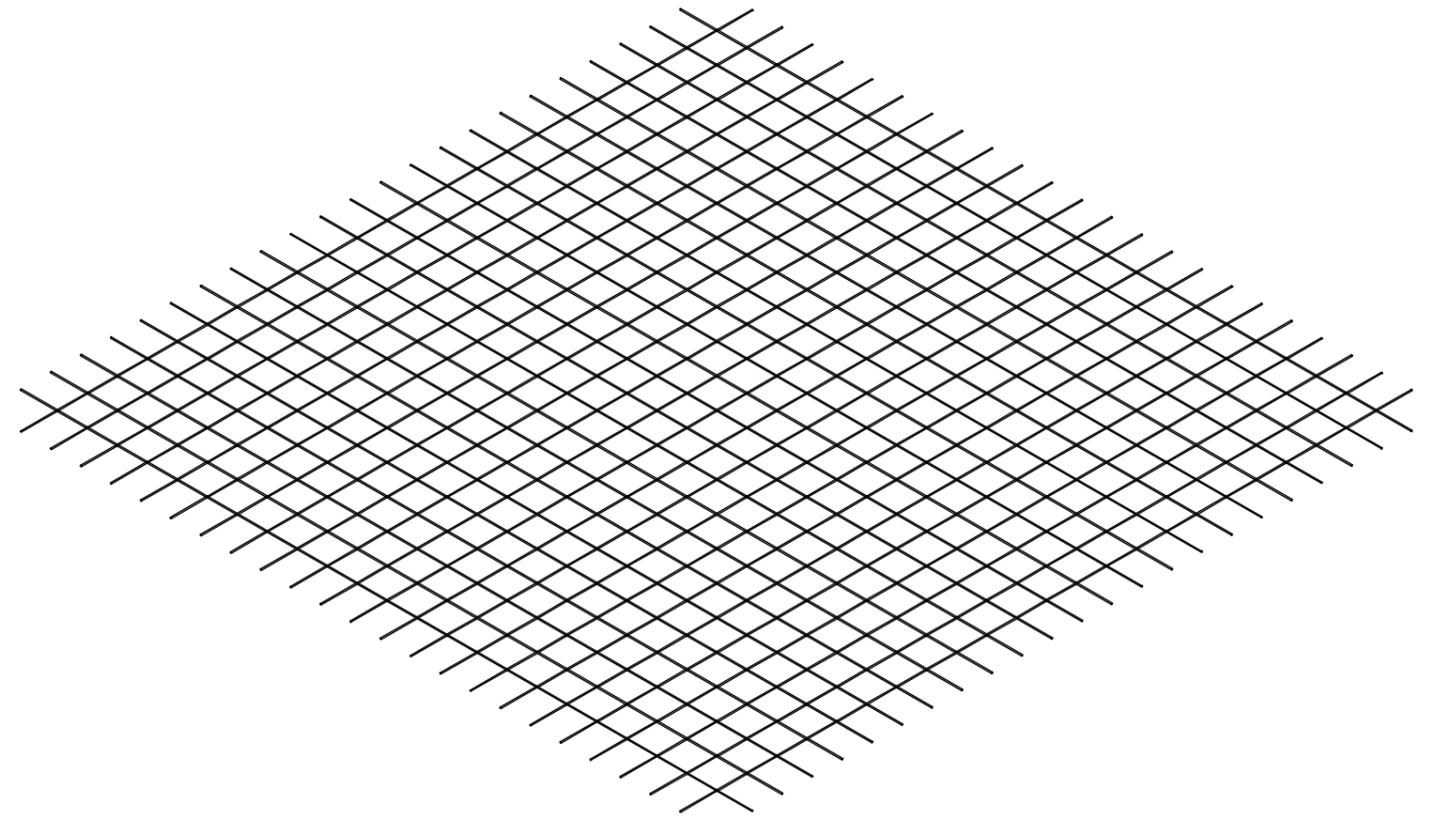
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
		REALIZADO: Irigoyen Fresneda, JON
PROYECTO: <b>LAGERWEY 18/80</b>		FIRMA:
PLANO: <b>PLANO DE OBRA</b>	FECHA: <b>17/12/13</b>	ESCALA: <b>1/40</b>
		Nº PLANO: <b>2</b>



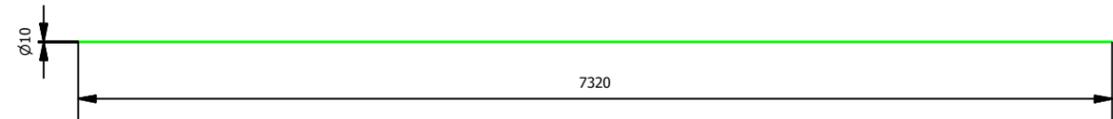
Escala: 1/60



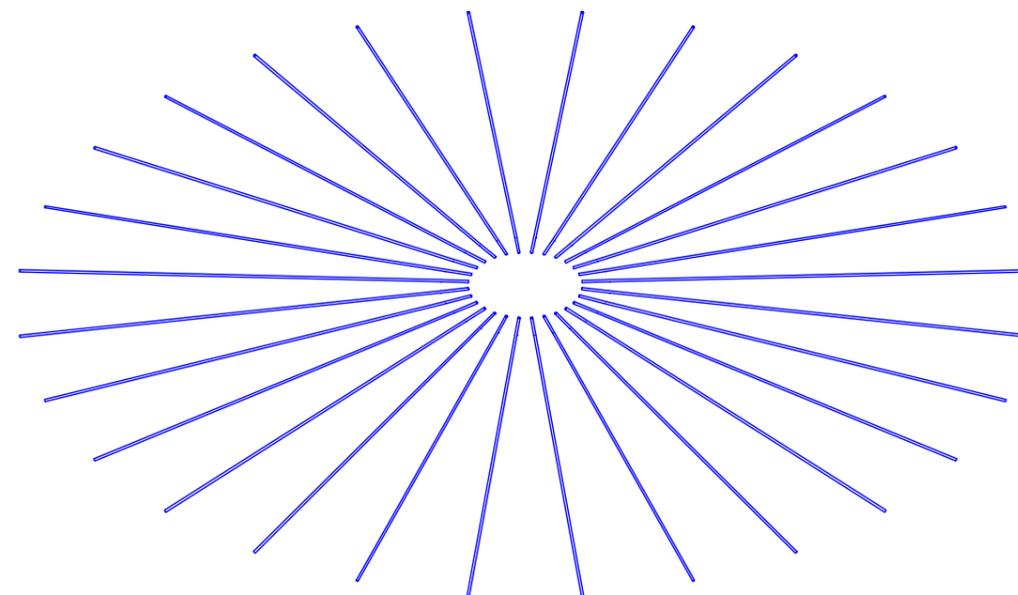
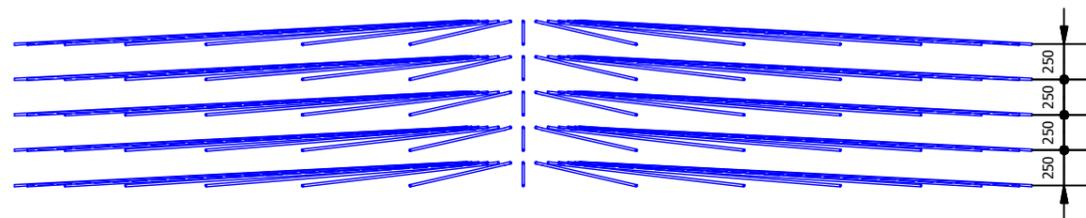
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>		
	PROYECTO: <b>LAGERWEY 18/80</b>	REALIZADO: <b>IRIGOYEN FRESNEDA, JON</b>		
PLANO: <b>HARMADURA BASE (3 y 6)</b>	FIRMA:	FECHA: 17/12/2013	ESCALA: 1/50	Nº PLANO: 4



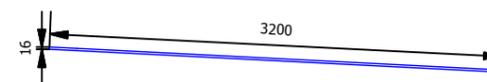
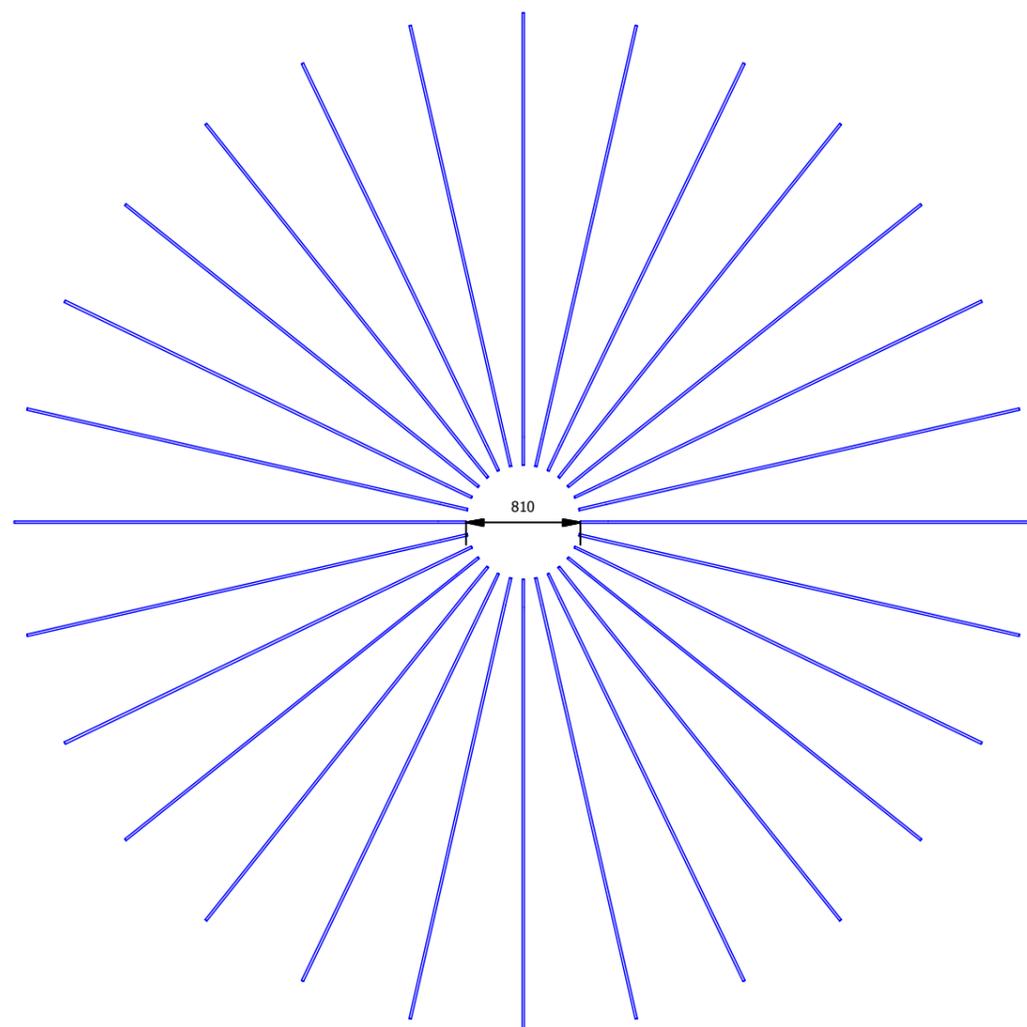
- 4 mallas de 300x300 compuesta por varilla de  $\varnothing 10$  mm y L=7320 mm



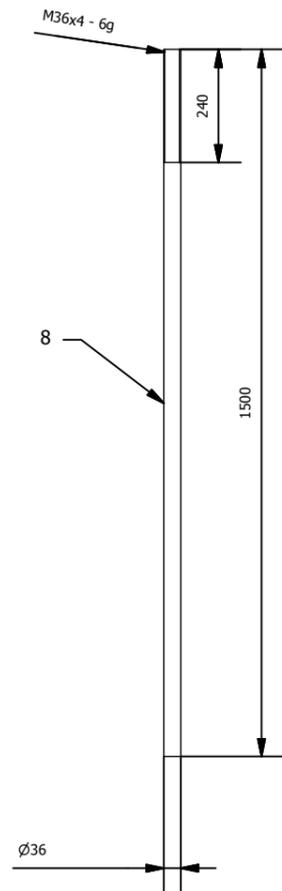
	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>		
	PROYECTO: <b>LAGERWEY 18/80</b>		REALIZADO: <b>IRIGOYEN FRESNEDA, JON</b>		
PLANO: <b>Harmadura interior (4 mallas 300x300)</b>		FIRMA:	FECHA: 17/12/2013	ESCALA: 1/50	Nº PLANO: 5



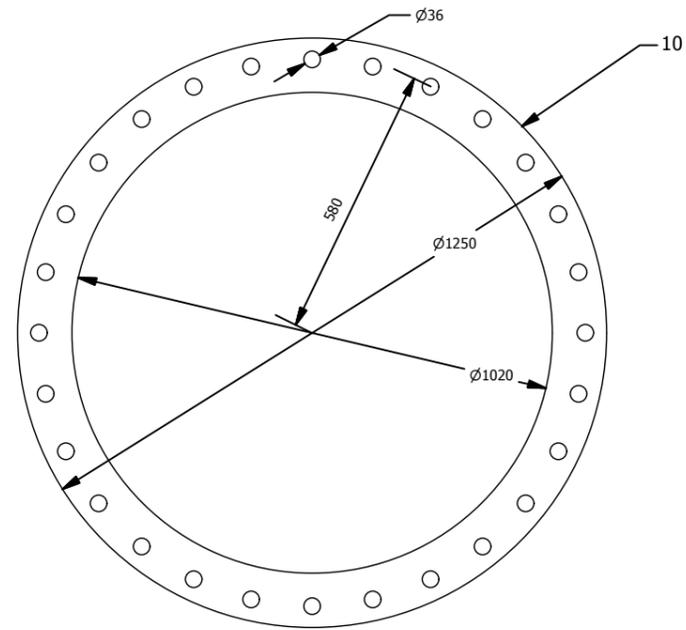
- 5 estructuras compuestas por varilla de  $\varnothing 16$  mm y L=3200 mm



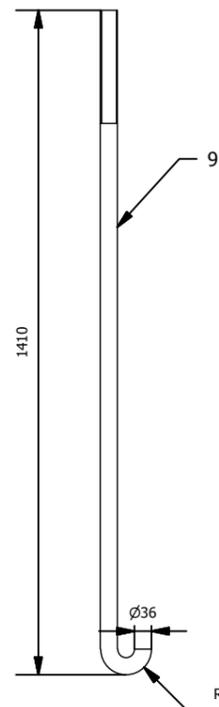
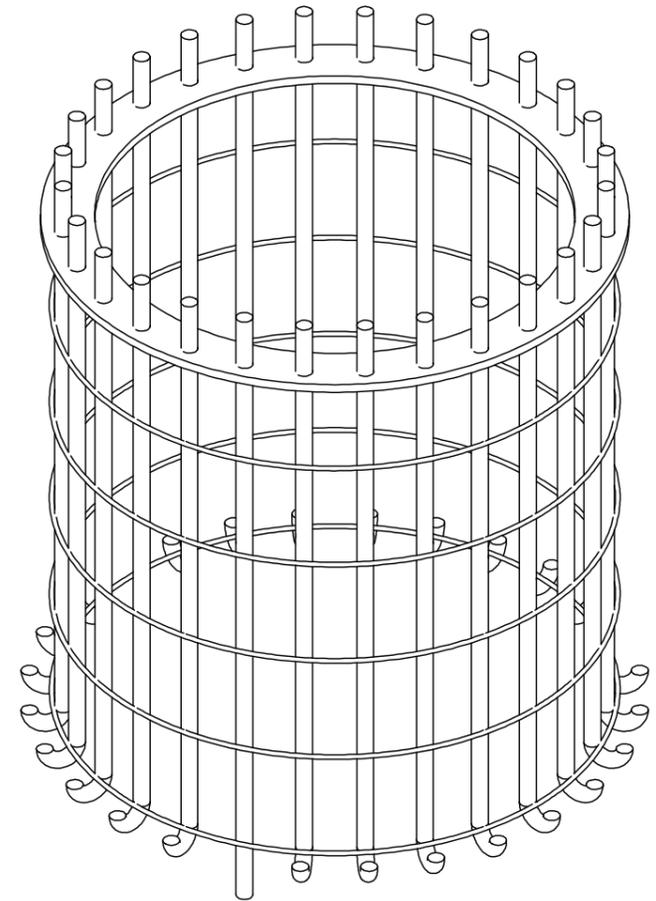
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>	
	<b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.</b>	REALIZADO: <b>IRIGOYEN FRESNEDA, JON</b>	
PROYECTO: <b>LAGERWEY 18/80</b>		FIRMA:	
PLANO: <b>Harmadura interior (Estructura circular)</b>	FECHA: 17/12/2013	ESCALA: 1/50	Nº PLANO: 6



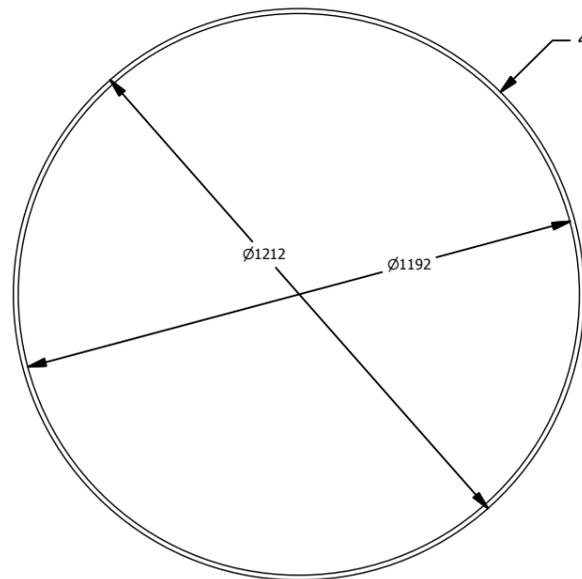
Varilla roscada M36 (3 unidades)



Brida de nivelación

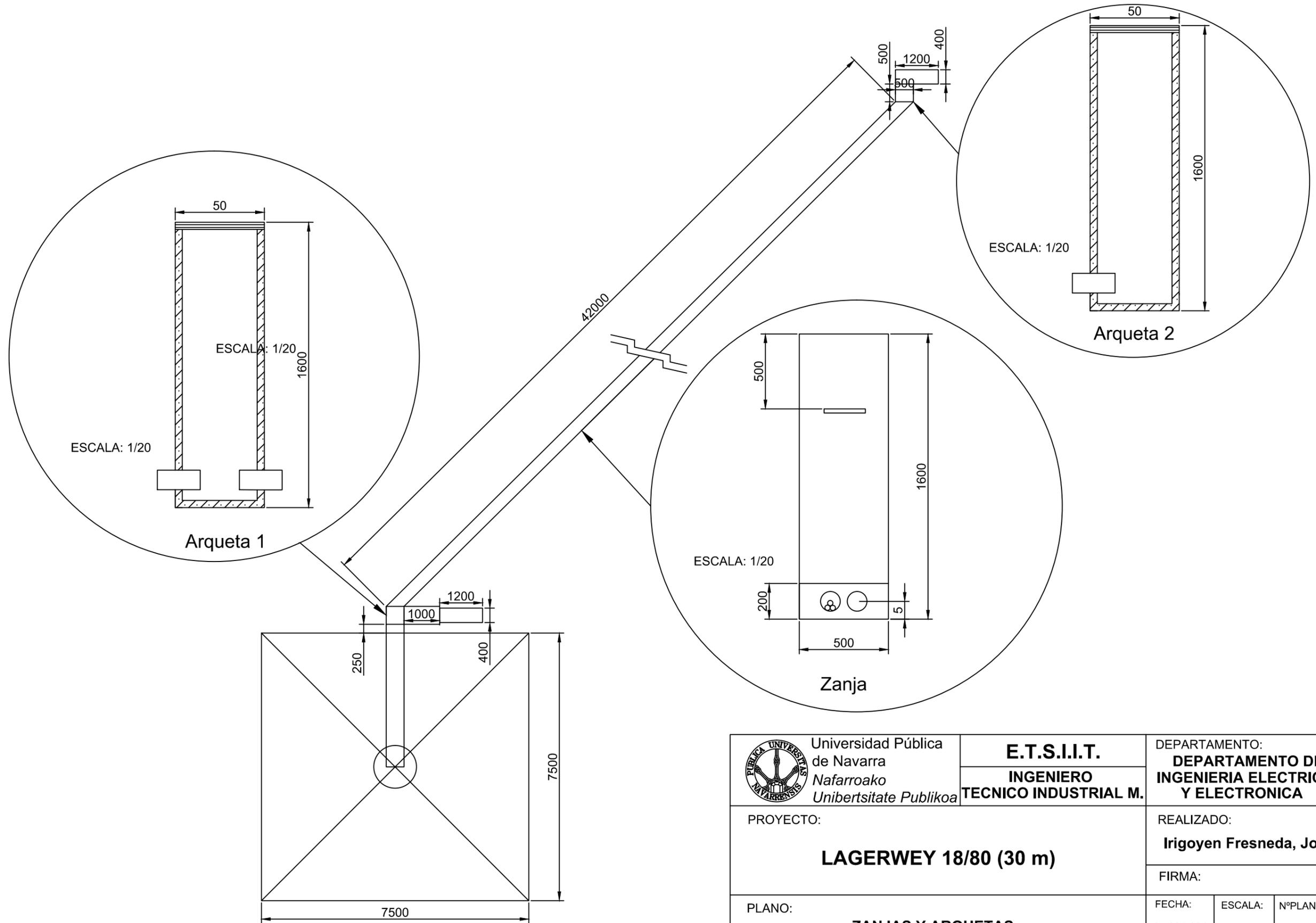


GARROTA ROSCADA M36

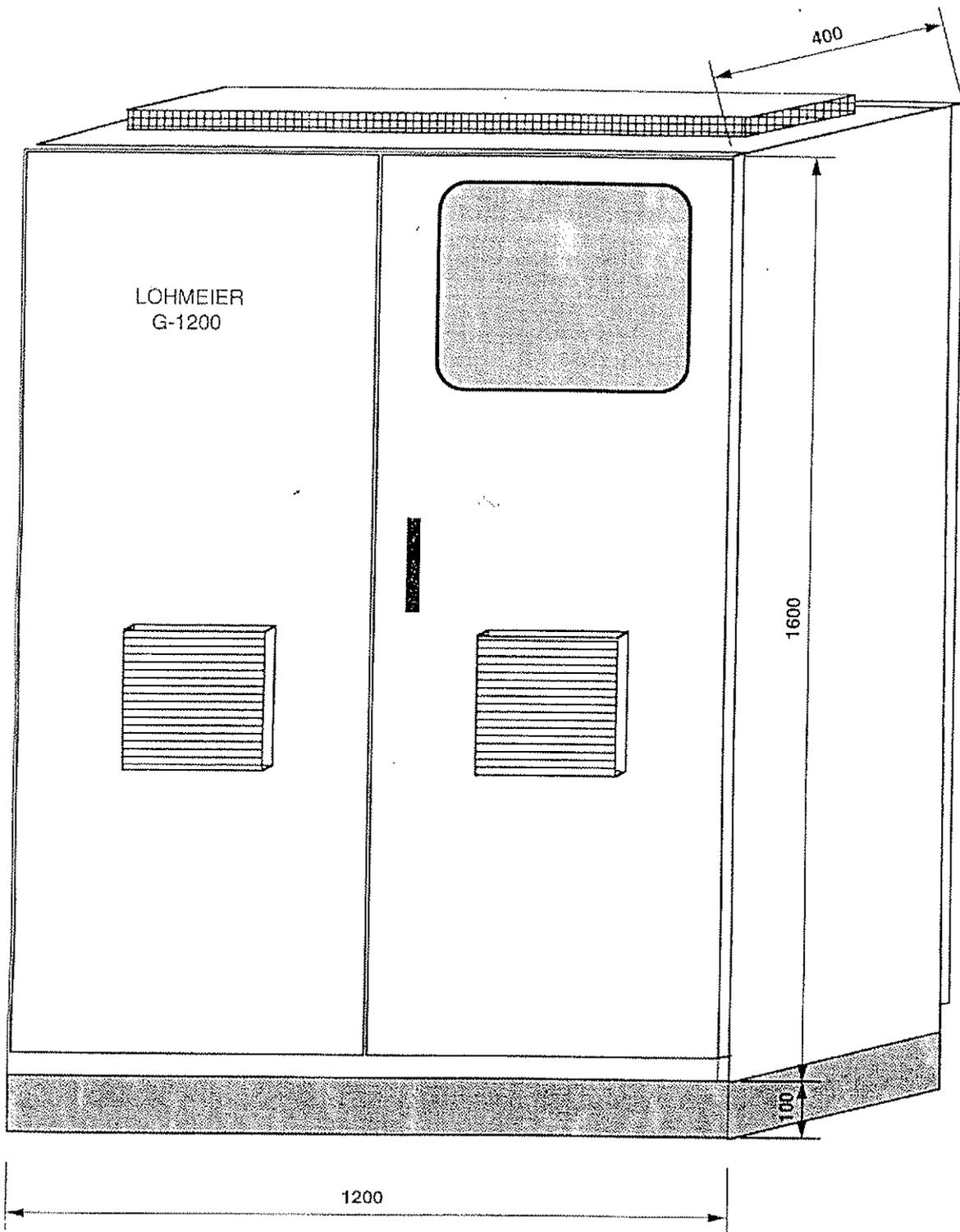


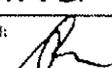
Varilla corrugada roscada

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>	
	<b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.</b>	REALIZADO: <b>IRIGOYEN FRESNEDA, JON</b>	
PROYECTO: <b>LAGERWEY 18/80</b>		FIRMA:	
PLANO: <b>ANCLAJE</b>	FECHA: 17/12/2013	ESCALA: 1/15	Nº PLANO: 3

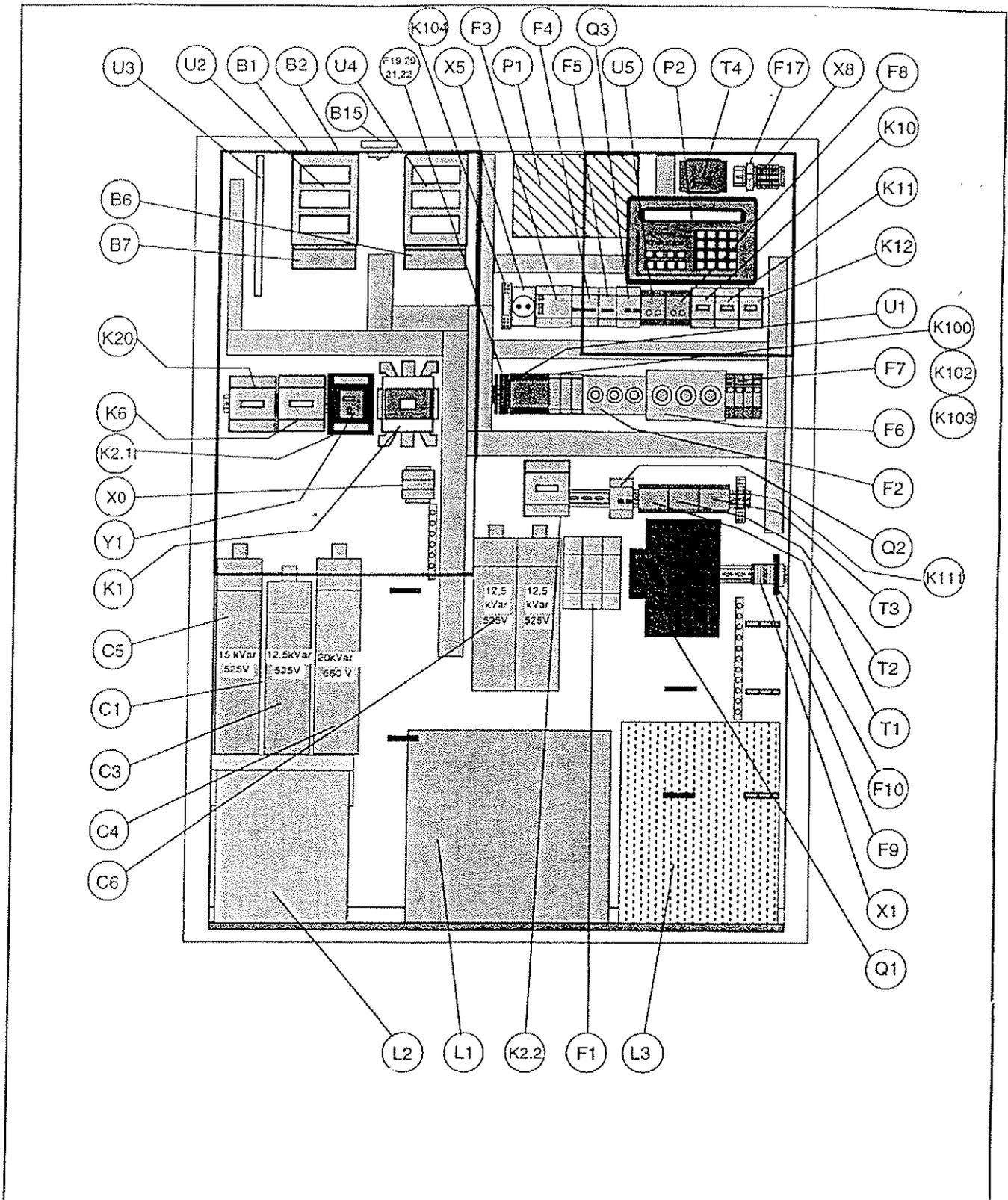


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>	
	<b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.</b>	REALIZADO: <b>Irigoyen Fresneda, Jon</b>	
PROYECTO: <b>LAGERWEY 18/80 (30 m)</b>	FIRMA:		FECHA: <b>17/12/13</b>
PLANO: <b>ZANJAS Y ARQUETAS</b>	ESCALA: <b>1/500</b>	NºPLANO: <b>7</b>	



	Eurp. proj. 	Benaming : <b>FRONTVIEW CONTROLHOUSING</b>	Ref.: <b>NEN - ISO 9001-4.5</b>
	<b>LAGERWEY WINDTURBINE BV</b> Hanzeweg 31 3771 NG Barneveld Tel.: 0342-422724 / Fax : 0342-422861	Opsteller: <i>K.W.</i> 	Gekontrolleerd: <i>J.R.</i> 
Nummer: <b>E- ED-2061c</b>		Blad : <i>...van...1...</i>	Datum: <b>4-10-91</b>
		Wijz.: <b>b : 07-10-92</b> <b>c : 04-01-94</b>	

© Copyright Lagerwey Windturbine



	Benaming : <b>GEOGRAPHY OF CONTROLHOUSING</b>	+ WATCH DOG RELAY	Ref.: <b>NEN - ISO 9001-4.5</b>
--	---	-------------------	---------------------------------

	<b>LAGERWEY WINDTURBINE BV</b> Posibus 279 3770 AG Barneveld Tel.: 0342-422724 / Fax: 0342-422861	Opsteller: <i>K.W.</i> Nummer: <b>E-ED-2248 80kW</b>	Gecontroleerd: <i>[Signature]</i>	Beheerder:
	Blad : <b>1 van 1</b>	Datum: <b>01-05-95</b>	Wijz.:	

© Copyright Lagerwey Windturbine



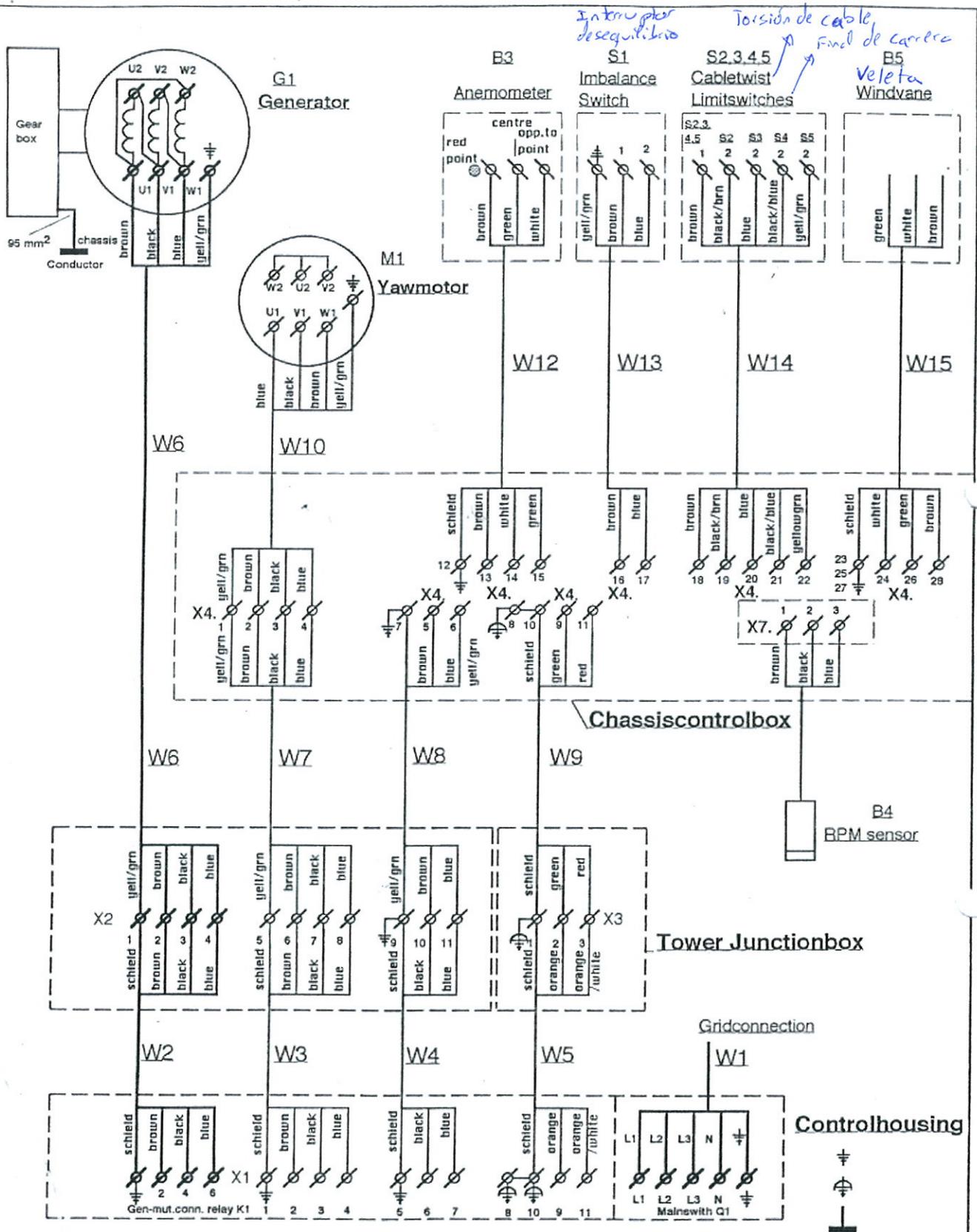
DESCRIPTION COMPONENTS

Name	Description	Partnumber
K1	Generator- Mutator Connection-relay	E2410
K2.1	Filter Capacitor-relay 1	E2380
K2.2	Filter Capacitor-relay 2	E2381
K6	Capacitor Relay for Delta-Low Generator	E2380
K10	Generator- Yawmotor Connection Relay	E2395,E2420
K11	Yawmotor Turn Left Relay	E2395,E2420
K12	Yawmotor Turn Right Relay	E2395,E2420
K20	Filter Capacitor-relay 3	E2403
K100	Watch-dog pulse relay	E3800
K102	Watch-dog switch off relay	E3805
K103	Watch-dog switch on relay	E3810
K104	help relay mutator-printed circuit board	E3820,E3821
L1	Filtercoil	E1631
L2	Commutationcoil	E1621
L3	Directcurrent Coil	E1640
L4	Filtercoil	E1632 
L5	Filtercoil	E1633 
L6	Filtercoil	E1634 
M1	Yawmotor	
P1	PLC in Controlhousing	E2330,E2340
P2	Controlpanel in Controlhousing	E2335,E2340
P3	PLC in Chassiscontrolbox	E2325
Q1	Mainswitch at Controlhousing	E0635,E0636
Q2	Fusescontrol-switch	E2438,E2439
Q3	Yawmotor Protection Switch	E2437
R1	Resistor 1kΩ kWh-Measuring Watt Transducer	E2470
R2	Resistor 500Ω Powermeasuring Watt Transducer	E2460
R3	Resistor 1kΩ for Anemometer	E2470

 Eurp. prof. 	Benaming : <b>ELECTRICAL DIAGRAM LW 18 / 80</b>	Opties:	3
			4 Filter
		1	5
		2	
 <b>LAGERWEY WINDTURBINE BV</b> Hanzeweg 31 3771 NG Barneveld Tel.: 0342 422724 / Fax : 0342 422861	Opsteller: K.W. <i>[Signature]</i>	Gekontroleerd: <i>[Signature]</i>	Beheerder:
	Referentie: <b>NEN - ISO 9001-4.5</b>		
Nummer: <b>E- ES - 2116</b>	Blad : <b>-4 e</b>	Datum: <b>12-01-93</b>	Wijz.:
			b : 05-01-94
			c : 11-07-94
			d : 24-10-94
			e : 30-12-94

© Copyright Lagerwey Windturbine B.V.





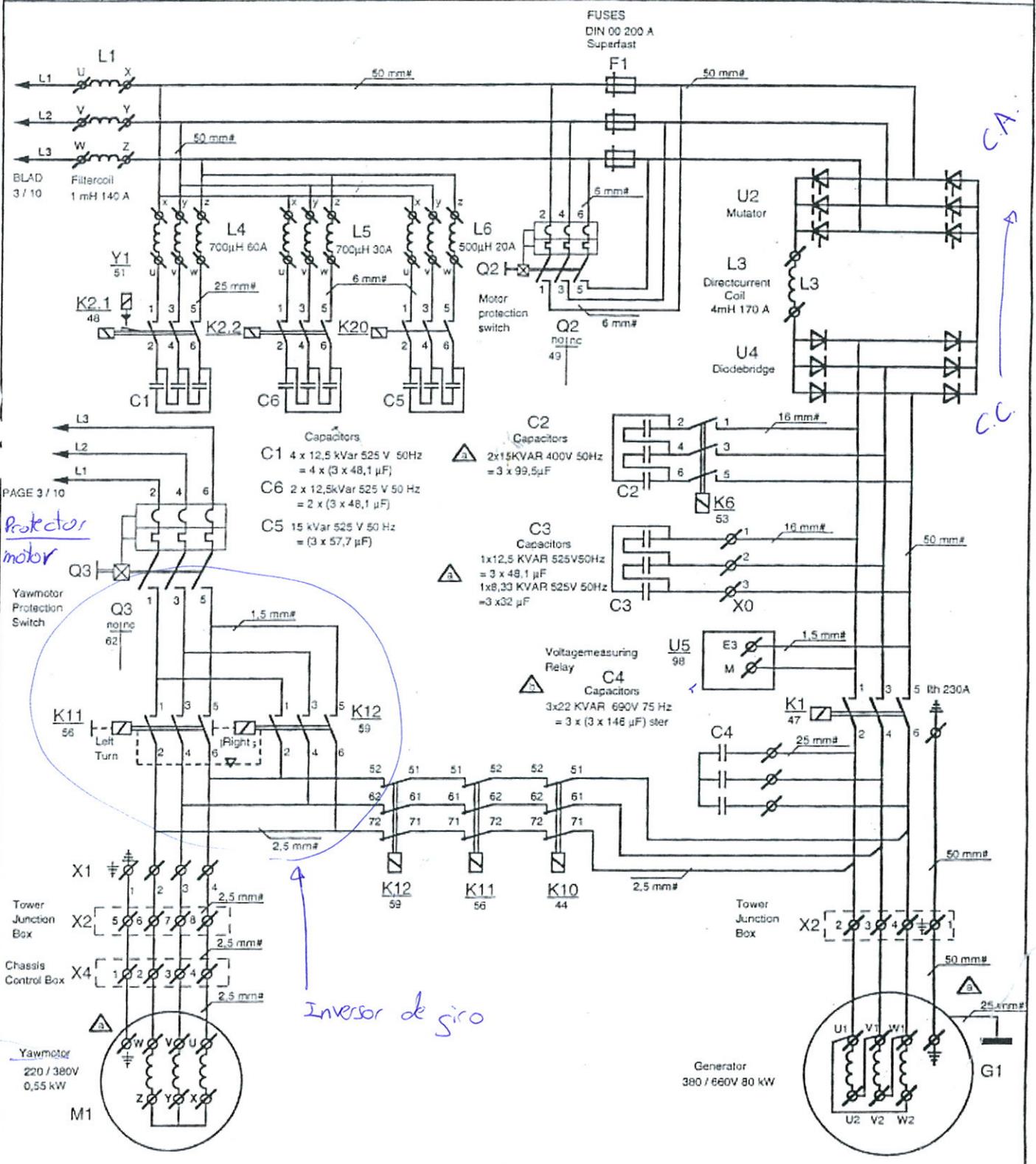
 <b>LAGERWEY WINDTURBINE BV</b> Hanzeweg 31 3771 NG Barneveld Tel.: 0342-422724 / Fax : 0342-422861	Eurp. proj.  Benaming : <b>CONNECTIONS DIAGRAM LW 50/75/80</b>	Ref.: <b>NEN - ISO 9001-4.5</b>
	Opsteller: <i>K.W.</i> Nummer: <b>E-EA - 2090c</b>	Gekontrolleerd: <i>J.R.</i> Blad : <b>.1. van .1.</b>

© Copyright Lagerwey Windturbine



CONTROLHOUSING / TOWERJUNCTIONBOX / CHASSISCONTROLBOX / CHASSIS

YAWMOTOR MAINSFILTER SUCTIONFILTER FUSECONTROL-SWITCH CAPACITORS MUTATOR / DIODEBRIDGE / GENERATOR



C.A. →  
C.C. ←  
Puente de diodos para rectificac

I } Protector motor

Inversor de giro

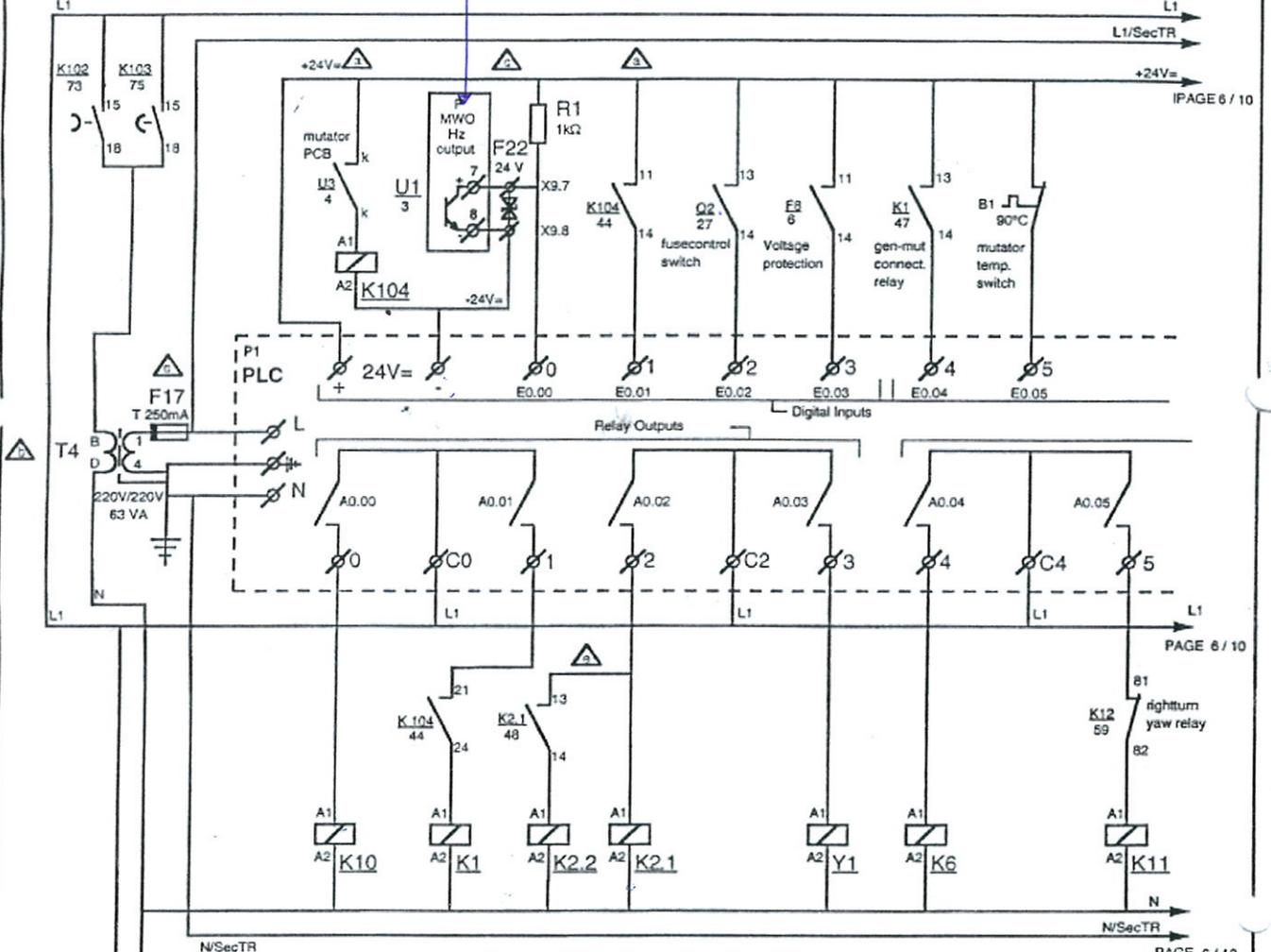
<p>LAGERWEY WINDTURBINE BV Hanzeweg 31 3771 NG Barneveld Tel.: 0342 422724 / Fax : 0342 422861</p>	<p>Benaming : <b>ELECTRICAL DIAGRAM LW 18 / 80</b></p>	<p>Opsteller: <i>K.W.</i></p>	<p>Gekontrolleerd: <i>WJ</i></p>	<p>Beheerder:</p>	<p>Ref.: <b>NEIN - ISO 9001-4.5</b></p>
	<p>Opst. 1: 3 Opst. 2: 4 Filter Opst. 3: 5</p>	<p>Nummer: <b>E- ES - 2116</b></p>	<p>Blad : <b>-4 e</b></p>	<p>Datum: <b>12-01-93</b></p>	<p>Wijz.: b: 05-01-94 c: 11-07-94 d: 24-10-94 e: 30-12-94</p>

SUPPLY 220V CONTROLHOUSING PLC P1- IN and OUTPUTS

INPUTS: 24 V SUPPLY KWH MEASURING MUTATOR FUSE AND MAINS CONTROL GEN.-MUT.CONN. MUTATORTEMPERATURE CONTR.

OUTPUTS: GEN.-YAWMOT.CONN. GEN.-MUT.CONN. FILTERCAP.(DIS)CONNECTION DELTA-CAP.-low YAWING LEFT-TURN

*Alimente a 24V para mantener la salida al encendido.*



Generator-Yawmotor Connection Relay	Generator-Mutator Couplingrelay	Filter Capacitor Relay 1	Filter Capacitor Relay 2	Disconnecting Coil on K2	Delta Capacitor Relay - low	Left turn Yaw relay
<u>K104</u>	<u>K10</u>	<u>K1</u>	<u>K2.2</u>	<u>K2.1</u>	<u>Y1</u>	<u>K6</u>
no   nc	no   nc	no   nc	no   nc	no   nc	no   nc	no   nc
47   -	-   30	35   -	25   -	22   -	33   -	22   28
48   -	-   30	36   -	25   -	23   -	33   -	23   28
-   -	-   30	36   -	26   23	23   -	33   -	23   28
-   -	-   -	53   -	60   47	-   -	-   -	-   59

Eurp. proj. Benaming: **ELECTRICAL DIAGRAM LW 18 / 80**

**LAGERWEY WINDTURBINE BV**  
 Hanzeweg 31  
 3771 NG Barneveld  
 Tel.: 0342 422724 / Fax : 0342 422861

Opsteller: K.W. *ld* Gekontroleerd: *wj* Beheerder: Ref.: **NEN - ISO 9001-4.5**

Nummer: E- ES - 2116 -4 e Blad: 6 of 11 Datum: 12-01-93 Wijz.: b: 05-01-94 c: 11-07-94 d: 24-10-94 e: 30-12-94

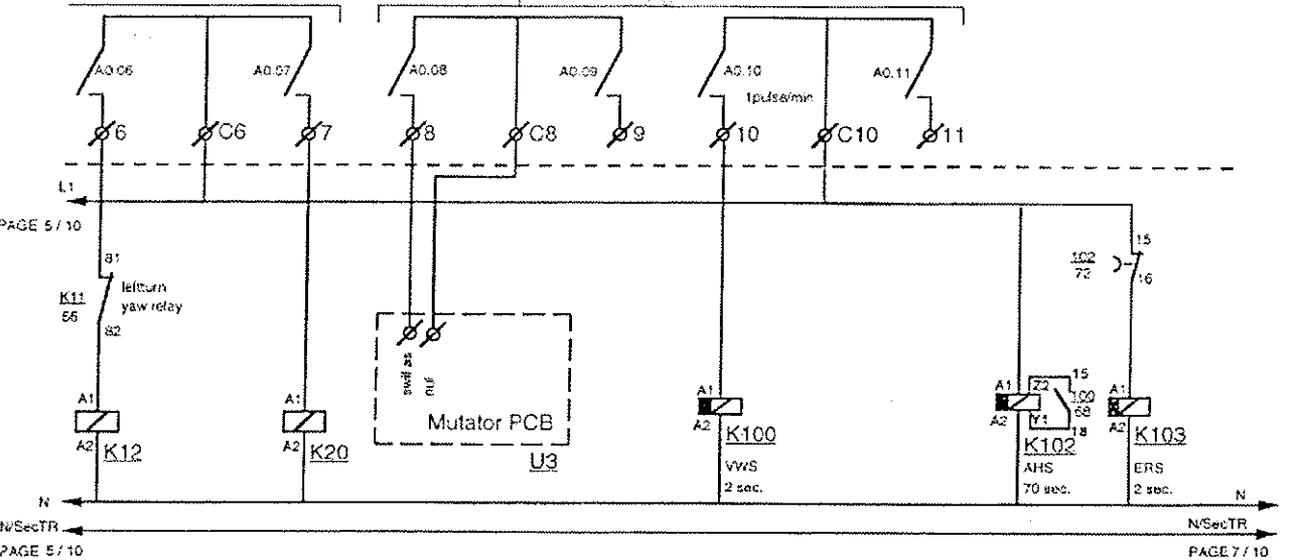
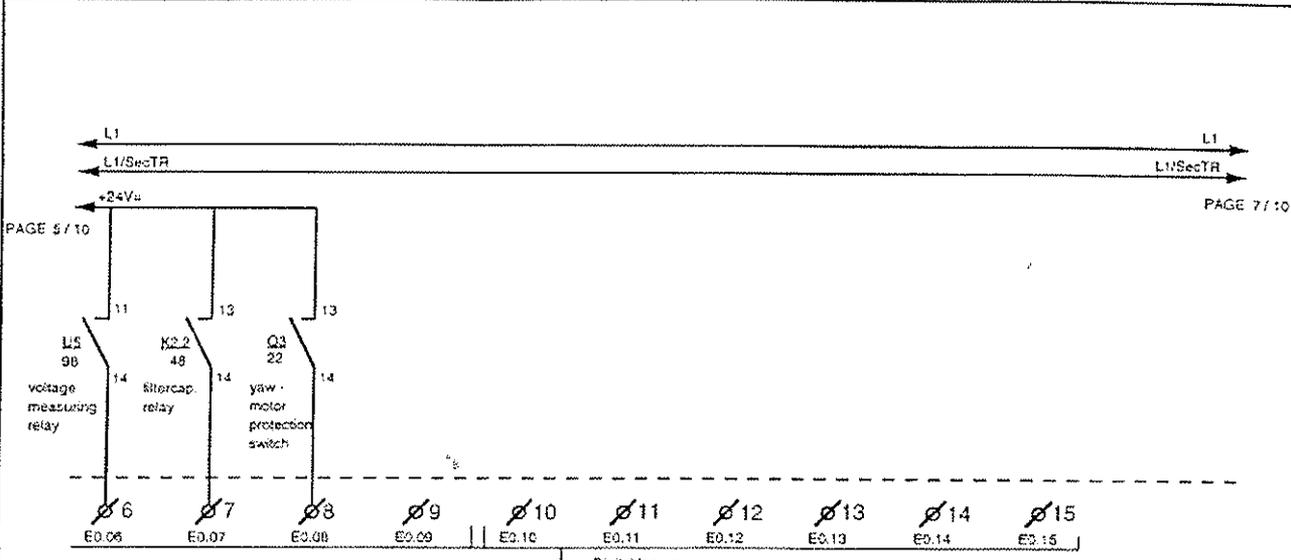


CONTROLHOUSING PLC P1- IN and OUTPUTS

GEN.VOLTAGE MEAS. FILTER IN

YAWING RIGHT-TURN

WATCH DOG



Right turn Yaw relay <b>K12</b>	Filter Capacitor Relay 3 <b>K20</b>	One shot switch relay <b>K100</b>	Watch-dog switch off supply	Watch-dog switch on supply
no   nc	no   nc	no   nc	no   nc	no   nc
25   27	27   .	73   .	42   74	43   .
25   27	28   .	.   .	.   .	.   .
26   27	28   .	.   .	.   .	.   .
.   55	.   .	.   .	.   .	.   .

Eurp. proj.	Benaming : <b>ELECTRICAL DIAGRAM LW 18 / 80</b>	Opties: 3 1 Filter 5
LAGERWEY WINDTURBINE BV Hanzeweg 31 3771 NG Bameveld Tel.: 0342 422724 / Fax : 0342 422861	Opsteller: <i>K.W.</i> Gekontroleerd: <i>W.P.</i> Beheerder:	Ref.: <b>NEN - ISO 9001-4.5</b>
Nummer: <b>E- ES - 2116</b>	Blad : <b>- 4 e 7 of 11</b>	Datum: <b>12-01-93</b>
		Wijz.: b: 05-01-94 c: 11-07-94 d: 24-10-94 e: 30-12-94

© Copyright Lagerwey Windturbine B.V.

PLC in CONTROLHOUSING

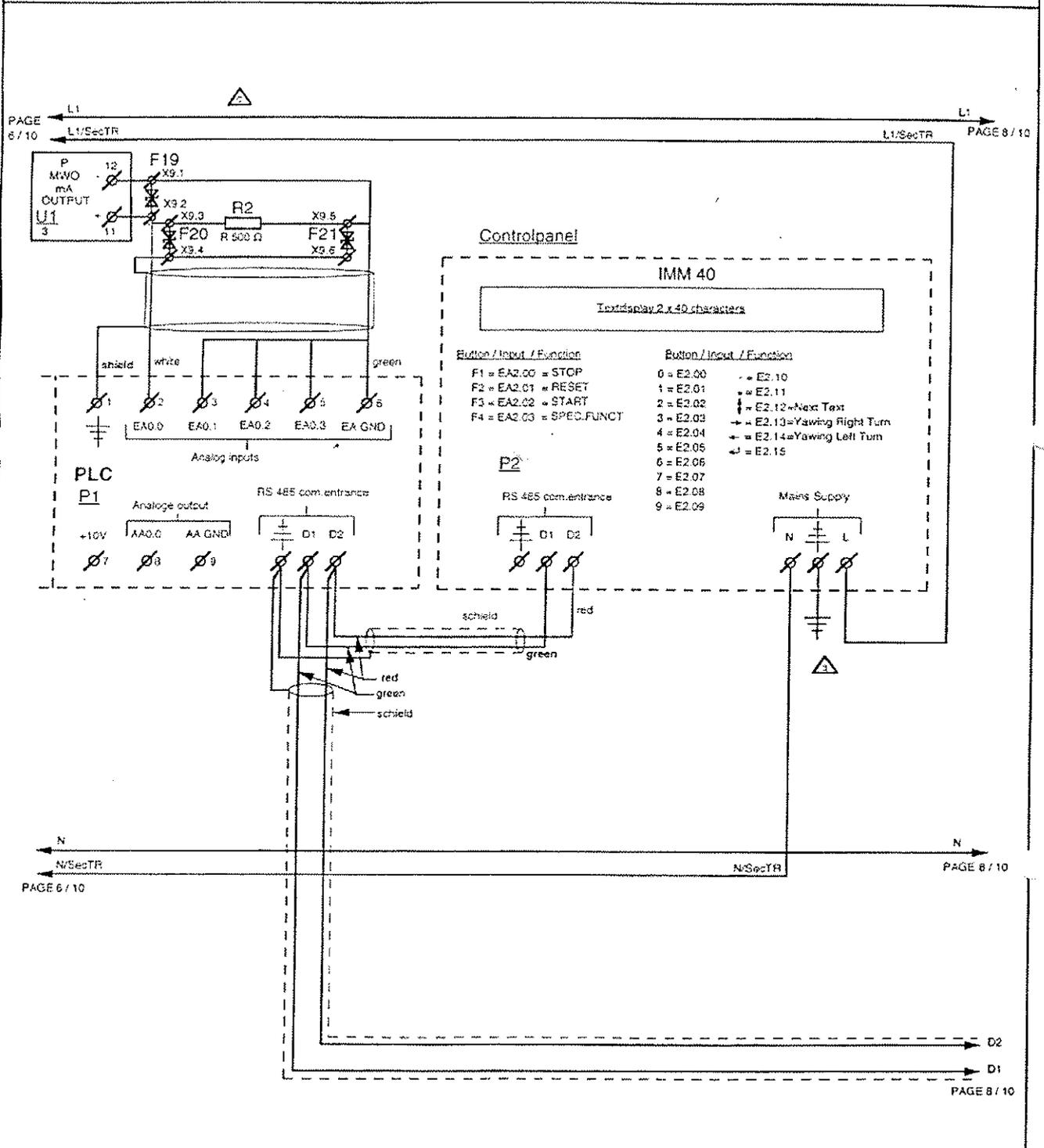
CONTROLPANEL IN CONTROLHOUSING

INP: POWERMEASURING

OUTP.: COMMUNICATION-ENTRANCE

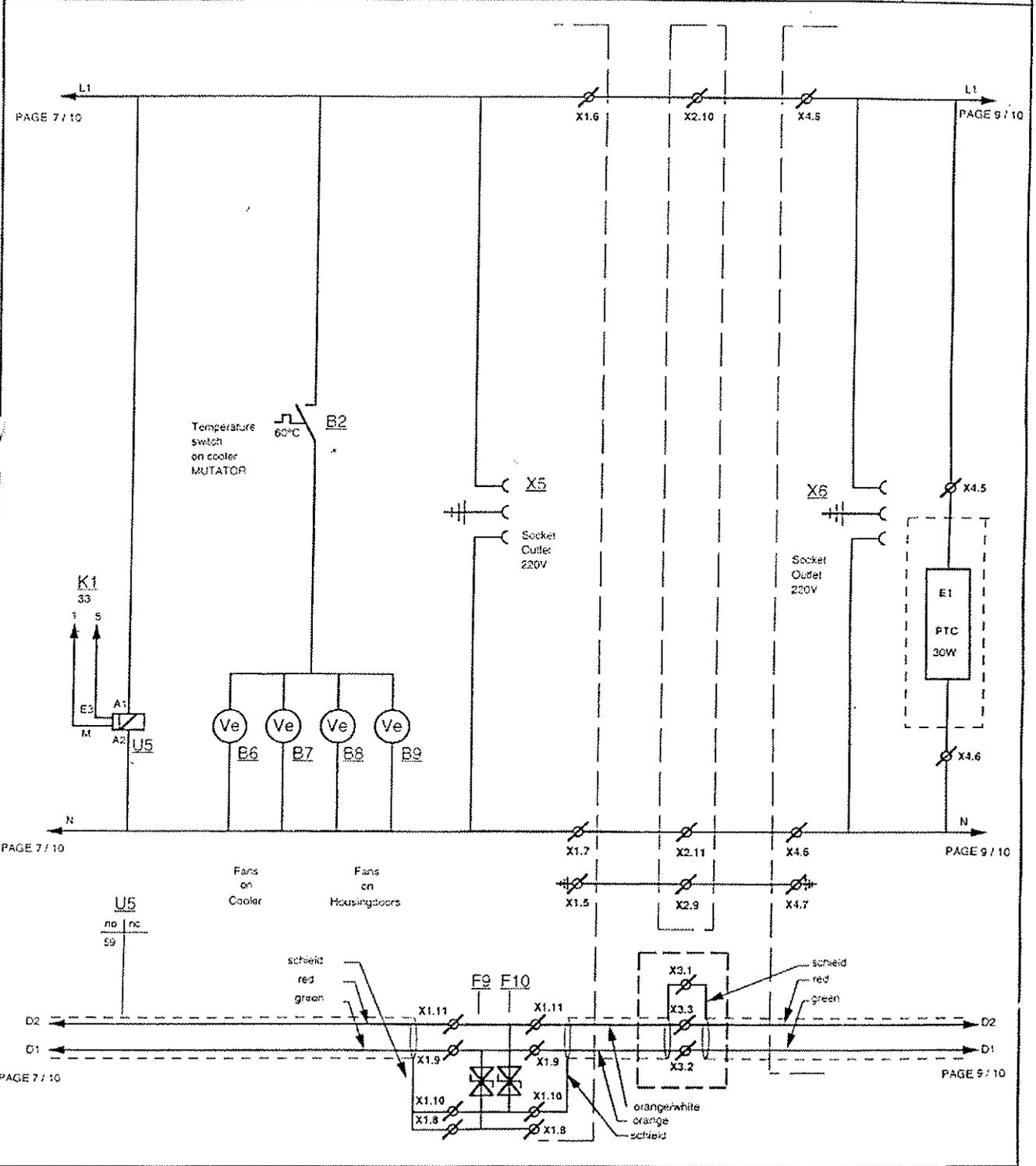
COMMUNICATION-ENTRANCE

SUPPLY 220V



	Eurp. proj. Benaming : <b>ELECTRICAL DIAGRAM LW 18 / 80</b>	Opties: 3 1 2 4 5
	LAGERWEY WINDTURBINE BV Hanzeweg 31 3771 NG Bameveld Tel.: 0342 422724 / Fax : 0342 422861	Opsteller: <i>K.W.</i> Gekontroloord: <i>W.</i> Beheerder:
Nummer: <b>E- ES - 2116 -4 e</b>	Blad : <b>8 of 11</b>	Datum: <b>12-01-93</b>
		Wijz.: <b>b: 05-01-94 c: 11-07-94 d: 24-10-94 e: 30-12-94</b>

96	97	98	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115
CONTROLHOUSING											T.JUNCT.BOX		CHASSISCONTROLBOX					
GEN.VOLTAGE MEASURING			COOLING CONTROLHOUSING				SOCKETOUTLET				COMM.CONNECTION		SOCKETOUTLET		HEATING CONTR.BOX			

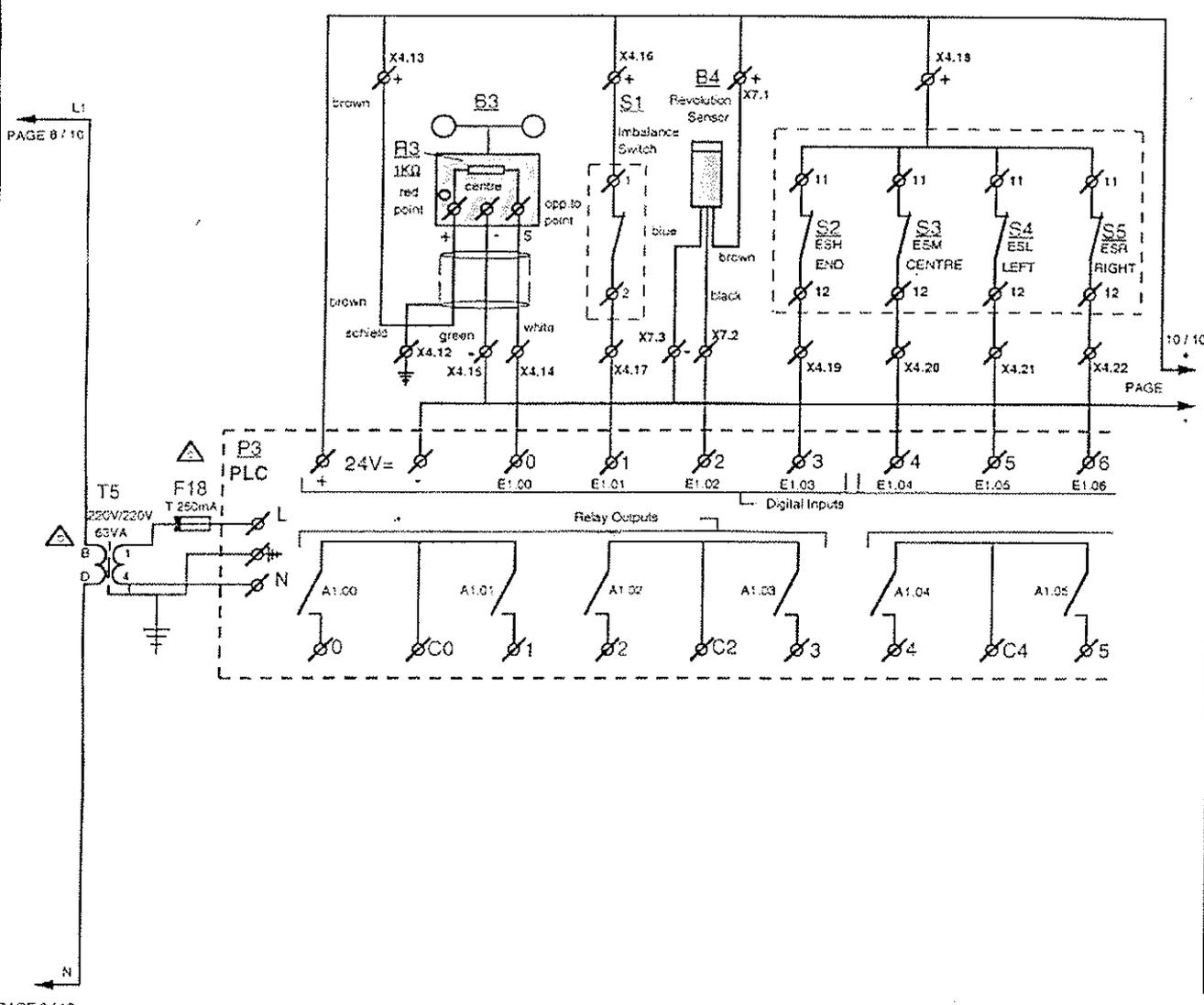


Eurp. proj.	Benaming : <b>ELECTRICAL DIAGRAM LW 18 / 80</b>	Opties:	
		1	4
		2	5
	Opsteller: K.W. <i>[Signature]</i>	Gekontroleerd: <i>[Signature]</i>	Beheerder:
	Ref.: <b>NEN - ISO 9001-4.5</b>		
	Nummer: E- ES - 2116	Bied: -4 e	Datum: 12-01-93
			Wijz.: b: 05-01-94 c: 11-07-94 d: 24-10-94 e: 30-12-94

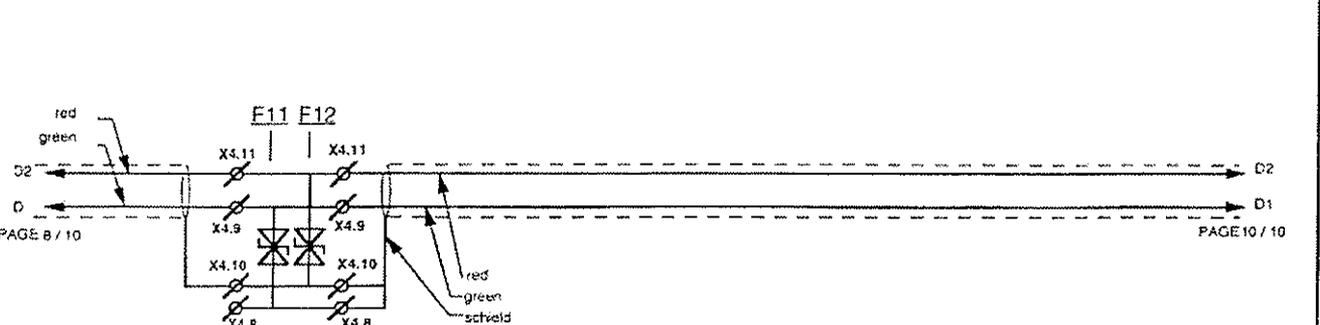
© Copyright Lagerwey Windturbine B.V.

PLC in CHASSIS CONTROL BOX

INP: 230V 24 V SUPPLY ANEMOMETER IMBALANCE RPM MEASURING CABLETWIST LIMITSWITCHES  
 OUTP:



PAGE 8 / 10



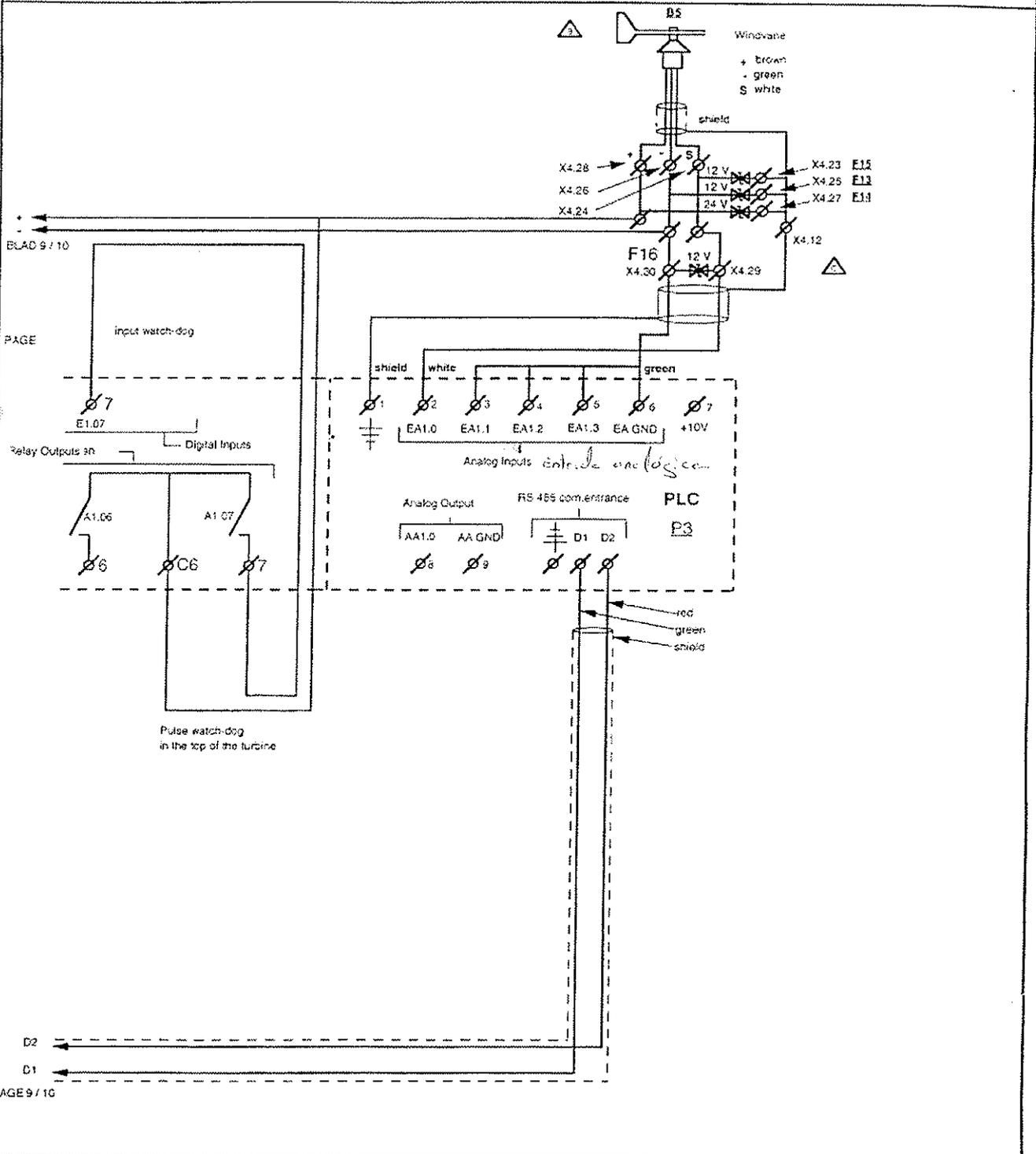
Eurp. proj. Benaming: **ELECTRICAL DIAGRAM LW 18 / 80** Opties: 3, 4, 5

<p>LAGERWEY WINDTURBINE BV                  Hanzeweg 31                  3771 NG Bameveld                  Tel.: 0342 422724 / Fax : 0342 422861</p>	Opsteller: <i>K.W.</i>	Gekontrolleerd: <i>W.V.</i>	Beheerder:	Ref.: <b>NEN - ISO 9001-4.5</b>
	Nummer: <b>E- ES - 2116</b>	Blad: <b>-4 e</b>	Datum: <b>12-01-93</b>	Wijz.: <b>b: 05-01-94 c: 11-07-94 d: 24-10-94 e: 30-12-94</b>

© Copyright Lagerwey Windturbine B.V.

PLC IN CHASSISKAST

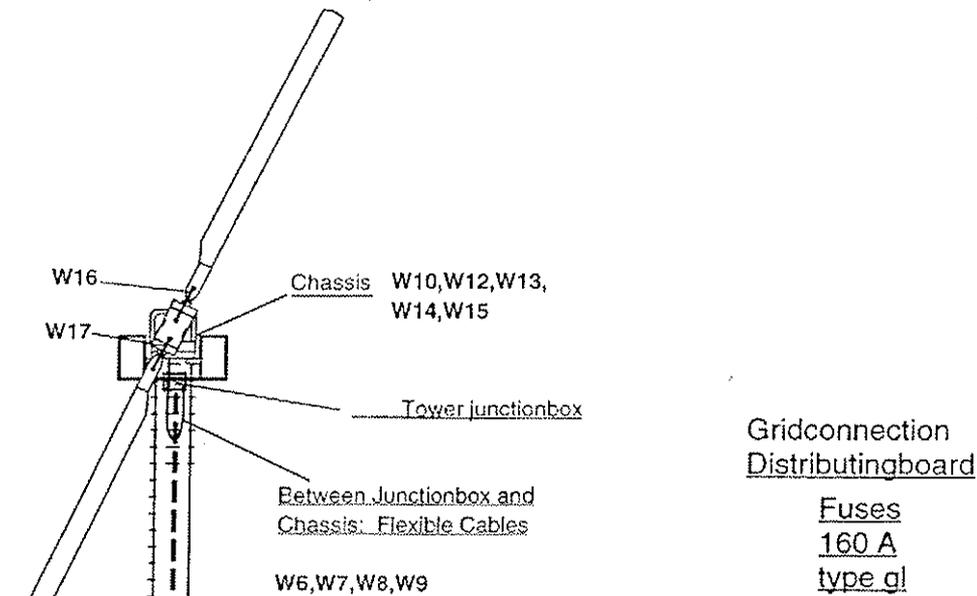
INP: ANALOG INPUT WINDVANE  
 OUTP: COMMUNICATION ENTRANCE



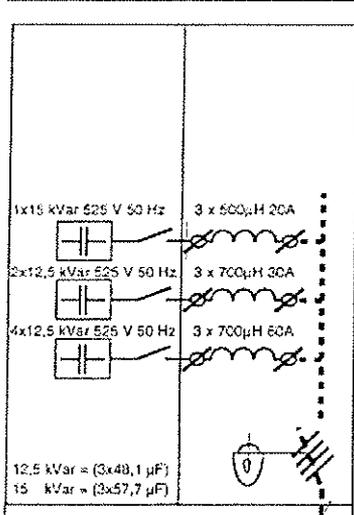
Benaming: **ELECTRICAL DIAGRAM LW 18 / 80**

 <b>LAGERWEY WINDTURBINE BV</b> Hanzeweg 31 3771 NG Bameveld Tel.: 0342 422724 / Fax: 0342 422861	Opsteller: <i>K.W.</i>	Gekontrolleerd: <i>WJ</i>	Beheerder:	Ref.: <b>NEN - ISO 9001-4.5</b>
	Nummer: <b>E- ES - 2116</b>	Blad: <b>-4 e</b>	Datum: <b>12-01-93</b>	Wijz.: <b>b: 05-01-94 c: 11-07-94 d: 24-10-94 e: 30-12-94</b>

© Copyright Lagerwey Windturbine B.V.

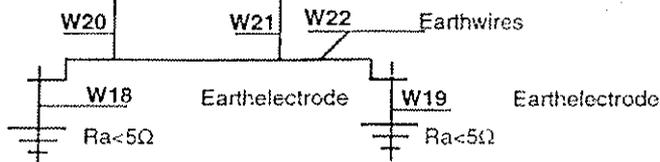


Gridconnection / Control-unit



- W2 .....mtr Vulto 3x50 mm<sup>2</sup>
- W3 .....mtr Vulto 3x2,5mm<sup>2</sup>
- W4 .....mtr Vulto 2x2,5mm<sup>2</sup>
- W5 .....mtr. 2Y(St-C)2Y.2x2x0.64

Groundcables



- W1 ..... mtr Vulto 4x50mm<sup>2</sup>
- ..... mtr Vult 5x50mm<sup>2</sup>

Proj nr.:		Proj.:	
 Benaming: <b>Gridconnection LW 80</b> speciaal netfilter	Ref.: <b>NEN - ISO 9001-4.5</b>		
 <b>LAGERWEY WINDTURBINE BV</b> Hanzeweg 31 3770 NG Barneveld Tel.: 0342 422724 / Fax : 0342 422861	Opsteller: <i>K.W.</i> Nummer: <b>E-EN- 2082c</b>	Gekontroleerd: <i>W</i> Blad: <i>1</i> Datum: <b>21-10-91</b>	Beheerder: Wijz.: <b>a : 8-10-92</b> <b>b : 9-12-93</b> <b>c : 20-1-95</b>

Copyright Lagerwey Windturbine



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Doc. N°4:

# PLIEGO DE CONDICIONES

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN TURBINA EÓLICA LAGERWEY 18/80

Jon Irigoyen Fresneda

Vicente Senosiain Miguez

Pamplona, 21/02/2014



# ÍNDICE

<b>1. CONDICIONES ADMINISTRATIVAS .....</b>	<b>3</b>
1.1. Condiciones Generales.....	3
1.2. Documentación del Contrato de Obra .....	3
1.3. Autoridad del Técnico Director de la Obra, e Inspección Facultativa .....	4
1.4. Corresponde al Constructor .....	5
1.5. Reglamentos y Normas .....	6
1.6. Materiales .....	6
1.7. Ejecución de las Obras.....	7
1.8. Interpretación y Desarrollo del Proyecto.....	7
1.9. Obras Complementarias.....	8
1.10. Modificaciones.....	8
1.11. Obra Defectuosa .....	8
1.12. Medios Auxiliares.....	9
1.13. Conservación de las Obras.....	9
1.14. Recepción de las Obras .....	9
1.15. Contratación de las empresas.....	10
1.16. Permisos y Licencias.....	10
<b>2. CONDICIONES ECONÓMICAS .....</b>	<b>11</b>
2.1. Abono de la Obra .....	11
2.2. Precios .....	11
2.3. Revisión de Precios.....	11
2.4. Penalizaciones .....	11
2.5. Contrato .....	12
2.6. Responsabilidades.....	12
2.7. Rescisión del Contrato.....	12
2.8. Liquidación en Caso de Rescisión del Contrato.....	13
<b>3. CONDICIONES FACULTATIVAS .....</b>	<b>13</b>
3.1. Normas a seguir .....	13
3.2. Personal.....	14
3.3. Reconocimiento y Ensayos Previos .....	14
3.4. Ensayos.....	14



3.5. Aparamenta.....	15
3.6. Generadores.....	16
3.7. Varios.....	16
<b>4. CONDICIONES TÉCNICAS .....</b>	<b>16</b>
4.1. Condiciones Generales.....	16
4.2. Condiciones de los Materiales .....	19
4.3. Condiciones Específicas de los Materiales de Obra Civil.....	20
4.4. Condiciones Específicas de los Materiales Eléctricos y de la Torre .....	23
<b>5. CONDICIONES TÉCNICAS PARA EL MOVIMIENTO DE TIERRAS .....</b>	<b>25</b>
5.1. EXCAVACIONES EN ZANJAS .....	25
5.2. CARGA .....	29
5.3. TRANSPORTE .....	31
5.4. RELLENOS Y COMPACTACIONES. RELLENO Y EXTENDIDO .....	32

# 1. CONDICIONES ADMINISTRATIVAS

## 1.1. Condiciones Generales

El presente pliego de condiciones tiene por objeto definir al Contratista, el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo. Tiene por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, a la propiedad, al contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

El trabajo eléctrico consistirá en la instalación eléctrica completa para fuerza alumbrado y tierra.

El alcance del trabajo del Contratista incluye el diseño y preparación de todos los planos, diagramas, especificaciones, lista de material y requisitos para la adquisición e instalación del trabajo.

## 1.2. Documentación del Contrato de Obra

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

- Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiere.
- El pliego de condiciones.
- El resto de la documentación de Proyecto (memoria, planos, cálculos y presupuesto).

Las órdenes e instrucciones de la dirección facultativa de las obras se incorporan al proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones. En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

### 1.3. Autoridad del Técnico Director de la Obra, e Inspección Facultativa

La obra se ejecutará bajo la dirección de un técnico facultativo, con capacidad legal al respecto, cuya libre designación comunicará al ayuntamiento por escrito antes de iniciarla.

Corresponde la inspección general de la obra al Excmo. Sr. Alcalde, a los concejales en quienes delegue y al secretario o funcionarios a quien éste designe. La facultativa; al técnico con titulación profesional adecuada y suficiente que en cualquier momento determine la corporación, y a la falta de designación expresa, al jefe del servicio municipal a que la obra corresponda, bajo la superior autoridad del jefe de la unidad de quien éste dependa.

La inspección general de la obra tendrá libre acceso a la misma en todo momento, para las comprobaciones que estime, asimismo podrá recabar la presentación de documentos justificativos del cumplimiento de las obligaciones contractuales y facturas de suministro de materiales acopiados en la obra o incorporados a su ejecución, al efecto de verificar sus cualidades y características.

La inspección facultativa, además de los cometidos atribuidos a la inspección general, tendrá especialmente los siguientes:

- Facilitar a la dirección facultativa y al personal del adjudicatario la interpretación del proyecto de obra y su ejecución.
- Verificar en todo momento el curso de la obra, cumplimiento de las condiciones del contrato, desarrollo del mismo con arreglo al proyecto, sistema general de trabajo, etapas o plazos del programa de ejecución personal empleado y competencia técnica y práctica del mismo, según proceda y rechazar el que no corresponda a la capacidad de su oficio.
- Comprobar los acopios de material, sus características y estado para su adecuación al curso de las obras, determinar los análisis de aquél que estime procedente y rechazar los materiales inadecuados o imperfectos.
- Advertir de las anomalías que se produzcan y autorizar la suspensión o aplazamiento parcial de la obra por plazo no superior a ocho días. Propondrá un mayor plazo cuando lo aconsejen circunstancias de seguridad, defensa de patrimonio arqueológico o circunstancias meteorológicas.
- Disponer de señalización de obras en ejecución.
- Comprobar las cimentaciones dispuestas en la obra y adecuarlas a la naturaleza del terreno.
- Proponer las modificaciones que vengan aconsejadas sobre el proyecto, por el estado, naturaleza o accidente del terreno o de la obra, por razones técnicas o por la de los materiales disponibles.

- Autorizar la utilización de materiales o mano de obra especiales que faciliten la labor en los casos que no afecten a la calidad final.
- Verificar la fabricación del material a emplear en obra (nombre y señas del fabricante)
- Establecer los plazos parciales de ejecución de la obra en el caso de que no vengan determinados en el proyecto.
- Asumir personalmente y bajo su responsabilidad en caso de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso, para lo cual el Contratista deberá poner a su disposición el personal y material de la obra.
- Acreditar al Contratista las obras realizadas conforme a lo dispuesto en los documentos del Contrato.
- Participar en las recepciones provisionales y definitivas y redactar la liquidación de la obra conforme a las normas legales establecidas.
- El contratista está obligado a prestar su colaboración a la inspección facultativa para el normal cumplimiento de las funciones encomendadas.

#### **1.4. Corresponde al Constructor**

- Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando por iniciativa propia o por prescripción técnico director, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.

- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- El trabajo de contratista incluye el diseño y preparación de todos los planos, diagramas, especificaciones, lista de materiales y requisitos para la adquisición e instalación del trabajo.

## 1.5. Reglamentos y Normas

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal, así como, todas las otras que se establezcan en la Memoria Descriptiva del mismo.

Se aceptarán además, a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por los Reglamentos y Normas citadas.

## 1.6. Materiales

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la Compañía Distribuidora de Energía, para este tipo de materiales.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del Proyecto, aún sin figurar en los otros es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista obtendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra definitivamente y antes de iniciarse esta, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrá utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico director.

## **1.7. Ejecución de las Obras**

### **1.7.1. Comienzo**

El contratista dará comienzo la obra en el plazo que figure en el contrato establecido con la Propiedad, o en su defecto a los quince días de la adjudicación definitiva o de la firma del contrato.

El contratista está obligado a notificar por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director la fecha de comienzo de los trabajos.

### **1.7.2. Plazo de ejecución**

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la Propiedad o en su defecto en el que figure en las condiciones de este pliego.

Cuando el Contratista, de acuerdo, con alguno de los extremos contenidos en el presente Pliego de Condiciones, o bien en el contrato establecido con la Propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo ulterior que esté condicionado por la misma, vendrá obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Contratista, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

### **1.7.3. Libro de Órdenes**

El contratista dispondrá en la obra de un Libro de Ordenes en el que se escribirán las que el Técnico Director estime darle a través del encargado o persona responsable, sin perjuicio de las que le dé por oficio cuando lo crea necesario y que tendrá la obligación de firmar el enterado.

## **1.8. Interpretación y Desarrollo del Proyecto**

La interpretación técnica de los documentos del Proyecto, corresponde al Técnico Director. El Contratista está obligado a someter a éste cualquier duda, aclaración o contradicción que surja durante la ejecución de la obra por causa del Proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto.

El contratista se hace responsable de cualquier error de la ejecución motivado por la omisión de ésta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del Proyecto.

El contratista está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra, aún cuando no se halle explícitamente expresado en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto.

El contratista notificará por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director y con suficiente antelación, las fechas para la inspección de cada una de las partes de obra para las que se ha indicado la necesidad o conveniencia de la misma, o para aquellas que total o parcialmente deban posteriormente quedar ocultas. De las unidades de obra que deben quedar ocultas, se tomarán antes de ello, los datos precisos para su medición a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el Técnico Director de hallarlos correctos. De no cumplirse este requisito, la liquidación se realizará en base a los datos o criterios de medición aportados por éste.

## **1.9. Obras Complementarias**

El contratista tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra especificadas en cualquiera de los documentos del Proyecto, aunque en él, no figuren explícitamente dichas obras complementarias. Todo ello sin variación del importe contratado.

## **1.10. Modificaciones**

El contratista está obligado a realizar las obras que se le encarguen resultantes de modificaciones del proyecto, tanto en aumento como disminución o simplemente variación, siempre y cuando el importe de las mismas no altere en más o menos de un 25 % del valor contratado.

La valoración de las mismas se hará de acuerdo con los valores establecidos en el presupuesto entregado por el contratista, que ha sido tomado como base del contrato. El Técnico Director de obra está facultado para introducir las modificaciones necesarias de acuerdo con su criterio, siempre que cumplan las condiciones técnicas referidas en el proyecto y de modo que ello no varíe el importe total de la obra.

## **1.11. Obra Defectuosa**

Cuando el contratista halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en este Pliego de condiciones, el Técnico Director podrá aceptarlo o rechazarlo.

En el caso de ser aceptado, el Técnico Director será el que fije el precio justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando obligado el contratista a aceptar dicha valoración.

En caso contrario, se reconstruirá a expensas del contratista la parte mal ejecutada sin que ello sea motivo de reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

## **1.12. Medios Auxiliares**

Correrán a cargo del contratista todos los medios y máquinas auxiliares que sean precisas para la ejecución de la obra. En el uso de los mismos, estará obligado a hacer cumplir todos los reglamentos de Seguridad en el trabajo vigentes y a utilizar los medios de protección a sus operarios.

## **1.13. Conservación de las Obras**

Es obligación del contratista la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la propiedad, y corren a su cargo los gastos derivados de ello.

## **1.14. Recepción de las Obras**

### ***1.14.1. Recepción provisional***

Una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional. En ella, se practicará un detenido reconocimiento por el Técnico Director y la Propiedad en presencia del Contratista, levantado acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se halla en estado de ser admitida.

En el caso de no ser admitida se hará constar en el acta y se darán instrucciones al contratista para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo para ello. Terminado el mencionado plazo, se procederá a un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional.

### ***1.14.2. Plazo de garantía***

El plazo de garantía será como mínimo de un año, contado desde la fecha de la recepción provisional, o bien el que se establezca en el contrato también contando desde la misma fecha. Durante este periodo queda a cargo del contratista la conservación de las obras y arreglo de los desperfectos causados por asiento de las mismas o por mala construcción.

### **1.14.3. Recepción definitiva**

Se realizará después de haber transcurrido el plazo de garantía de igual forma que la provisional. A partir de esta fecha cesará la obligación del contratista de conservar y reparar a su cargo las obras y subsistirán también las responsabilidades que pudiera tener por defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

## **1.15. Contratación de las empresas**

El proyecto será llevado a cabo por el grupo de empresa sinergroup, compuesto por las empresas:

- **Eseki S.A.L.**
- **Ingeniería Iradi S.L.**
- **Suministros Algoi S.L.**
- **Talleres Urdiain S.L.**
- Como partner se integra en el grupo **Koshkil S.L.**

Un grupo de trabajo con una amplia experiencia en el sector eólico, especialmente en reacondicionamiento, instalación y puesta en marcha de aerogeneradores llevando a cabo proyectos nacionales (Albacete, Cuenca, Cataluña, Burgos y Navarra) como internacionales (Francia, Corea del Sur, México y Polonia).

## **1.16. Permisos y Licencias**

El Contratista deberá obtener a sus costas todos los permisos y licencias necesarias para la ejecución de las obras, corriendo a su cargo la confección de todos los documentos (proyecto, certificado y boletines), y trámites necesarios para la legalización de cada instalación, ante el servicio de industria del Gobierno de Navarra. Las instalaciones no se considerarán concluidas hasta que dichos trámites estén totalmente cumplimentados.

## 2. CONDICIONES ECONÓMICAS

### 2.1. Abono de la Obra

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos que se abonarán las obras. Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final.

Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

### 2.2. Precios

El contratista presentará, al formalizarse el contrato, la relación de los precios de las unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos complementarios, materiales, la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En el caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto, su precio se fijará entre el Técnico Director y el Contratista antes de iniciar la obra y se presentará a la propiedad para su aceptación o no.

### 2.3. Revisión de Precios

En el contrato se establecerá si el contratista tiene derecho a revisión de precios y la fórmula a aplicar para calcularla. En defecto de esta última, se aplicará a juicio del Técnico Director alguno de los criterios oficiales aceptados.

### 2.4. Penalizaciones

Por retraso en los plazos de entrega de las obras, se podrán establecer tablas de penalización cuyas cuantías y demoras se fijarán en el contrato.

## 2.5. Contrato

El contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, éstas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el Proyecto Técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto el contratista como la Propiedad deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

## 2.6. Responsabilidades

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el proyecto y en el contrato. Como consecuencia de ello, en el caso de una mala construcción estará obligado a llevar a cabo su demolición y una nueva construcción sin que sirva de excusa el que el Técnico Director haya examinado y reconocido las obras.

El Contratista es el único responsable de todos los incumplimientos que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas.

El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

## 2.7. Rescisión del Contrato

Se consideran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

- Muerte o incapacitación del Contratista.
- La quiebra del Contratista.
- Cuando se requiera una modificación de lo proyectado y esa modificación altere el valor del contrato en más del 25 % de lo acordado.
- Modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.
- El incumplimiento de los plazos de obra estipulados cuando las causas son ajenas a la Propiedad.

- Incumplimiento de las condiciones del contrato cuando implique mala fe.
- Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.
- Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
- Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.

## 2.8. Liquidación en Caso de Rescisión del Contrato

Siempre que se rescinda el contrato por causas anteriores o bien por acuerdo de ambas partes, se abonará al contratista las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra que reúnan todas las condiciones y sean necesarias para la misma.

Cuando se rescinda el contrato llevará implícito la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación del período de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de nueva adjudicación.

## 3. CONDICIONES FACULTATIVAS

### 3.1. Normas a seguir

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Normas UNE.
- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
- Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Normas de Compañía Suministradora.
- Lo indicado en este pliego de condiciones con preferencia a todos los códigos y normas.

## 3.2. Personal

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios. Este encargado tendrá los conocimientos suficientes para la ejecución de la obra y deberá estar acreditado.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra el número y clase de operarios que haga falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuales serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones o realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

## 3.3. Reconocimiento y Ensayos Previos

Cuando el Técnico Director lo estime oportuno, podrá encargar y ordenar el análisis, ensayo o comprobación de los materiales, elementos o instalaciones, bien sea en fábrica de origen, laboratorios oficiales o en la misma obra, según crea conveniente.

En el caso de la discrepancia, los ensayos o pruebas se efectuarán en el laboratorio oficial que el Técnico Director de obra designe.

Los gastos ocasionados por estas pruebas y comprobaciones, serán por cuenta del Contratista.

## 3.4. Ensayos

- Antes de la puesta en servicio del sistema eléctrico, el Contratista habrá de hacer los ensayos adecuados para probar, a la entera satisfacción del Técnico Director de obra, que todo equipo, aparatos y cableado ha sido instalados correctamente de acuerdo con las normas establecidas y están en condiciones satisfactorias del trabajo.
- Todos los ensayos serán presenciados por el Ingeniero que representa el Técnico Director de obra.
- Los resultados de los ensayos serán presenciados en certificados indicando fecha y nombre de la persona a cargo del ensayo, así como categoría profesional.

- Los cables, antes de ponerse en funcionamiento, se someterán a un ensayo de resistencia de aislamiento entre fases y entre fase y tierra, que se hará de la forma siguiente:
  - Con los generadores desacoplados de las líneas eléctricas, medir la resistencia de aislamiento desde el lado de salida de los generadores.
  - Funcionamiento de generadores. Con los cables conectados a los equipos auxiliares y convertidores, junto con los dispositivos de protección y mando, medir la resistencia de aislamiento entre fases o polos y tierra.
  - Fuerza. Medir la resistencia de aislamiento de todos los aparatos (armaduras, tomas de corriente, etc...) que han sido conectados.
  - En los cables enterrados, estos ensayos de resistencia de aislamiento se harán antes y después de efectuar el rellenado y compactado.

### 3.5. Aparamenta

Antes de poner la aparamenta bajo tensión, se medirá la resistencia de aislamiento de cada embarrado entre fases y entre fases y tierra. Las medidas deben repetirse con los interruptores en posición de funcionamiento y contactos abiertos.

Todo relé de protección que sea ajustable será calibrado y ensayado, usando contador de ciclos, caja de carga, amperímetro y voltímetro, según se necesite.

Se dispondrá, en lo posible, de un sistema de protección selectiva. De acuerdo con esto, los relés de protección se elegirán y coordinarán para conseguir un sistema que permita actuar primero el dispositivo de interrupción más próximo a la falta.

El Contratista preparará curvas de coordinación de relés y calibrado de éstos para todos los sistemas de protección previstos.

Se comprobarán los circuitos secundarios de los transformadores de intensidad y tensión aplicando corrientes o tensión a los arrollamientos secundarios de los transformadores y comprobando que los instrumentos conectados a estos secundarios funcionan.

Todos los interruptores automáticos se colocarán e posición de prueba y cada interruptor será cerrado y disparado desde su interruptor de control. Los interruptores deben ser disparados por accionamiento manual y aplicando corriente a los relés de protección. Se comprobarán todos los enclavamientos.

### 3.6. Generadores

Se medirá la resistencia del aislamiento de los arrollamientos de los aerogeneradores antes y después de conectar los cables de fuerza.

Se comprobará el sentido de giro de todas las máquinas.

Todos los generadores deberán ponerse en marcha sin estar acoplados a la red y se medirá la tensión producida y su frecuencia.

Después de acoplarse los equipos generadores a la red, se volverá a medir la tensión, la frecuencia y la intensidad inyectada.

### 3.7. Varios

Se comprobará la puesta a tierra para determinar la continuidad de los cables de tierra y sus conexiones y se medirá la resistencia de los electrodos de tierra.

Se comprobarán todas las alarmas del equipo eléctrico para comprobar el funcionamiento adecuado, haciéndolas activar simulando condiciones anormales.

## 4. CONDICIONES TÉCNICAS

### 4.1. Condiciones Generales

#### 4.1.1. Objeto del Pliego

El presente documento se refiere a las condiciones que han de cumplir las unidades de obras y sus materiales integrantes en la ejecución de las obras de las instalaciones, tanto el aerogenerador como la instalación eléctrica.

Las condiciones aquí establecidas se exigen para proporcionar las garantías suficientes de buen funcionamiento de todos los elementos integrantes en las instalaciones, asignando asimismo, las normas de seguridad y duración. Admitiendo para los mencionados elementos, el uso considerado normal en este tipo de instalaciones.

En los presentes pliegos, también se indican los ensayos y pruebas a los que serán sometidos los materiales, aparatos y dispositivos auxiliares para verificar el buen estado de los mismos. Estos ensayos y pruebas serán efectuados por el personal de la dirección facultativa de la obra.

Todos los elementos, aparatos, componentes, etc. deberán estar acompañados de los correspondientes certificados del fabricante, suministrador o contratista de los mismos. En los cuales, se indicará la marca del fabricante, las características técnicas,

dimensiones geométricas y pruebas a las que han sido sometidos. Asimismo, se presentarán los certificados extendidos por Laboratorios oficiales si los tuvieran y los de Normalización que sean exigibles oficialmente.

#### **4.1.2. Descripción de las obras que comprende**

- Reacondicionamiento del terreno: El primer trabajo a realizar será desbrozar y limpiar toda la capa vegetativa existente en la zona de montaje del aerogenerador. A su vez, también se acondicionara el camino de acceso y la plataforma de montaje tapando los agujeros existentes.
- Movimiento de tierras: Se procederá a la excavación del agujero para la cimentación y las zanjas para las canalizaciones del cableado eléctrico.
- Cimentación: Dirigido por el Director Técnico de Obra y el personal cualificado, se construirá la cimentación adecuada siguiendo los pasos adjuntados en el proyecto y añadiendo las correcciones necesarias que crea oportunas el Director Técnico de Obra, en el caso de ser necesario.
- Montaje del aerogenerador: Una vez finalizada la fase anterior, se instalará el aerogenerador mediante la grúa adecuada y teniendo en cuenta todas las condiciones de seguridad vigentes en el proyecto.
- La instalación eléctrica y puesta en marcha: Por último, se instalará el cableado eléctrico y se conectará a red mediante los operarios especializados. Se comprobará el correcto funcionamiento de todas las instalaciones antes de su puesta en marcha definitiva.

#### **4.1.3. Programa de trabajo**

Se creará un programa de trabajo con especificación de los plazos parciales y fechas de terminación de las distintas unidades de obra a criterio de la inspección facultativa y antes del comienzo de la obra.

Una vez aprobado este plan, se incorporará a éste pliego y adquirirá, por tanto, carácter contractual.

#### **4.1.4. Planteamiento de las obras**

Antes de iniciar la ejecución de la obra, se procederá al replanteo de la misma sobre el terreno, extendiéndose acta firmada por ambas partes, contratista e inspección facultativa. Durante la ejecución se realizarán los replanteos parciales que interesen a ambas o a alguna de las partes, y con responsabilidad técnica y económica a su cargo.

#### **4.1.5. *Iniciación y Prosecución de las obras***

Después de haber firmado el contrato ambas partes, el contratista deberá comenzar las obras dentro del plazo señalado.

Siendo el tiempo uno de los elementos del contrato, el contratista proseguirá la obra con mayor diligencia empleando los medios y métodos de realización que aseguren su terminación no más tarde de la fecha establecida al efecto, o a la fecha a que se haya ampliado el tiempo estipulado para la terminación.

#### **4.1.6. *Planos de detalles de las obras***

El contratista presentará todos los planos o esquemas de detalle que se estime necesario para la ejecución de las obras contratadas.

#### **4.1.7. *Variaciones***

Se llevarán a cavo las modificaciones parciales, complementos de obra o suministros que la dirección facultativa determine oportunos dentro de los límites autorizados, a su vez, se realizaran las rectificaciones y reformas del proyecto que sean necesarias.

#### **4.1.8. *Conservación del entorno urbano***

El Contratista presentará especial atención al efecto que puedan tener las distintas operaciones e instalaciones que necesite realizar para la ejecución del contrato, sobre la estética y el entorno de las zonas en que se hallan las obras.

En tal sentido cuidará de los árboles, mobiliario urbano, vallas y demás elementos que puedan ser dañados durante las obras, para que sean debidamente protegidas en evitación de posibles destrozos, que de producirse, serán restaurados a su costa.

#### **4.1.9. *Limpieza final de las obras***

Una vez que las obras se hayan terminado, todas las instalaciones, depósitos y edificios construidos con carácter temporal para el servicio de la obra, deberán ser desmontados y los lugares de su emplazamiento restaurados de forma original.

Todo se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas acorde con el paisaje circulante.

#### **4.1.10. Señalización de las obras**

Todas las obras deberán estar perfectamente delimitadas, tanto frontal como longitudinalmente, mediante vallas y otros elementos análogos de características aprobadas por los servicios técnicos municipales, de forma que cierren totalmente la zona de trabajo.

Deberá protegerse del modo indicado cualquier obstáculo en aceras o calzadas, para libre y segura circulación de vehículos y peatones, tales como montones de escombros, materiales para la reconstrucción del pavimento, zanjas abiertas, maquinaria y otros elementos.

Cuando sea necesario se colocarán los discos indicadores reglamentarios, además de lo establecido en las ordenanzas vigentes.

#### **4.1.11. Responsabilidad del Contratista durante la ejecución de las obras**

El contratista será responsable durante la ejecución de las obras de todos los daños y perjuicios, directos o indirectos, que se puedan ocasionar a cualquier persona, propiedad o servicio público o privado, como consecuencia de los actos, omisiones o negligencias del personal a su cargo o una deficiente organización de las obras.

Durante el periodo de garantía, será responsable de los perjuicios que puedan derivarse de materiales o trabajos incorrectos.

Los servicios públicos o privados que resulten dañados deberán ser reparados a su costa de manera inmediata.

Las personas que resulten perjudicadas deberán ser compensadas a su costa.

Las propiedades públicas o privadas que resulten dañadas deberán ser reparadas a su costa, restableciendo sus condiciones primitivas o compensando los daños o perjuicios causados.

Asimismo, el contratista será responsable de todos los objetos que se encuentren o descubran durante la ejecución de las obras, debiendo dar inmediatamente cuenta de los hallazgos a la dirección facultativa de las mismas y colocarlos bajo su custodia.

## **4.2. Condiciones de los Materiales**

### **4.2.1. Control previo de los materiales**

Todos los materiales empleados, aún los no relacionados en este pliego, deberán ser de primera calidad y salvo indicación contraria, completamente nuevos sin haber sido utilizados.

Una vez adjudicada la obra, el Contratista presentará a la dirección facultativa, los catálogos, cartas muestras, etc. que se relacionan en la recepción de los distintos materiales.

No se podrán emplear materiales sin que previamente hayan sido aceptados por la dirección facultativa.

Este control previo no constituye su recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por la dirección facultativa aún después de colocados si no cumplieren las condiciones exigidas en este pliego de condiciones. Estos, deberán ser remplazados por el contratista, por otros que cumplan con las calidades exigidas.

Se realizarán las pruebas y análisis necesarios para la comprobación de la calidad ordenadas por la dirección facultativa. Estas pruebas y análisis se realizaran en los laboratorios asignados, siendo los gastos ocasionados por cuenta del contratista.

#### **4.2.2. Condiciones generales de los materiales de la obra civil**

Todos los materiales empleados en la obra civil de este proyecto deberán cumplir las especificaciones que se indican particularmente para cada uno de ellos en los artículos de este pliego.

Independientemente de estas especificaciones, el director de obra está facultado para ordenar los análisis y pruebas que crea conveniente y estime necesarias para la mejor definición de las características de los materiales empleados.

### **4.3. Condiciones Específicas de los Materiales de Obra Civil**

#### **4.3.1. Morteros de cemento**

##### Definición

Masa construida por árido fino, cemento y agua. Eventualmente puede contener algún producto de adición para mejorar sus propiedades, cuya utilización deberá haber sido previamente aprobada por la Dirección Facultativa.

##### Materiales

- a) Árido fino. Se define como árido fino a emplear en morteros, al material granular compuesto por partículas duras y resistentes, del cual pasa por el tamiz H4ASTM un mínimo del 90%.
- b) Cemento. Los mismos empleados para la ejecución del hormigón.
- c) Agua. Los mismos empleados para hormigones.

### Tipos y dosificaciones

Para su empleo en las distintas clases de obras, se establecen los siguientes tipos y dosificaciones de morteros de cemento Portland. MCP - 2 para encofrados y enlucidos.

Dosificación por  $m^3$ :

- 0,883 de árido fino
- 0,265 de agua
- 600 kg de cemento Portland

MCP – 5 para fábrica de ladrillos y mampostería ordinaria

Dosificación por  $m^3$ :

- 1,100 de árido fino
- 0,255 de agua
- 250 kg de cemento Portland

### Fabricación del mortero

La mezcla podrá ser a mano o mecánicamente. En el primer caso se hará sobre una superficie impermeable.

El cemento y la arena se mezclarán en seco, hasta conseguir un producto homogéneo de color uniforme. A continuación se añadirá el agua estrictamente necesaria para que una vez batida la masa, tenga la consistencia adecuada para su aplicación en obra.

Solamente se fabricará el mortero preciso para su aplicación inmediata, rechazándose todo aquel que haya empezado a fraguar y el que no haya sido empleado dentro de los cuarenta y cinco minutos (45 mm) que sigan a su amasado.

#### **4.3.2. Arena**

Se utilizará únicamente arena de río, que deberá cumplir, que el material granular compuesto por partículas duras y resistentes, del cual pasa por el tamiz H\$ASTM un mínimo del 90%.

La arena tendrá menos de 5 % del tamaño inferior a 0,15 mm para los hormigones impermeables, cumpliendo en el intervalo marcado por estos límites las condiciones de composición granulométricas determinada para el árido general.

La humedad superficial de la arena deberá permanecer constante, por lo menos durante cada jornada de trabajo, debiendo el Contratista tomar las disposiciones necesarias para conseguirlo, así como los medios para poder determinar en obra su valor de un modo rápido y eficiente.

#### **4.3.3. *Materiales para el relleno de zanjas***

Los materiales a emplear serán suelos o materiales locales sacados de la misma excavación de la zanja, siempre que cumplan las condiciones que a continuación se concretan.

No contendrán elementos mayores de 10 cm de diámetro, en cantidad superior a un 15 %.

#### **4.3.4. *Encofrados***

##### *Definición*

Elemento de madera, metálico o material análogo destinado a servir de molde para la ejecución de obras de hormigón, mortero o similar.

##### *Materiales*

Los encofrados serán de madera, metálicos o de cualquier otro material aprobado por la Inspección Facultativa.

##### *Características generales*

Los encofrados, cualquiera que sea el material del que estén hechos, deben reunir análogas condiciones de eficacia.

Tanto las uniones como las piezas que constituyen los encofrados, deberán proveer la resistencia y rigidez necesarias para que, durante el endurecimiento del hormigón, no se produzcan esfuerzos anormales ni desplazamientos.

Las caras interiores de los encofrados deben ser tales que los parapetos de hormigón no presenten bombeos, resaltos ni rebajas.

En los encofrados de madera, las juntas entre las distintas tablas deben permitir el entumecimiento de dichas tablas, sin dejar escapar la lechada del cemento, durante el hormigonado.

Tanto las superficies interiores de los encofrados como los productos aplicados a ellos no contendrán sustancias nocivas para el hormigón.

## Ejecución

Los encofrados de madera se humedecerán para evitar la absorción de agua del amasado de hormigón. Al objeto de facilitar la separación de las piezas que constituyen los encofrados, podrá hacerse uso de descofrados tomando las precauciones pertinentes.

\*No se autorizarán aquellos encofrados que presenten restos de amasadas antiguas en sus caras interiores y se rechazarán aquellas de hormigón que no presenten el aspecto requerido\*.

## **4.4. Condiciones Específicas de los Materiales Eléctricos y de la Torre**

### **4.4.1. *Electrificación e iluminación de la caseta de control***

#### Conductores

Serán suministradas por casa de conocida solvencia en el mercado.

Los conductores utilizados para la instalación, serán flexibles, cableados, aislados en PVC, del tipo RV – 06/1 KV o del tipo H07V – K.

#### Cuadros de distribución

El cuadro de distribución cumplirá la norma CEI23 – 51 que permite al instalador certificar cuadros y centralistas realizados instalando aparatos de mando, maniobra, protección, medición y señalización en cajas fabricadas bajo las siguientes condiciones:

- Las cajas deben contar con la declaración de conformidad con la Norma CEI 23 49 redactada por el fabricante y la potencia disipable máxima  $P_{inv}$  debe ser conocida.
- La aplicación deberá realizarse para ambientes con temperaturas o superiores a 25° pero que eventualmente pueden llegar hasta 35°.
- La tensión no debe superar los 440 V.
- Características técnicas: El cuadro de distribución será de superficie y de material plástico, con grado de protección IP 65 en versión de superficie para paredes de mampostería tradicional o de cartón yeso. El cuadro está dotado de carril EN 50022 para instalar aparatos modulares de cualquier tipo y marca.

Tendrá resistencia a calor intenso y al fuego, permitiendo colocarlos en lugares en los que hay riesgo de incendio o explosión.

### Interruptores Magnetotérmicos y Diferenciales

Se entregará a la Dirección Facultativa una certificación con las normas que cumplen dicha aparatamenta, así como una copia de los ensayos característicos, curvas de disparo, etc.

Normas de referencia:

- Interruptores magnetotérmicos UNE EN 60898
- Interruptores diferenciales UNE EN 61008 – 1

Características comunes:

- Resistencia del frontal al impacto grado IK 06
- Temperatura de instalación -5 °C - +60 °C
- Resistencia de las cajas al calor:
  - Termopresión con bola 70 °C
  - Prueba de hilo incandescente 960 °C
- Resistencia de las partes activas del calor
  - Termopresión con bola 125 °C
  - Prueba de hilo incandescente 960 °C

## 5. CONDICIONES TÉCNICAS PARA EL MOVIMIENTO DE TIERRAS

### 5.1. EXCAVACIONES EN ZANJAS

#### Descripción

Excavación estrecha y larga que se hace en un terreno para realizar la cimentación o instalar una conducción subterránea.

#### Componentes

Madera para entibaciones, apeos y apuntalamientos.

#### Condiciones previas

- Antes de comenzar la excavación de la zanja, será necesario que la Dirección Facultativa haya comprobado el replanteo.
- Se deberá disponer de plantas y secciones acotadas.
- Habrán sido investigadas las servidumbres que pueden ser afectadas por el movimiento de tierras, como redes de agua potable, saneamiento, fosas sépticas, electricidad, telefonía, fibra óptica, calefacción, iluminación, etc., elementos enterrados, líneas aéreas y situación y uso de las vías de comunicación.
- Se estudiarán el corte estratigráfico y las características del terreno a excavar, como tipo de terreno, humedad y consistencia.
- Información de la Dirección General de Patrimonio Artístico y Cultural del Ministerio de Educación y Ciencia en zonas de obligado cumplimiento o en zonas de presumible existencia de restos arqueológicos.
- Reconocimiento de los edificios y construcciones colindantes para valorar posibles riesgos y adoptar, en caso necesario, las precauciones oportunas de entibación, apeo y protección.
- Notificación del movimiento de tierras a la propiedad de las fincas o edificaciones colindantes que puedan ser afectadas por el mismo.
- Tipo, situación, profundidad y dimensiones de cimentaciones próximas que estén a una distancia de la pared del corte igual o menor de 2 veces la profundidad de la zanja o pozo.
- Evaluación de la tensión a compresión que transmitan al terreno las cimentaciones próximas.
- Las zonas a acotar en el trabajo de zanjas no serán menores de 1,00 m para el tránsito de peatones y de 2,00 m para vehículos, medidos desde el borde del corte.

- Se protegerán todos los elementos de Servicio Público que puedan ser afectados por el vaciado, como son las bocas de riego, tapas, sumideros de alcantarillado, farolas, árboles, etc.

### Ejecución

- El replanteo se realizará de tal forma que existirán puntos fijos de referencia, tanto de cotas como de nivel, siempre fuera del área de excavación.
- Se llevará en obra un control detallado de las mediciones de la excavación de las zanjas.
- El comienzo de la excavación de zanjas se realizará cuando existan todos los elementos necesarios para su excavación, incluido la madera para un posible entibación.
- La dirección Facultativa indicará siempre la profundidad de los fondos de la excavación de la zanja, aunque sea distinta a la del Proyecto, siendo su acabado limpio, a nivel o escalonado.
- La Contrata deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes verticales de todas las excavaciones que realice, aplicando los medios de entibación, apuntalamiento, apeo y protección superficial del terreno que considere necesario, a fin de impedir desprendimientos, derrumbamientos y deslizamientos que pudieran causar daño a personas o a las obras, aunque tales medios no estuvieran definidos en el Proyecto, o no hubiesen sido ordenados por la Dirección Facultativa.
- La Dirección Facultativa podrá ordenar en cualquier momento la colocación de entibaciones, apuntalamientos, apeos y protecciones superficiales del terreno.
- Se adoptarán por la Contrata todas las medidas necesarias para evitar la entrada del agua, manteniendo libre de la misma la zona de excavación, colocándose ataguías, drenajes, protecciones, cunetas, canaletas y conductos de desagüe que sean necesarios.
- Las aguas superficiales deberán ser desviadas por la Contrata y canalizadas antes de que alcancen los taludes, las paredes y el fondo de la excavación de la zanja.
- El fondo de la zanja deberá quedar libre de tierra, fragmentos de roca, roca alterada, capas de terreno inadecuado o cualquier elemento extraño que pudiera debilitar su resistencia. Se limpiarán las grietas y hendiduras, rellenándose con material compactado o hormigón.
- La separación entre el tajo de máquina y la entibación no será mayor de 1,5 la profundidad de la zanja en ese punto.
- En el caso de terrenos meteorizables o erosionables por viento o lluvia, las zanjas nunca permanecerán abiertas más de 8 días, sin que sean protegidas o finalizados los trabajos.
- Una vez alcanzada la cota inferior de la excavación de la zanja para cimentación, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras, para observar si se han producido desperfectos y tomar las medidas pertinentes.
- Mientras no se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondos de la zanja, se conservarán las entibaciones, apuntalamientos y apeos que

hayan sido necesarios, así como las vallas, cerramientos y demás medidas de protección.

- Los productos resultantes de la excavación de las zanjas, que sean aprovechables para un relleno posterior, se podrán depositar en montones situados a un solo lado de la zanja y a una separación del borde de la misma de 0,60 m como mínimo, dejando libres, caminos, aceras, cunetas, acequias y demás pasos y servicios existentes.

### Control

- Cada 20,00 m o fracción, se hará un control de dimensiones del replanteo, no aceptándose errores superiores al 2,5 % y variaciones superiores a  $\pm 10$  cm, en cuanto a distancias entre ejes.
- La distancia de la rasante a nivel del fondo de la zanja, se rechazará cuando supere la cota  $\pm 0,00$ .
- El fondo y paredes de la zanja terminada, tendrán las formas y dimensiones exigidas por la Dirección Facultativa, debiendo refinarse hasta conseguir unas diferencias de  $\pm 5$  cm respecto a las superficies teóricas.
- Se rechazará el borde exterior del vaciado cuando existan lentejones o restos de edificaciones.
- Se comprobará la capacidad portante del terreno y su naturaleza con lo especificado en el Proyecto, dejando constancia de los resultados en el Libro de Órdenes.
- Las escuadrías de la madera usada para entibaciones, apuntalamientos y apeos de zanjas, así como las separaciones entre las mismas, serán las que se especifiquen en Proyecto.

### Normativa

- NTE-ADZ/1.976 – Desmontes, zanjas y pozos
- PG – 4/1.988 – Obras de carreteras y puentes
- PCT – DGA/1.960
- NORMAS UNE 56501; 56505; 56507; 56508; 56509; 56510; 56520; 56521; 56525; 56526; 56527; 56529; 56535; 56537; 56539; 7183; 37501.

### Seguridad e Higiene

- Se acotará una zona, no menor de 1,00 m para el tránsito de peatones, ni menor de 2,00 m para el paso de vehículos, medios desde el borde vertical del corte.
- Cuando sea previsible el paso de peatones o el de vehículos junto el borde del corte de la zanja, se dispondrá de vallas móviles que estarán iluminadas cada 10,00 m con puntos de luz portátil y grado de protección no menor de IP – 44.

- El acopio de materiales y tierras, en zanjas de profundidad mayor a 1,30 m se realizará a una distancia no menor de 2,00 m del borde del corte de la zanja.
- Existirá un operario fuera de la zanja, siempre que la profundidad de ésta sea mayor de 1,30 m y haya alguien trabajando en su interior, para poder ayudar en el trabajo y pedir auxilio en caso de emergencia.
- En zanjas de profundidad mayor a 1,30 m y siempre que lo especifique la Dirección Facultativa, será obligatoria la colocación de entibaciones, sobresaliendo un mínimo de 20 cm del nivel superficial del terreno.
- Dada día y antes de iniciar los trabajos, se revisarán las entibaciones, tensando los codales que estén flojos, extremando estas precauciones en tiempo de lluvia, heladas o cuando se interrumpe el trabajo más de un día.
- Se tratará de no dar golpes a las entibaciones durante los trabajos de entibación.
- No se utilizarán las entibaciones como escalera, ni se utilizarán los codales como elementos de carga.
- En los trabajos de entibación, se tendrán en cuenta las distancias entre los operarios, según las herramientas que se empleen.
- Llegado el momento de desentibar las tablas se quitarán de una en una, alcanzando como máximo una altura de 1,00 m hormigonando a continuación el tramo desentibado para evitar el desplome del terreno, comenzando el desentibado siempre por la parte inferior de la zanja.
- Las zanjas que superen la profundidad de 1,30 m, será necesario usar escaleras para entrada y salida de las mismas de forma que ningún operario esté a una distancia superior a 30,00 m de una de ellas, estando colocadas desde el fondo de la excavación hasta 1,00 m por encima de la rasante, estando correctamente arriostrada en sentido transversal.
- Cuando el terreno excavado pueda transmitir enfermedades contagiosas se desinfectará antes de su transporte, no pudiéndose utilizar para préstamo, teniendo el personal equipaje adecuado para su protección.
- Se contará en la obra con una provisión de palancas, cuñas, barras, puntales, tablonés, etc. que se reservarán para caso de emergencia, no pudiéndose utilizar para la entibación.
- Además, se cumplirán todas las disposiciones generales sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo que existan y todas las Ordenanzas Municipales que sean de aplicación.

### Medición y Valoración

- Las excavaciones para zanjas se abonarán por  $m^3$ , sobre los perfiles reales del terreno y antes de rellenar.
- No se considerarán los desmoronamientos, o los excesos producidos por desplomes o errores.
- El contratista podrá presentar a la Dirección Facultativa para su aprobación el presupuesto concreto de las medidas a tomar para evitar los desmoronamientos cuando al comenzar las obras las condiciones del terreno no concuerden con las previstas en el Proyecto.

## 5.2. CARGA

### Descripción

Carga de tierras, escombros o material sobrante sobre camión.

### Condiciones Previas

- Se ordenarán las circulaciones interiores y exteriores de la obra para el acceso de vehículos, de acuerdo con el Plan de obra por el interior y de acuerdo a las Ordenanzas Municipales para el exterior.
- Se protegerán o desviarán las líneas eléctricas, teniendo en cuenta siempre las distancias de seguridad a las mismas, siendo de 3,00 m para líneas de voltaje inferior a 57.000 V y 5,00 m para las líneas de voltaje superior.

### Ejecución

- Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas conservarán el talud lateral que exija el terreno con ángulo de inclinación no mayor de 13º, siendo el ancho mínimo de la rampa de 4,50 m, ensanchándose en las curvas. Las pendientes con mayor inclinación no deben de superar el 12 % si es un tramo recto y el 8 % si es un tramo curvo, teniendo siempre en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos utilizados.
- Antes de salir el camión a la vía pública, se dispondrá de un tramo horizontal de longitud no menor a vez y media la separación entre ejes del vehículo y como mínimo de 6,00 m.

### Seguridad e Higiene

- La maquinaria a emplear mantendrá la distancia de seguridad a las líneas aéreas de energía eléctrica.
- Siempre que una máquina inicie un movimiento o dé marcha atrás o no tenga visibilidad, lo hará con una señal acústica y el conductor estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo, extremándose estas prevenciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo y/o se entrecrucen itinerarios, acotándose la zona de acción de cada máquina en su tajo.

- Antes de iniciarse la jornada se verificarán los frenos y mecanismos de seguridad de vehículos y maquinaria.
- Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante el trabajo.
- La salida a la calle de camiones será avisada por persona distinta al conductor, para prevenir a los usuarios de la vía pública.
- Se asegurará la correcta disposición de la carga de tierras en el camión, no cargándolo a los usuarios de la vía pública.
- Se asegurará la correcta disposición de la carga de tierras en el camión, no cargándolo más de lo admitido, cubriendo la carga con redes o lonas.
- Se establecerá una señalización y ordenación del tráfico de máquinas de forma sencilla y visible.
- La separación entre máquinas que trabajen en un mismo tajo será como mínimo de 30 metros.
- Se evitará el paso de vehículos sobre cables de energía eléctrica, cuando éstos no estén especialmente acondicionados para ello. Cuando no sea posible acondicionarlos y si no se pudiera desviar el tráfico, se colocarán elevados, fuera del alcance de los vehículos, o enterrados y protegidos por canalizaciones resistentes.
- La maniobra de carga no se realizará por encima de la cabina, sino por los laterales o por la parte posterior del camión.
- Durante la operación de carga, el camión tendrá que tener desconectado el contacto, puesto el freno de mano y una marcha corta metida para que impida el deslizamiento eventual.
- Siempre que se efectúe la carga, el conductor estará fuera de la cabina, excepto cuando el camión tenga la cabina reforzada.
- El camión irá siempre provisto de un extintor de incendios y un botiquín de primeros auxilios.

### Medición y Valoración

- Se medirán y valorarán los  $m^3$  de tierras cargadas sobre el camión.

## 5.3. TRANSPORTE

### Descripción

Traslado de tierras, escombros o material sobrante al vertedero.

### Condiciones previas

- Se ordenarán las circulaciones interiores y exteriores de la obra para el acceso de vehículos de acuerdo con el Plan de Obra para el interior y de acuerdo a las Ordenanzas Municipales para el exterior.
- Se protegerán o desviarán las líneas eléctricas, teniendo en cuenta siempre las distancias de seguridad a las mismas, siendo de 3,00 m para líneas de voltaje inferior a 57.000 V y 5,00 m para las líneas de voltaje superior.

### Ejecución

- La maquinaria a emplear mantendrá la distancia de seguridad a las líneas aéreas de energía eléctrica.
- Siempre que una máquina inicie un movimiento o dé marcha atrás o no tenga visibilidad, lo hará con una señal acústica y el conductor estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo, extremándose estas prevenciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo y/o se entrecrucen itinerarios, acotándose la zona de acción de cada máquina en su tajo.
- Antes de iniciarse la jornada se verificarán los frenos y mecanismos de seguridad de vehículos y maquinaria.
- Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante el trabajo.
- La salida a la calle de camiones será avisada por persona distinta al conductor, para prevenir a los usuarios de la vía pública.
- Se asegurará la correcta disposición de la carga de tierras en el camión, no cargándolo a los usuarios de la vía pública.
- Se asegurará la correcta disposición de la carga de tierras en el camión, no cargándolo más de lo admitido, cubriendo la carga con redes o lonas.
- Se establecerá una señalización y ordenación del tráfico de máquinas de forma sencilla y visible.
- La separación entre máquinas que trabajen en un mismo tajo será como mínimo de 30 metros.

- Se evitará el paso de vehículos sobre cables de energía eléctrica, cuando éstos no estén especialmente acondicionados para ello. Cuando no sea posible acondicionarlos y si no se pudiera desviar el tráfico, se colocarán elevados, fuera del alcance de los vehículos, o enterrados y protegidos por canalizaciones resistentes.
- El camión irá siempre provisto de un extintor de incendios y un botiquín de primeros auxilios.

### Medición y Valoración

- Se medirán y valorarán los  $m^3$  de tierras transportadas sobre el camión, incluyendo el esponjamiento que figure en Proyecto y el canon de vertedero, considerando en el precio la ida y la vuelta.

## 5.4. RELLENOS Y COMPACTACIONES. RELLENO Y EXTENDIDO

### Descripción

Echar tierras propias o de préstamo para rellenar una excavación, bien por medios manuales o por medios mecánicos, extendiéndola posteriormente.

### Componentes

Tierras propias procedentes de la excavación o de préstamos autorizados por la Dirección Facultativa.

### Condiciones previas

- Se colocarán puntos fijos de referencia exteriores al perímetro de la explanación, sacando las cotas de nivel y desplazamiento, tanto horizontal como vertical.
- Se solicitará a las compañías suministradoras información sobre las instalaciones que puedan ser afectadas por la explanación, teniendo siempre en cuenta la distancia de seguridad a los tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.
- El solar se cerrará con una valla de altura no inferior a 2,00 m, colocándose a una distancia del borde del vaciado no menor de 1,50 m, poniendo luces rojas en las esquinas del solar y cada 10,00 m lineales, si la valla dificulta el paso de peatones.
- Cuando entre el cerramiento del solar y el borde del vaciado exista separación suficiente, se acotará con vallas móviles o banderolas hasta una

distancia no menor de dos veces la altura del vaciado en este borde. No será necesario en el caso de haber realizado previamente estructura de contención.

### Ejecución

- Si el relleno tuviera que realizarse sobre terreno natural, se realizará en primer lugar el desbroce y limpieza del terreno, se seguirá con la excavación y extracción de material inadecuado en la profundidad requerida por el Proyecto, escarificándose posteriormente el terreno para conseguir la debida trabazón entre el relleno y el terreno.
- Cuando el relleno se asiente sobre un terreno que tiene presencia de aguas superficiales o subterráneas, se desviarán las primeras y se captarán y conducirán las segundas, antes de comenzar la ejecución.
- Si los terrenos fueran inestables, apareciera turba o arcillas blandas, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.
- El relleno se ejecutará por tongadas sucesivas de 20 cm de espesor, siendo los materiales de cada tongada de características uniformes.
- Una vez extendida la tongada se procederá a su humectación si es necesario, de forma que le humedecimiento sea uniforme.
- En los casos especiales en que la humedad natural de material sea excesiva, se procederá a su desecación, bien por oreo o por mezcla de materiales secos o sustancia apropiadas.
- El relleno de los trasdós de los muros se realizará cuando éstos tengan la resistencia requerida y no antes de los 21 días si es de hormigón.
- Después de haber llovido no se extenderá una nueva tongada de relleno o terraplén hasta que la última se haya secado, o se escarificará añadiendo la siguiente tongada más seca, hasta conseguir que la humedad final sea la adecuada.
- Si por razones de seguridad hubiera que humedecer una tongada se hará de forma uniforme, sin que existan encharcamientos.
- Se pararán los trabajos de terraplenado cuando la temperatura descienda de 2º C.
- Se procurará evitar el tráfico de vehículos y máquinas sobre tongadas ya compactadas.

### Control

- Cuando las tongadas sean de 20 cm de espesor, se rechazarán los terrones mayores de 8 cm y de 4 cm en el caso de que las capas de relleno sean de 10 cm.

- En las franjas de borde de relleno, con una anchura de 2,00 m, se fijará un punto cada 100,00 m, tomándose una Muestra para realizar ensayos de Humedad y Densidad.
- En el resto del relleno, que no sea franja de borde, se controlará un lote por cada 5.000 m<sup>2</sup> de tongada, cogiendo 5 muestras de cada lote, realizándose ensayos de Humedad y Densidad.
- Se comprobarán las cotas de replanteo del eje, colocando una mira cada 20,00 m, poniendo estacas niveladas en mm. En estos puntos se comprobará la anchura y la pendiente transversal.
- Desde los puntos de replanteo se comprobará si aparecen desigualdades de anchura, de rasante o de pendiente transversal, aplicando una regla de 3,00 m en las zonas en las que pueda haber variaciones no acumulativas entre lecturas de  $\pm 5$  cm y de 3 cm en las zonas de viales.
- Cada 500 m<sup>3</sup> de relleno se realizarán ensayos de Granulometría y de Equivalente de arena, cuando el relleno se realice mediante material filtrante, teniendo que ser los materiales filtrantes a emplear áridos naturales o procedentes de machaqueo y trituración de piedra de machaqueo o grava natural, o áridos artificiales exentos de arcilla y marga.
- El árido tendrá un tamaño de 75 mm, cedazo 80 UNE, siendo el cernido acumulado en el tamiz 0.080 UNE igual o inferior al 5 %.

### Control

- NLT – 107
- NTE – ADZ/1.976 – Desmontes, zanjas y pozos

### Seguridad e Higiene

- La maquinaria a emplear mantendrá la distancia de seguridad a las líneas aéreas de energía eléctrica.
- Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas conservarán el talud lateral que exija el terreno con ángulo de inclinación no mayor de 13º, siendo el ancho mínimo de la rampa de 4,50 m, ensanchándose en las curvas. Las pendientes con mayor inclinación no deben de superar el 12 % si es un tramo recto y el 8 % si es un tramo curvo, teniendo siempre en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos utilizados.
- Siempre que una máquina inicie un movimiento o dé marcha atrás o no tenga visibilidad, lo hará con una señal acústica y el conductor estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo, extremándose estas prevenciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo y/o se

entrecrucen itinerarios, acotándose la zona de acción de cada máquina en su tajo.

- Antes de iniciarse la jornada se verificarán los frenos y mecanismos de seguridad de vehículos y maquinaria.
- No se acumulará el terreno de la excavación, ni otros materiales, junto a bordes de coronación del vaciado, debiendo estar separado de éste una distancia no menor de dos veces la altura del vaciado.
- Se evitará la formación de polvo mediante el riego y la utilización de mascarilla y material adecuado por parte del personal será obligatorio.
- Cuando un vehículo de carga se acerque al borde del vaciado, se colocarán topes de seguridad, comprobándose previamente la resistencia del terreno en ese punto.
- Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por personas distintas al conductor.
- Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante el periodo de trabajo.
- La salida a la calle de camiones será avisada por persona distinta al conductor, para prevenir a los usuarios de la vía pública.
- Se asegurará la correcta disposición de la carga de tierras en el camión, no cargándolo más de lo admitido, cubriendo la carga con redes o lonas.
- Se establecerá una señalización y ordenación del tráfico de máquinas de forma sencilla y visible.
- La separación entre máquinas que trabajen en un mismo tajo será como mínimo de 30 metros.
- Además, se cumplirán todas las disposiciones generales sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo que existan y todas las Ordenanzas Municipales que sean de aplicación.

### Medición y Valoración

- Se medirán y valorarán los  $m^3$  de tierras cargadas sobre el camión.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Doc. N°5:

# PRESUPUESTO

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN TURBINA EÓLICA LAGERWEY 18/80

Jon Irigoyen Fresneda

Vicente Senosiain Miguez

Pamplona, 21/02/2014



## ÍNDICE

1. PRESUPUESTO PROYECTO INSTALACIÓN AEROGENERADOR .....	2
CAPÍTULO 1 AEROGENERADOR.....	2
CAPÍTULO 2 OBRA CIVIL .....	3
CAPÍTULO 3 TRANSPORTE .....	5
CAPÍTULO 4 MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA.....	6
CAPÍTULO 5 ESTUDIOS Y DISEÑO .....	6
CAPÍTULO 6 IMPREVISTOS, I.V.A. Y BENEFICIO INDUSTRIAL.....	6
TOTAL INSTALACIÓN LAGERWEY 18/80.....	6
RESUMEN PRESUPUESTO INSTALACIÓN.....	7
2. PRESUPUESTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	8
MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL .....	8
MANTENIMIENTO DE ACTUALIZACIÓN.....	8
RESUMEN PRESUPUESTO MANTENIEMIETO ANUAL.....	9

# 1. PRESUPUESTO PROYECTO INSTALACIÓN AEROGENERADOR

## CAPÍTULO 1 AEROGENERADOR

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
C1.01	<b>AEROGENERADOR LAGERWERY 18/80</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aerog. de 2ª mano procedente de parque eólico de Holanda</li> <li>• Potencia unitaria 80 kW, con conexión a red</li> <li>• Potencia de la red 400 V <math>\pm</math> 10%</li> <li>• Frecuencia de la red 50/60 Hz <math>\pm</math> 3 Hz</li> <li>• Potencia específica 315 W/m<sup>2</sup></li> <li>• 2 palas, Ø18 m, 254 m<sup>2</sup> de área barrida</li> </ul>	1	22.500 €	<b>22.500 €</b>
C1.02	<b>REACONDICIONAMIENTO DEL AEROGENERADOR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lubricante elem. Reutilizables</li> <li>• Sustitución de rodamientos</li> <li>• Reparación de elem. Giratorios</li> <li>• Revisión y reparación de transmisión</li> <li>• Reparación caja de engranajes</li> <li>• Reparación sistema de frenado</li> <li>• Sustitución de aceites</li> <li>• Pintura y tratamientos superficiales</li> <li>• Reparación de palas</li> <li>• Inspección mecanismo sobre-velocidad</li> <li>• Operario para desmontaje</li> <li>• Operario para supervisión</li> <li>• Operario reparación o sustitución</li> <li>• Pintor</li> </ul>	1	11.540 €	<b>11.540 €</b>
<b>TOTAL CAPITULO 1 AEROGENERADOR</b>				<b>34.040 €</b>

## CAPÍTULO 2 OBRA CIVIL

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>C2.01</b>	<b>ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO</b> Se procederá a acondicionar el camino de acceso y la plataforma de montaje, así como la zonda donde irá situado el aerogenerador.			
	Zahorra artificial	5 m <sup>3</sup>	6,19 €/m <sup>3</sup>	30,95 €
	Alquiler desbrozadora	1x1 día	26,00€/día	26,00 €
	Gasolina desbrozadora	10 l	1,38 €/l	13,80 €
	M.O.	24 h	10,00 €/h	240 €
	<b>TOTAL</b>			<b>311 €</b>

<b>C2.02</b>	<b>CIMENTACIÓN</b> La cimentación está basada en una zapata cuadrada de hormigón armado de dimensiones: 7,5 x 7,5 m y profundidad de 1,4 m.			
	Excavación en tierra	110 m <sup>3</sup>	6,49 €/m <sup>3</sup>	713,90 €
	Hormigón de limpieza HM-15	4 m <sup>3</sup>	39,96 €/m <sup>3</sup>	159,84 €
	Hormigón HA-30/P/20/IIa	74 m <sup>3</sup>	61,19 €/m <sup>3</sup>	4528,06 €
	Varilla corrugada Ø10 mm, L = 7320 mm de acero B-400 S	184	3,07 €	564,88 €
	Varilla corrugada Ø10 mm, L = 7320 mm (aro cuadrado) de acero B-400 S	16	3,61 €	57,76 €
	Varilla corrugada Ø16 mm, L = 3200 mm de acero B-400 S	140	3,44 €	481,60 €
	Varilla corrugada Ø10 mm curvada Ø1230 mm de acero B-400 S	4	1,62 €	6,48 €
	Varilla corrugada Ø20 mm, L = 9300 mm de acero B-400 S	46	15,60 €	717,60 €
	Picas de acero cobreado Ø20 mm, L = 2000 mm	4	24,10 €	96,40 €
	Jaula unión torre aerogenerador	1	1.800 €	1.800 €
	Tubo PVC paso de cables Ø110 mm	5 m	1,20 €/m	6,00 €
	Tubo metálico paso de cables comunicación Ø32 mm	5 m	8,15 €/m	40,75 €
	Tubo auxiliar Ø40 mm	5 m x 2	0,8 €/m	8 €
	Cable desnudo de cobre de sección 50 mm <sup>2</sup>	15 m	5,95 €/m	89,25 €
	Mortero de nivelación (Autonivelante de resistencia >350 kg/cm <sup>2</sup> )	0,1 m <sup>3</sup>	144,00 €	14,40 €
	Mano de obra	40h x 5	12,5 €/h	2.500 €
	<b>TOTAL</b>			<b>11.785 €</b>



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>C2.03</b>	<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA + OBRA CIVIL</b> La instalación eléctrica consistirá en llevar todo el cableado al cuadro eléctrico y conectarlo a red. Se sustituirán los componentes de la caja de control.			
	Excavación en tierra	33,6, m <sup>3</sup>	6,49 €/m <sup>3</sup>	218,00 €
	Tubería corrugada Ø110 mm	50 m	1,2 €/m	60,00 €
	Hormigón de limpieza HM-15	5, m <sup>3</sup>	39,96 €/m <sup>3</sup>	167,83 €
	Cable cobre con aislamiento de sección 50 mm <sup>2</sup>	50 m x 4	7,3 €/m	1460,00 €
	Arqueta prefabricada de hormigón	2	167,88 €	335,76 €
	Tapas para arqueta de polipropileno	2	127,91 €	225,782€
	Mano de Obra	72 h	12,4 €	892,80€
	<b>TOTAL</b>			<b>3.359 €</b>

	TOTAL OBRA CIVIL			15.455 €
	IMPREVISTOS (15%)			2.318 €

	<b>CAPITULO 2 OBRA CIVIL</b>			<b>17.773 €</b>
--	------------------------------	--	--	-----------------

### CAPÍTULO 3 TRANSPORTE

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>C3.01</b>	<b>VEHÍCULO ARTICULADO DE CARGA GENERAL (transporte de torre y góndola)</b> Capacidad de carga: 25.000 kg M.M.A.: 40.000 kg Número de ejes: 5 Número de neumáticos: 12			
	Distribución del coste en %:			
	• Amortización del vehículo	10,5 %		
	• Financiación del vehículo	0,8 %		
	• Personal de conducción	23,3 %		
	• Seguros	5,3 %		
	• Coste fiscal	0,8 %		
• Dietas	11,4 %			
• Combustible	38,0 %			
• Neumáticos	5,3 %			
• Mantenimiento	1,6 %			
• Reparaciones	3,0 %			
	Sin carga	1.391 km	1,122 €/km	1.561 €
	Con carga	1.391 km	1,320 €/km	1.820 €
	Carga y Descarga	2	650 €	1.300 €
	<b>TOTAL</b>			<b>4.681 €</b>

<b>C3.02</b>	<b>VEHÍCULO 2 EJES DE CARGA GENERAL (para resto de componenetes)</b> Capacidad de carga: 9.500 kg M.M.A.: 18.000 kg Número de ejes: 2 Número de neumáticos: 6			
	Distribución del coste en %:			
	• Amortización del vehículo	5,6 %		
	• Financiación del vehículo	0,4 %		
	• Personal de conducción	37,2 %		
	• Seguros	5,3 %		
	• Coste fiscal	1,2 %		
• Dietas	12,8 %			
• Combustible	37,6 %			
• Neumáticos	2,9 %			
• Mantenimiento	1,7 %			
• Reparaciones	2,2 %			
	Sin carga	1.391 km	0,936 €/km	1.302 €
	Con carga	1.391 km	1,101 €/km	1.532 €
	Carga y Descarga	2	450 €	900 €
	<b>TOTAL</b>			<b>3.734 €</b>
<b>TOTAL CAPITULO 3 TRANSPORTE</b>				<b>8.415 €</b>

## CAPÍTULO 4 MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>C4.01</b>	<b>MONTAJE (grúa TAREX-DEMAG AC 80, GRÚAS ORAA S.A.)</b> El montaje del aerogenerador se efectuará en varias fases (torre, góndola y rotor) Se llevará a cavo en un plazo de 1 día laborable de 8h de trabajo			
	Alquiler grúa + operario grúa	8 h	220 €/h	1.760 €
	Operarios montaje	3 x 8 h	14 €/h	336 €
	Ingeniero de obra	8 h	22 €/h	176 €
	<b>TOTAL</b>			<b>2.272 €</b>
<b>C4.02</b>	<b>PUESTA EN MARCHA (KOSHKIL SYSTEMS S.L.)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Repaso de las instalaciones y conexiones eléctricas</li> <li>• Comprobación del correcto funcionamiento</li> <li>• Puesta en marcha final</li> </ul>			
	<b>TOTAL</b>			<b>1.620 €</b>
	<b>TOTAL CAPITULO 4 MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA</b>			<b>3.892 €</b>

## CAPÍTULO 5 ESTUDIOS Y DISEÑO

Ingeniero diseño proyecto	300 h	18 €/h	5.400 €
<b>TOTAL CAPITULO 5 ESTUDIOS Y DISEÑO</b>			<b>5.400 €</b>

## CAPÍTULO 6 IMPREVISTOS, I.V.A. Y BENEFICIO INDUSTRIAL

TOTAL CAPITULOS 1, 2, 3, 4 Y 5	69.520 €
BENEFICIO INDUSTRIAL (10%)	6.952 €
I.V.A. (21%)	16.059 €
<b>TOTAL CAPITULO 6 I.V.A. Y B.I.</b>	<b>23.011 €</b>

**TOTAL INSTALACIÓN LAGERWEY 18/80 92.531 €**



## RESUMEN PRESUPUESTO INSTALACIÓN

AEROGENERADOR .....	34.040 €
OBRA CIVIL .....	17.773 €
TRANSPORTE .....	8.415 €
MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA .....	3.892 €
ESTUDIOS Y DISEÑO .....	5.400 €
BENEFICIO INDUSTRIAL .....	6.952 €
I.V.A. ....	16.059 €
<b>TOTAL PROYECTADO</b>	<b>92.531 €</b>

## 2. PRESUPUESTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Dado que el aerogenerador es de 2ª mano, se realizará 4 revisiones anuales de acorde a los cambios de estación. Donde se procederá a:

### MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
C2.01	<b>AEROGENERADOR LAGERWERY 18/80</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Comprobación y reapriete de toda la tornillería correspondiente a la unión con la zapata.</li><li>• Revisión visual de desperfectos en torre, palas o cabina de la góndola.</li><li>• Revisión de instalación eléctrica.</li><li>• Engrase de todos los rodamientos y mecanismos necesarios, así como los correspondientes cambios de aceite.</li><li>• Se llevará a cavo por 2 profesionales correctamente cualificados.</li></ul>	4	220 €	880 €

El total del presupuesto de mantenimiento preventivo asciende a la cuantía de **ochocientos ochenta euros**.

En el caso de avería el propietario de aerogenerador será el asuma los gastos de reparación del mismo. Por ello hay que tener en cuenta un gasto por mantenimiento de actualización de las posibles piezas a reparar o reemplazar.

### MANTENIMIENTO DE ACTUALIZACIÓN

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
C2.02	<b>AEROGENERADOR LAGERWERY 18/80</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Posibles elementos a reemplazar por rotura o fallo.</li></ul>		8640 €	8640 €

Se estima que el coste del mantenimiento de actualización rondará los 8640 € a lo largo de su vida útil, lo cual lleva a un gasto anual de **setecientos veinte euros**.



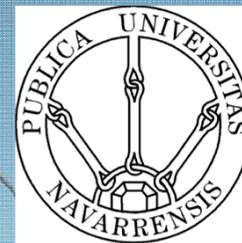
## RESUMEN PRESUPUESTO MANTENIMIENTO ANUAL

PREVENTIVO .....	880 €
ACTUALIZACIÓN .....	720 €

<b>TOTAL MANTENIMIENTO ANUAL</b>	<b>1.600</b>
----------------------------------	--------------



# Procedimiento de implantación la turbina eólica LAGERWEY 18/80



Autor: JON IRIGOYEN FRESNEDA  
Tutor: VICENTE SENOSIAIN MIGUELZ

21 Febrero de 2014

## 1. DEFINICIÓN

Energía eólica es la energía obtenida del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire y que es transformada en otras formas útiles para las actividades humanas.

El término “eólico” viene del latín “Aeolicus”, perteneciente o relativo a Eolo, dios de los vientos de la mitología griega. La energía eólica ha sido aprovechada desde la antigüedad para mover los barcos impulsados por velas o hacer funcionar molinos para trabajos de campo.





## 1. ANTECEDENTES

- Históricamente en España la eólica se ha utilizando ***en instalaciones aisladas***.
- Así como la eólica de gran potencia ha demostrado su viabilidad la mini-eólica está desaprovechando la oportunidad de aportar energía de forma ***distribuida***.
- Para permitir el despegue de la eólica de pequeña potencia se considera necesario ***diferenciarlas*** de la generación masiva.
- Plataforma para el Impulso de la Generación Distribuida y el Autoconsumo Energético (CENER, IDEA, Plataformas de consumidores,...), una de sus peticiones es el ***desarrollo del Real Decreto de Balance Neto***. Bajo el lema

*“Consume tu propia energía”*

## Oportunidades y perspectivas

- La mini-eólica es una energía renovable con gran potencial y que está suscitando **gran interés** en la sociedad actual.
- A nivel internacional se está apostando por la mini-eólica (Txina, USA, R.U.,...)
- **Perspectivas** del mercado:

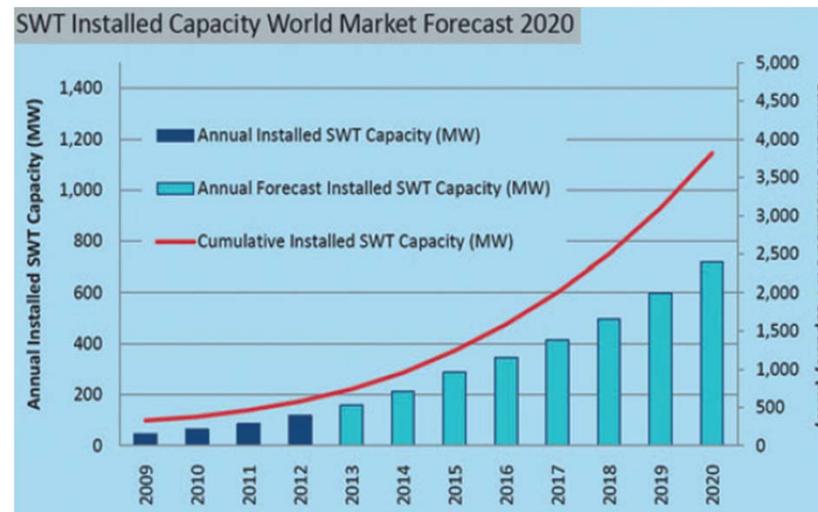


Figura 1.5. Estimaciones de capacidad instalada en 2020.  
Fuente: Small Wind Report 2012 (WWEA).

## 2. EVALUACIÓN DEL RECURSO EÓLICO

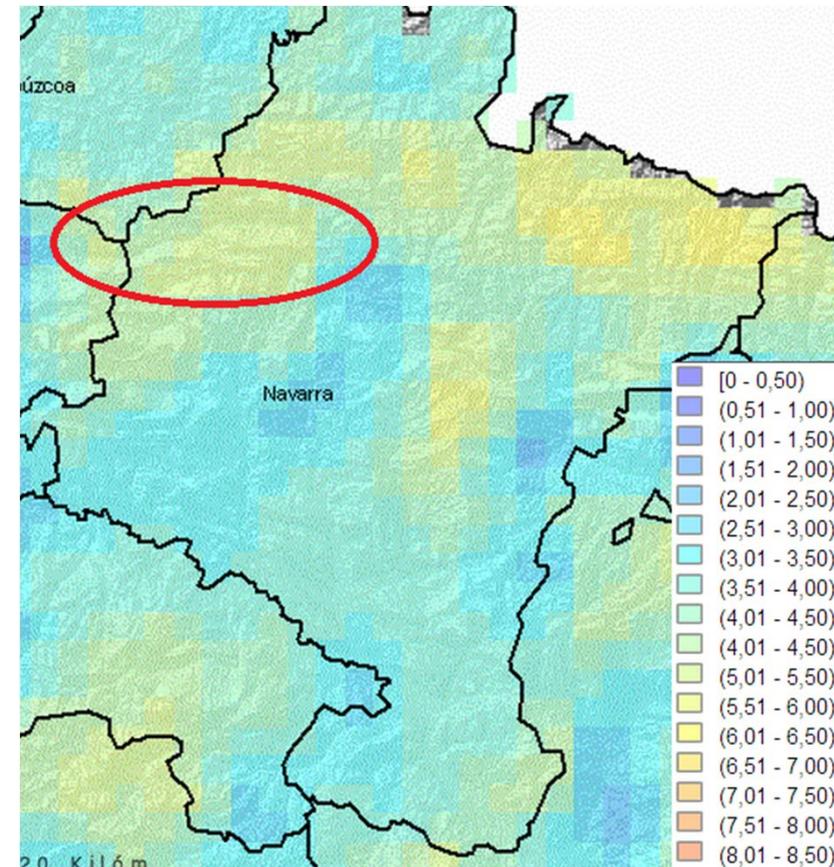
- Para la obtención de datos: *CENER global wind map*

- **Bakaiku:**

- **4,79 m/s**

- **Hiriberri:**

- **5,22 m/s**

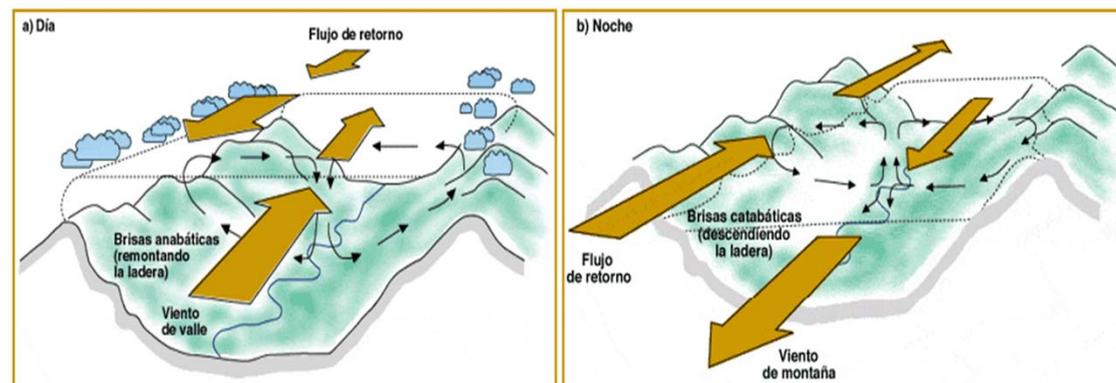




### 3. EMPLAZAMIENTO FINAL



- Mejor viabilidad técnica:
  - Mayor Velocidad de viento
  - Mejor disposición a viento de valle y viento de montaña
- Acuerdos con propietarios
- Afecciones medioambientales
- Impacto social



## Ubicación Final



- Coordenadas: 42° 54' 56.8" N, 01° 54' 09.3" O
- Altura: 450 m

## 4. AEROGENERADOR

Para la selección del aerogenerador se hizo un pequeño estudio económico para asegurarnos que elegimos el adecuado

ENDURANCE WIND POWER E-3120 (50 Kw)	
<p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencia nominal: 50 kW</li> <li>• Vel. puesta en marcha: 3,5 m/s</li> <li>• Vel. límite para generación: 25 m/s</li> <li>• Vel. supervivencia: 52 m/s</li> <li>• Altura: 30,5 - 42,7 m</li> <li>• Producción anual (5,22 m/s): 126.912 kWh</li> <li>• Precio (instalado): 375.000 – 400.000 €</li> <li>• Vida útil: min 20 años</li> </ul>	

Aerogenerador	Potencia nominal (W)	Precio (€)	€/W
E-3120 (Nuevo)	50000	400.000	8,00

Aerogenerador	kWh generados	€	€/kWh
E-3120	2538240 (20 años)	400.000	0,15759

<b>LAGERWEY 18/80 (80 Kw)</b>	
<p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencia nominal: 80 kW</li> <li>• Vel. puesta en marcha: 3,0 m/s</li> <li>• Vel. límite para generación: 25 m/s</li> <li>• Vel. supervivencia: 60 m/s</li> <li>• Altura: 18 - 39 m</li> <li>• Producción anual (5,22 m/s): 113.760 kWh</li> <li>• Precio (instalado): 95.000 – 115.000 €</li> <li>• Vida útil: 10-12 años (2ª mano)</li> </ul>	

Aerogenerador	Potencia nominal (W)	Precio (€)	€/W
LAGERWEY 18/80 (2ª mano)	80000	115.000	1,44

Aerogenerador	kWh generados	€	€/kWh
LAGERWEY 18/80	1365120 (12 años)	115.000	0,08424

**P21-100 WIND TURBINE (100 Kw)**

Características:

- Potencia nominal: 100 kW
- Vel. puesta en marcha: 3,0 m/s
- Vel. límite para generación: 25 m/s
- Vel. supervivencia: 59,0 m/s
- Altura: 36 m
- Producción anual (5,22 m/s): 185.900 kWh
- Precio (instalado): 500.000 €
- Vida útil: 20 años

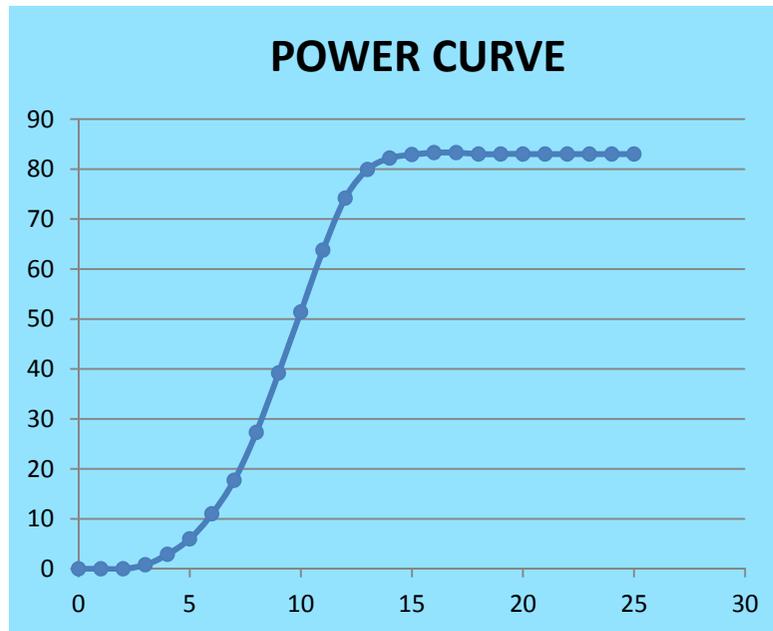


Aerogenerador	Potencia nominal (W)	Precio (€)	€/W
P21-100 (Nuevo)	100000	500.000	5,00

Aerogenerador	kWh generados	€	€/kWh
P21-100	3718000 (20 años)	500.000	0,13448



## LAGERWEY 18/80 (80 Kw)



HORAS	PRODUCCIÓN (kWh)
411	0
753	0
1230	984
1496	4339
1137	6820
883	9713
718	12715
580	15834
410	16085
269	13809
171	10931
85	6332
45	3622
29	2384
18	1492
10	805
6	472
2	166
2	166
0	0
<b>PRODUCCIÓN TOTAL</b>	<b>106669</b>
<b>PRODUCCIÓN REAL</b>	<b>94343</b>



## *Características técnicas*

- Velocidad de conexión: 3 m/s
- Velocidad potencia nominal: 12 m/s
- Velocidad de corte: 25 m/s
- Tensión de la red: 400 V  $\pm$  10%
- Frecuencia de la red: 50/60 Hz  $\pm$  3 Hz
- Potencia específica: 315 W/m<sup>2</sup>
- Vida útil (2ª mano): 12 años
- Generador: Asíncrono de 4 polos
- Altura: 30 m
- Sistemas de seguridad: Mecánico (palas)  
Eléctrico  
Bloqueo Manual

## *Reacondicionamiento*

- Limpieza y inspección de componentes.
- Reparar o remplazar componentes dañados.
- Limpieza de lubricante y pintura nueva.
- Inspeccionar todos los elementos giratorios
- Caja de engranajes desmontada y revisada.
- Limpiar y inspeccionar generador.
- Sustituir lubricante antiguo por uno nuevo.
- **Equilibrado de las palas.**
- ...

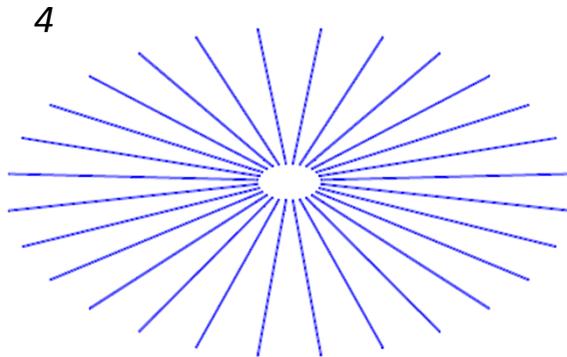
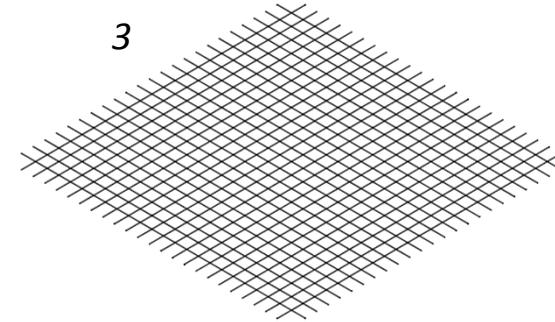
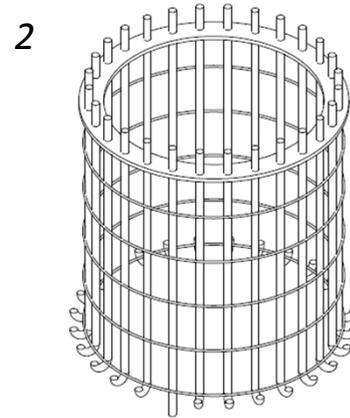
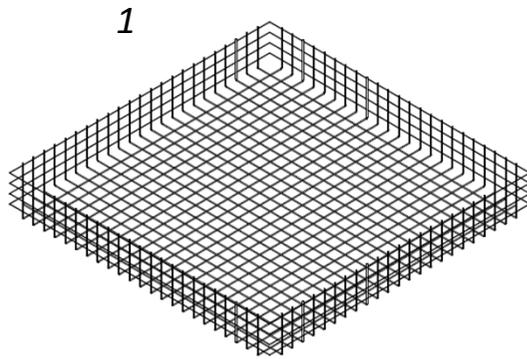


## 5. INSTALACIÓN

### 1- Limpieza y acondicionamiento



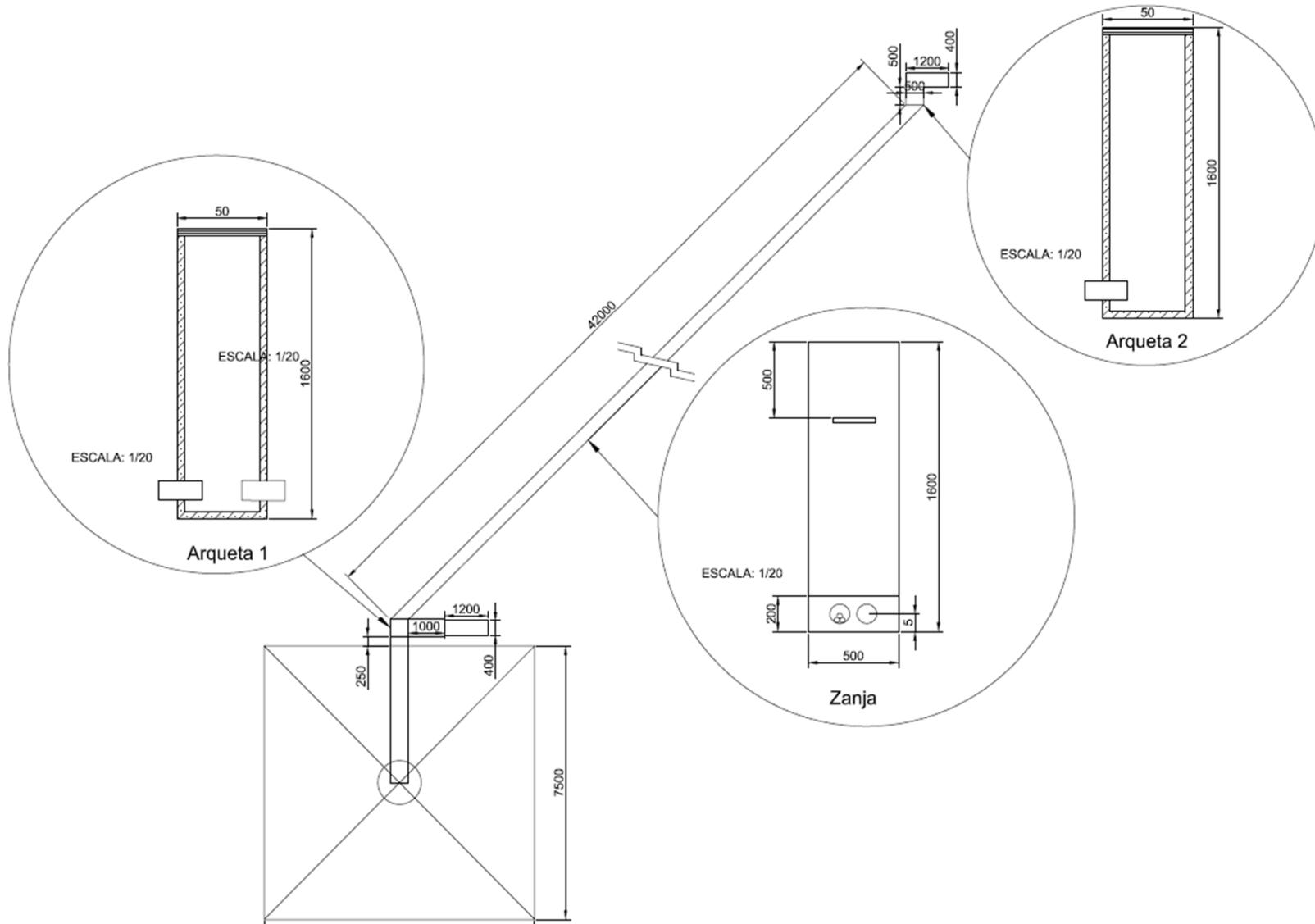
## 2- Obra civil (cimentación y zanja canalización de cables)

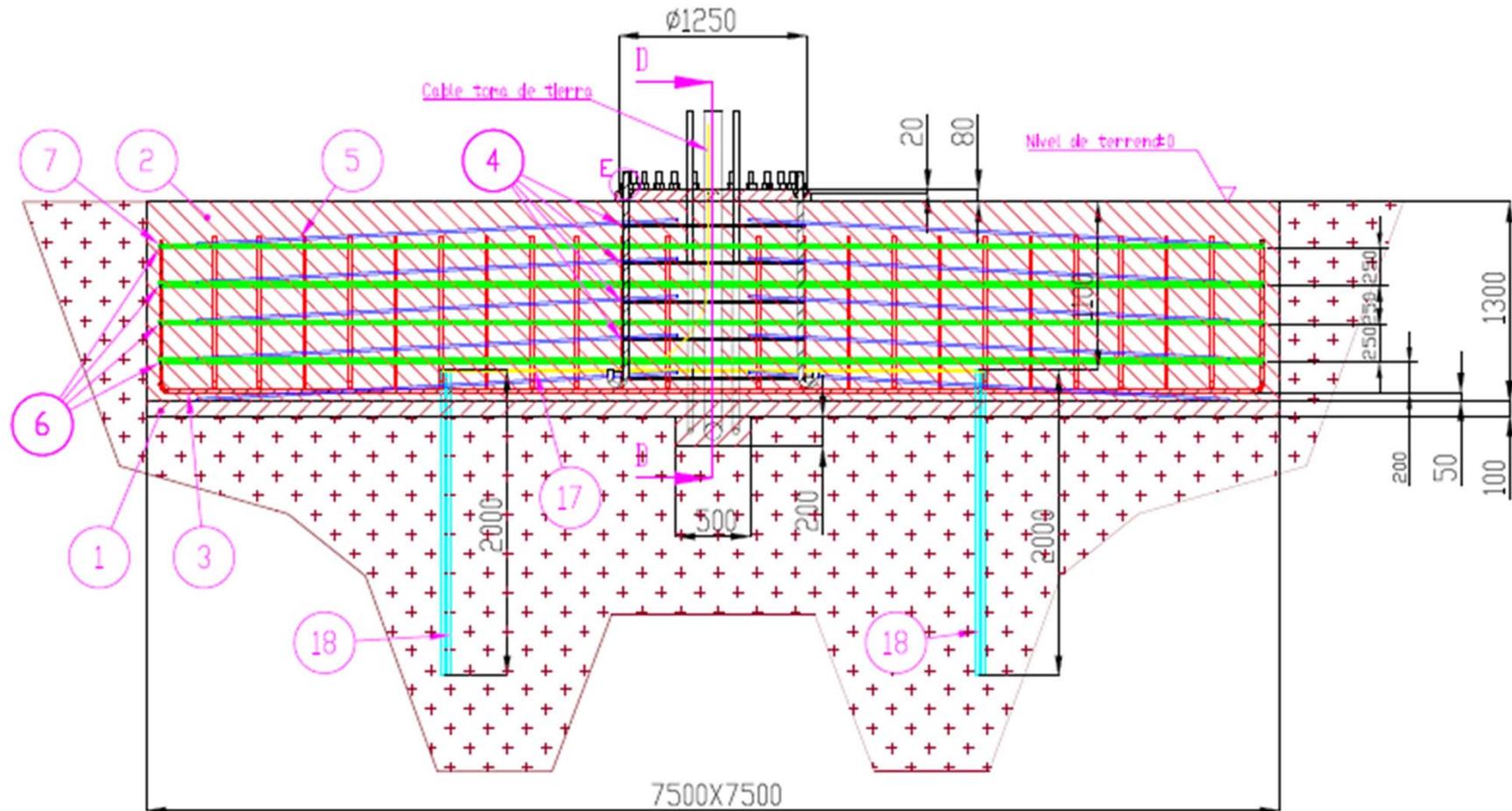




# JON IRIGOYEN FRESNEDA

## INSTALACIÓN TURBINA EÓLICA LAGERWEY 18/80

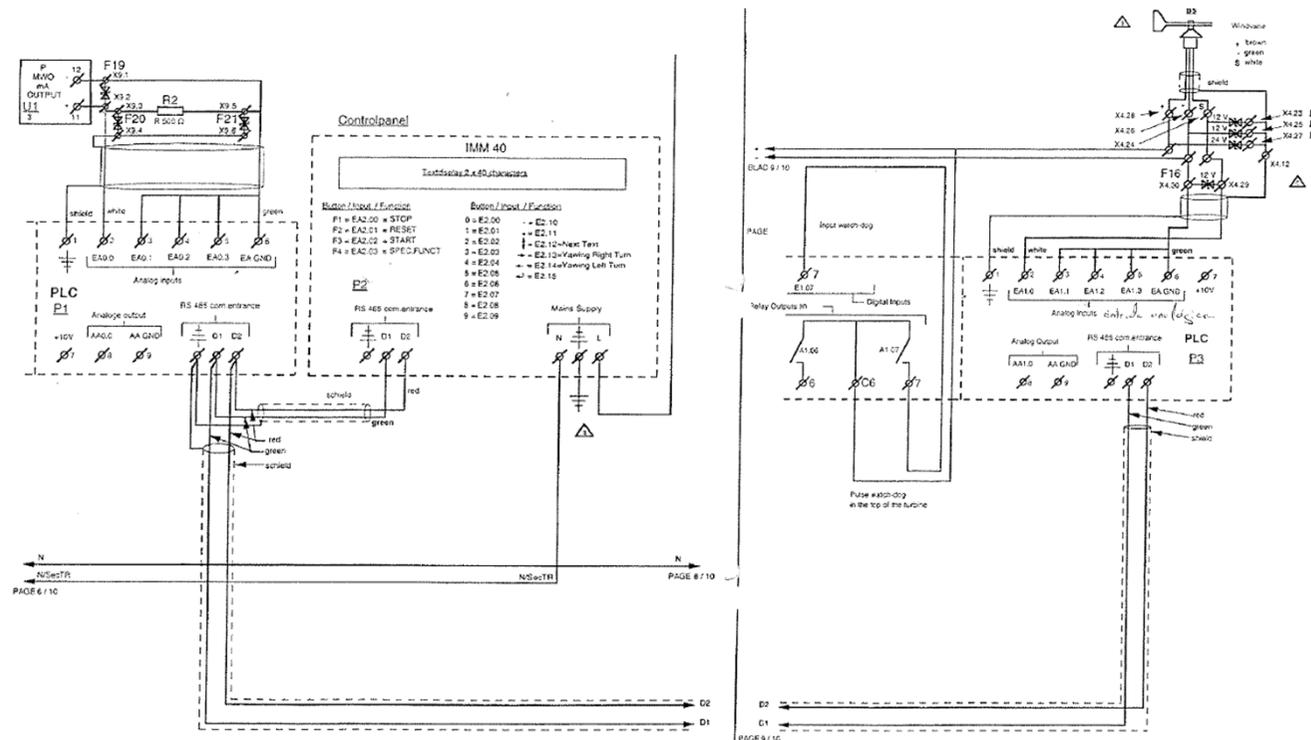






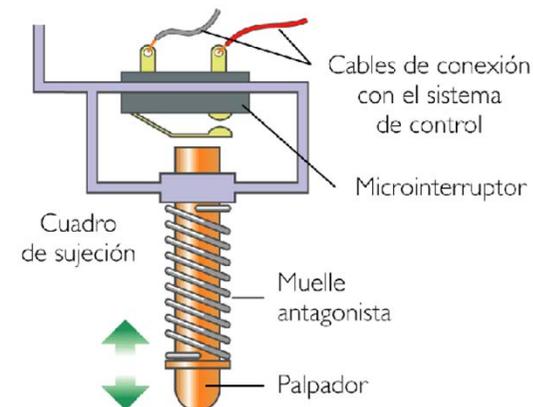
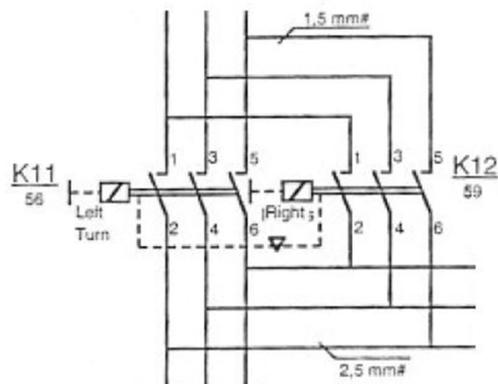
### 3- Instalación eléctrica

**Control meteorológico:** El control meteorológico se ejerce mediante la Veleta (B5) y el Anemómetro (B3). Estos datos son enviados mediante una entrada analógica al PLC (P3) el cual se comunica con el PLC (P1) y con el controlador (P2).

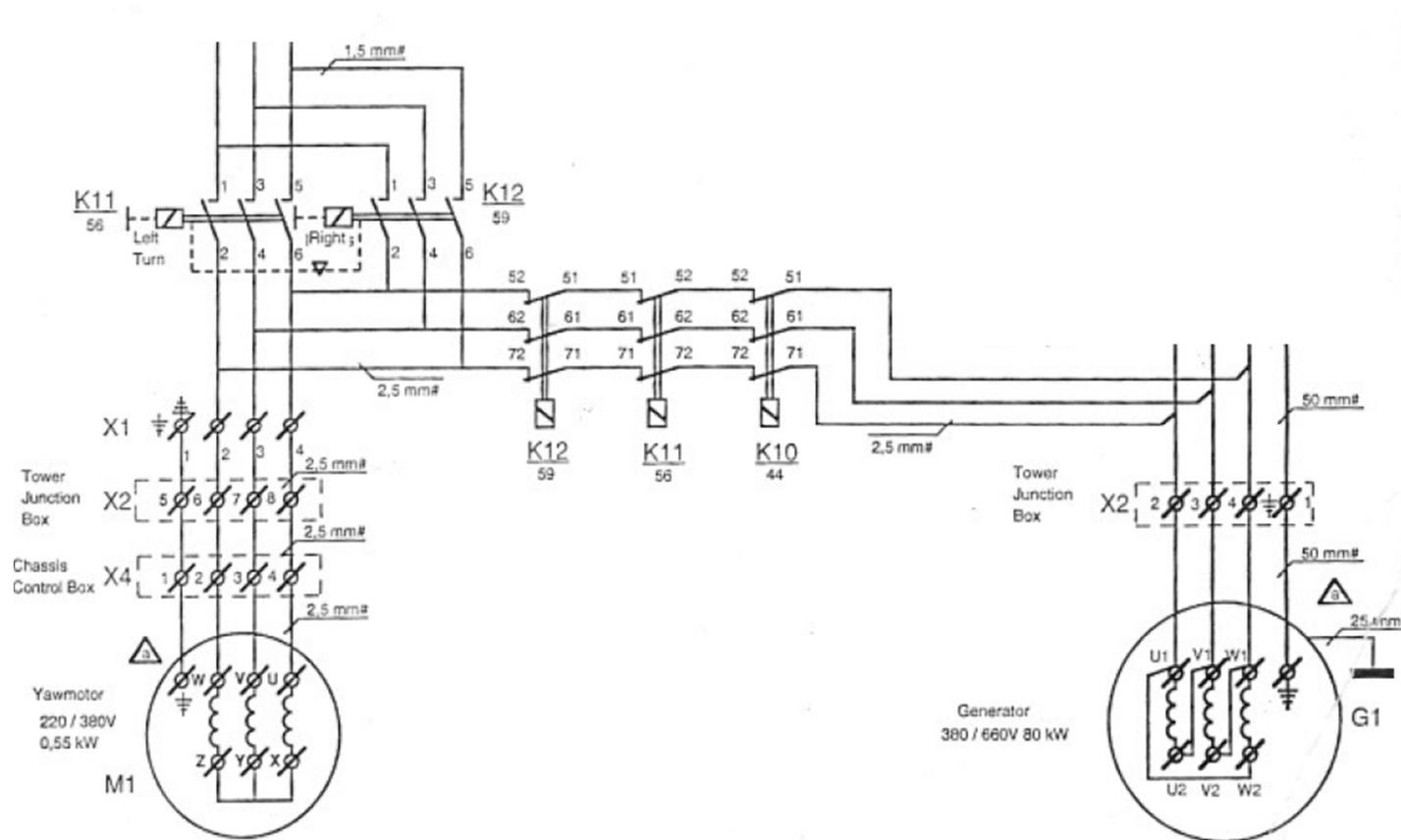


**Posicionamiento del aerogenerador:** el PLC (P1) es el encargado de actuar en los relés K11 (Giro a Izquierda) y K12 (Giro a Derecha) según convenga. Para ello utiliza una configuración llamada inversor de giro

**Control de posicionamiento de la góndola:** Los finales de carrera tipo mecánicos (S2, 3, 4, 5) controlan el nº de vueltas que ha dado la góndola en un sentido. Al girar la góndola W6, W7, W8, W9 son sometidos a torsión, por ello, los finales de carrera indican cuando ha llegado al final de carrera obligando a girar al Motor de Orientación hacia un lado o a otro según convenga .

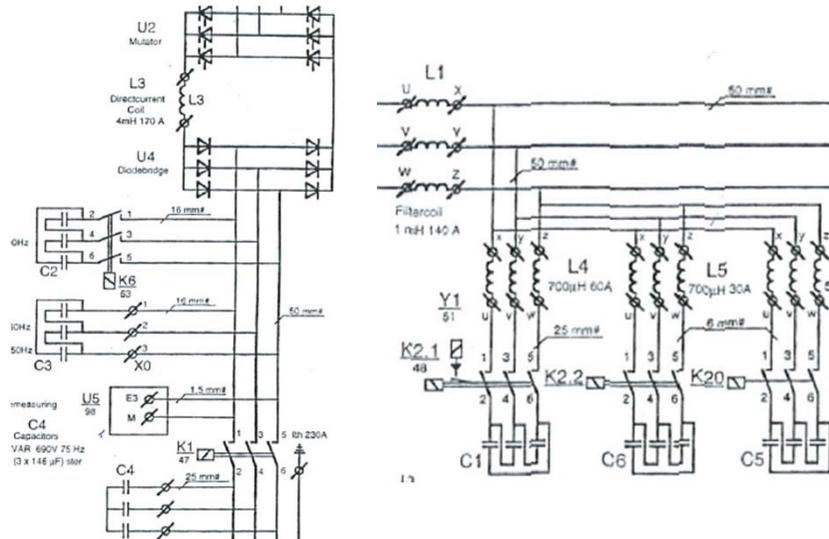


**Sistema de seguridad eléctrico:**



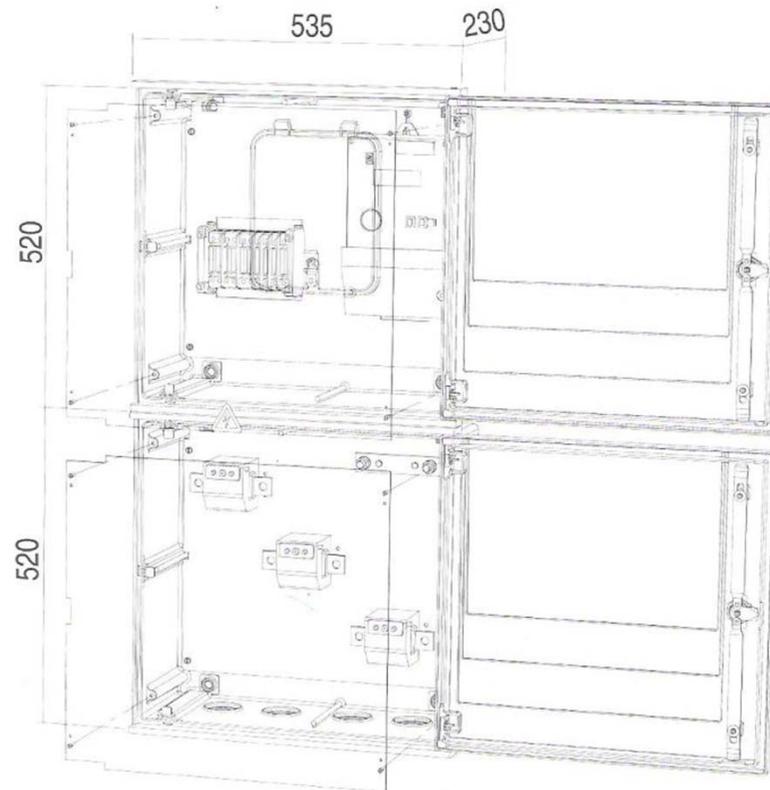
**El Generador:** es asíncrono de 4 polos, que genera en C.A. tiene un convertidor de frecuencia conectado al rotor que permite el control de la tensión y de la intensidad del mismo. Gracias al control sobre estos parámetros conseguimos que la máquina permanezca constantemente sincronizada con la red, aunque varíen las velocidades de viento y con esto las velocidades de giro del rotor.

Se logra a través del principio CA/CC/CA mediante el puente de diodos y los botes de condensadores C2, C3 y C4.



Los botes de condensadores C1, C5 y C6 sirven para absorber la E.A. generada por el generador.

**Conexión a red:** teniendo en cuenta el manual técnico de Iberdrola (*Conjuntos de Aparata de Baja y Media Tensión según Normativa Iberdrola*), nos obliga a instalar el cuadro con referencia UR-CMT300E-B





## 6. ESTUDIO ECONÓMICO

### 1- Plan compromiso Pymes (3.0A)

ESTUDIO ECONÓMICO INSTALACIÓN TURBINA EÓLICA LAGERWEY 18/80 (Plan Compromiso Pymes 3.0A)			
Datos del Proyecto	Periodo de estudio (años)	12	
	Consumo Anual Carpintería (kWh)	108092	
	Generación eólico anual (kWh)	94343	
	Coste Mantenimiento aerogenerador	1.600 €	
	Inversión ejecución proyecto	92.531 €	
		SIN AEROGENERADOR	CON AEROGENERADOR
Coste medio Energía 10 años: 0,17531	Consumo anual (kWh)	108092	13749
	Coste anual energía	18.950 €	2.410 €
Ahorro anual energía (kWh)	94343	87,28%	
Ahorro Total energía (kWh) 12 años	1132116	87,28%	
Ahorro Económico anual (€)	16.540 €	87,28%	
Ahorro Económico Total (€) 12 años	198.476 €	87,28%	
Impuesto sobre la electricidad	4,864 % x (E.cons + E.R.) x 1,05113	968,86 €	123,23 €
Ahorro impuesto sobre Ele.	845,62 €		
I.V.A.	21%*(E.Cons + T.P. + Imp + Alq. Equipos)	4.182,96 €	532,06 €
Ahorro en I.V.A.	3.650,90 €		
Emissiones CO2 (12 años)	0,27 Tm CO2/ MWh Eléctrico	350,22	44,55
Reducción emisión de CO2	305,67		
Coste aerogenerador	34.040 €		
Transporte	8.415 €		
Obra civil	17.773 €		
Diseño del proyecto	5.400 €		
Montaje y puesta en marcha	3.892 €		
Beneficio Industrial	6.952 €		
I.V.A.	16.059 €		
<b>Valor del Proyecto</b>	<b>92.531 €</b>		
Coste mantenimiento (12 años)	19.200 €		
Coste financiación (5 años)	9.022 €		
<b>TOTAL A AMORTIZAR</b>	<b>120.753 €</b>		
Amortización (años)	5,74		

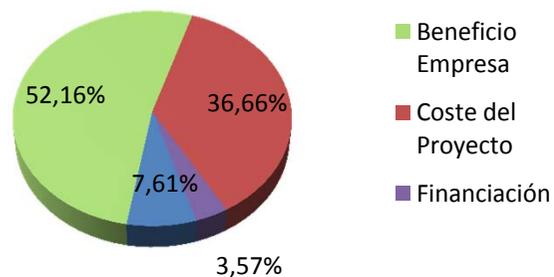


## JON IRIGOYEN FRESNEDA INSTALACIÓN TURBINA EÓLICA LAGERWEY 18/80

Año	A. energético	Precio kWh	A. consumo	A. impuestos	A. I.V.A.	A.Total	C.Proyecto	C.Mantenimiento	Beneficio
0	-	-	-	-	-	-	32.386 €	-	-
1	94343	0,13217 €	12.469,31 €	637,52 €	2.752 €	15.859,27 €	13.833,40 €	1.600,00 €	425,86 €
2	94343	0,13878 €	13.092,78 €	669,39 €	2.890 €	16.652,23 €	13.833,40 €	1.600,00 €	1.218,83 €
3	94343	0,14572 €	13.747,42 €	702,86 €	3.035 €	17.484,84 €	13.833,40 €	1.600,00 €	2.051,44 €
4	94343	0,15300 €	14.434,79 €	738,01 €	3.186 €	18.359,08 €	13.833,40 €	1.600,00 €	2.925,68 €
5	94343	0,16065 €	15.156,53 €	774,91 €	3.346 €	19.277,04 €	13.833,40 €	1.600,00 €	3.843,64 €
6	94343	0,16869 €	15.914,36 €	813,65 €	3.513 €	20.240,89 €	0,00 €	1.600,00 €	18.640,89 €
7	94343	0,17712 €	16.710,07 €	854,34 €	3.689 €	21.252,93 €	0,00 €	1.600,00 €	19.652,93 €
8	94343	0,18598 €	17.545,58 €	897,05 €	3.873 €	22.315,58 €	0,00 €	1.600,00 €	20.715,58 €
9	94343	0,19528 €	18.422,86 €	941,90 €	4.067 €	23.431,36 €	0,00 €	1.600,00 €	21.831,36 €
10	94343	0,20504 €	19.344,00 €	989,00 €	4.270 €	24.602,93 €	0,00 €	1.600,00 €	23.002,93 €
11	94343	0,21529 €	20.311,20 €	1.038,45 €	4.483 €	25.833,08 €	0,00 €	1.600,00 €	24.233,08 €
12	94343	0,22606 €	21.326,76 €	1.090,37 €	4.708 €	27.124,73 €	0,00 €	1.600,00 €	25.524,73 €
			<b>198.476 €</b>	<b>10.147 €</b>	<b>43.811 €</b>	<b>252.434 €</b>	<b>101.553 €</b>	<b>19.200 €</b>	<b>131.681 €</b>

C. medio energía en 10 años	0,17531 €
-----------------------------	-----------

### Reparto de los Beneficios Brutos





# JON IRIGOYEN FRESNEDA

## INSTALACIÓN TURBINA EÓLICA LAGERWEY 18/80

### 1- Plan Energía Verde(3.0A)

ESTUDIO ECONÓMICO INSTALACIÓN TURBINA EÓLICA LAGERWEY 18/80 (Plan Energía Verde 3.0A)

Datos del Proyecto	Periodo de estudio (años)	12
	Consumo Anual Carpintería (kWh)	108092
	Generación eólico anual (kWh)	94343
	Coste Mantenimiento aerogenerador	1.600 €
	Inversión ejecución proyecto	92.531 €

SIN AEROGENERADOR	CON AEROGENERADOR
-------------------	-------------------

Coste medio Energía 10 años: 0,16291	Consumo anual (kWh)	108092	13749
	Coste anual energía	17.609 €	2.240 €
Ahorro anual energía (kWh)	94343	87,28%	
Ahorro Total energía (kWh) 12 años	1132116	87,28%	
Ahorro Económico anual (€)	15.370 €	87,28%	
Ahorro Económico Total (€) 12 años	184.435 €	87,28%	

Impuesto sobre la electricidad	4,864 % x (E.cons + E.R.) x 1,05113	900,32 €	114,52 €
Ahorro impuesto sobre Ele.	785,80 €		

I.V.A.	21%*(E.Cons + T.P. + Imp + Alq. Equipos)	3.887,06 €	494,42 €
Ahorro en I.V.A.	3.392,64 €		

Emisiones CO2 (12 años)	0,27 Tm CO2/ MWh Eléctrico	350,22	44,55
Reducción emisión de CO2	305,67		

Coste aerogenerador	34.040 €
Transporte	8.415 €
Obra civil	17.773 €
Diseño del proyecto	5.400 €
Montaje y puesta en marcha	3.892 €
Beneficio Industrial	6.952 €
I.V.A.	16.059 €
<b>Valor del Proyecto</b>	<b>92.531 €</b>
Coste mantenimiento (12 años)	19.200 €
Coste financiación (5 años)	9.022 €
<b>TOTAL A AMORTIZAR</b>	<b>120.753 €</b>

Amortización (años)	6,18
---------------------	------

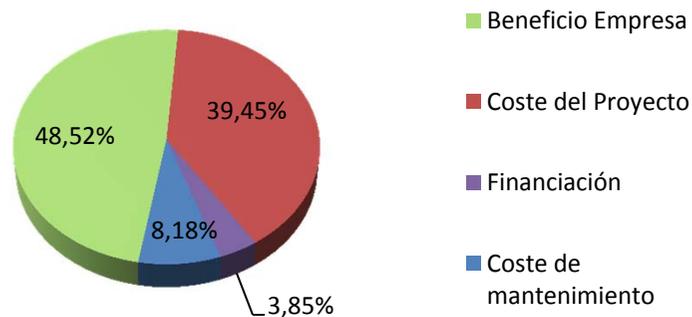


## JON IRIGOYEN FRESNEDA INSTALACIÓN TURBINA EÓLICA LAGERWEY 18/80

Año	A. energético	Precio kWh	A. consumo	A. impuestos	A. I.V.A.	A.Total	C.Proyecto	C.Mantenimiento	Beneficio
0	-	-	-	-	-	-	32.386 €	-	-
1	94343	0,14576 €	13.751,44 €	703,07 €	3.035 €	17.489,95 €	13.833,40 €	1.600,00 €	2.056,55 €
2	94343	0,14868 €	14.026,46 €	717,13 €	3.096 €	17.839,75 €	13.833,40 €	1.600,00 €	2.406,35 €
3	94343	0,15165 €	14.306,99 €	731,47 €	3.158 €	18.196,54 €	13.833,40 €	1.600,00 €	2.763,14 €
4	94343	0,15468 €	14.593,13 €	746,10 €	3.221 €	18.560,48 €	13.833,40 €	1.600,00 €	3.127,07 €
5	94343	0,15778 €	14.885,00 €	761,02 €	3.286 €	18.931,69 €	13.833,40 €	1.600,00 €	3.498,28 €
6	94343	0,16093 €	15.182,70 €	776,25 €	3.351 €	19.310,32 €	0,00 €	1.600,00 €	17.710,32 €
7	94343	0,16415 €	15.486,35 €	791,77 €	3.418 €	19.696,53 €	0,00 €	1.600,00 €	18.096,53 €
8	94343	0,16743 €	15.796,08 €	807,61 €	3.487 €	20.090,46 €	0,00 €	1.600,00 €	18.490,46 €
9	94343	0,17078 €	16.112,00 €	823,76 €	3.557 €	20.492,26 €	0,00 €	1.600,00 €	18.892,26 €
10	94343	0,17420 €	16.434,24 €	840,23 €	3.628 €	20.902,11 €	0,00 €	1.600,00 €	19.302,11 €
11	94343	0,17768 €	16.762,92 €	857,04 €	3.700 €	21.320,15 €	0,00 €	1.600,00 €	19.720,15 €
12	94343	0,18123 €	17.098,18 €	874,18 €	3.774 €	21.746,56 €	0,00 €	1.600,00 €	20.146,56 €
			<b>184.435 €</b>	<b>9.430 €</b>	<b>40.712 €</b>	<b>234.577 €</b>	<b>101.553 €</b>	<b>19.200 €</b>	<b>113.824 €</b>

C. medio energía en 10 años	0,16291 €
-----------------------------	-----------

### Reparto de los Beneficios Brutos





## 7. PRESUPUESTO

### RESUMEN PRESUPUESTO INSTALACIÓN

AEROGENERADOR .....	34.040 €
OBRA CIVIL .....	17.773 €
TRANSPORTE .....	8.415 €
MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA .....	3.892 €
ESTUDIOS Y DISEÑO .....	5.400 €
BENEFICIO INDUSTRIAL .....	6.952 €
I.V.A. ....	16.059 €

**TOTAL PROYECTADO 92.531 €**

### RESUMEN PRESUPUESTO MANTENIMIENTO ANUAL

PREVENTIVO .....	880 €
ACTUALIZACIÓN .....	720 €

**TOTAL MANTENIMIENTO ANUAL 1.600 €**

## 8. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas para controlar y reducir dichos riesgos.





## 9. ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL

El Estudio de Impacto Ambiental tiene como objeto, determinar las posibles alteraciones ambientales originadas por el proyecto de la instalación de un mini-eólico, localizado en el término municipal de Arakil.

Se han determinado las posibles molestias que pueda causar el aerogenerador en la zona y en el medio ambiente y se a evaluado dichos resultados. Para ello se ha tenido en cuenta el impacto sobre:

- La flora y la fauna.
- El impacto paisajístico
- El impacto sonoro.
- El impacto socioeconómico.
- Contaminación en aire y agua
- ...

Se a sacado conclusiones positivas, generaría beneficios sobre la socio-economía, que contribuirían al desarrollo regional. Permitiría el desarrollo sostenible de la zona, debido a la generación de energía limpia, sin emisiones de CO<sub>2</sub>, lo que mejoraría la calidad del aire