

Proyecto **SOLANTES**



**SOLANTES**

**Ze ZECSA**  
Zona Eólica Canaria S.A.

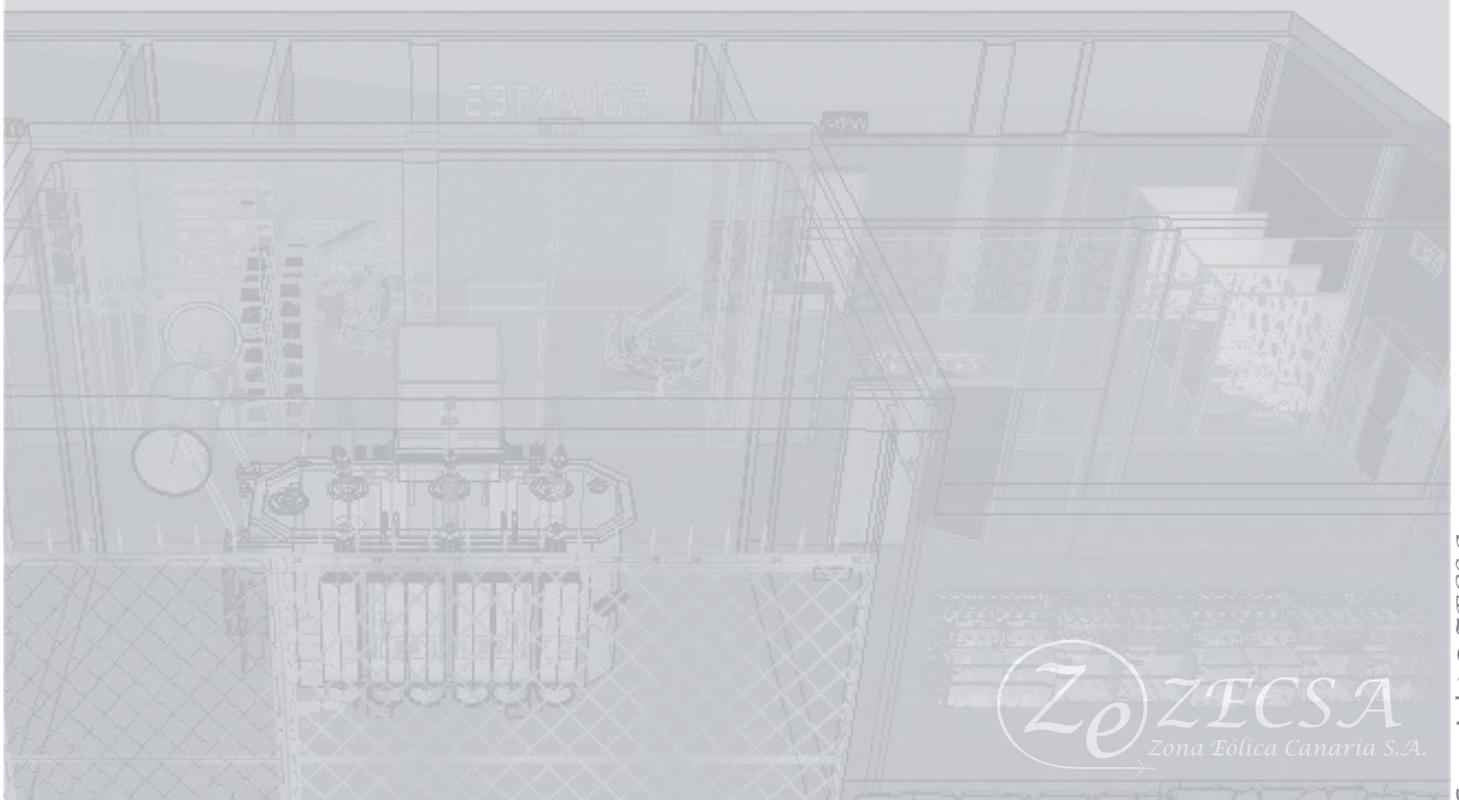
# ÍNDICE

1	Antecedentes	pág 1
2	Descripción general	pág 2
3	Situación del proyecto	pág 3
4	Esquema del proyecto	pág 6
5	Hitos	pág 7
6	Etapas	pág 9
7	Timing	pág 10
8	Beneficios medioambientales	pág 11
9	Análisis Recurso Eólico	pág 12
10	Datos económicos	pág 13
11	Descripción técnica	pág 15

## ANTECEDENTES

Son bien conocidas las numerosas ventajas que ofrecen las fuentes de energía renovables en la generación de energía eléctrica frente al uso de fuentes de energía convencionales, destacando sobre todo la reducción de la dependencia energética con el exterior y los beneficios con el medio ambiente.

Por ello nace el presente proyecto conocido como "Parque Eólico I+D+i Solana de Tesjuate" (en adelante SOLANTES). Un proyecto con un alto nivel de innovación, en el que se producirá energía eléctrica a partir de una fuente de energía renovable como es el viento a través de un Parque Eólico de 13,5 MW.



## DESCRIPCIÓN GENERAL

En el presente Dossier se recogen las características generales de la subestación y línea de evacuación del Proyecto Solantes

El proyecto consta principalmente de un Parque Eólico compuesto por una hilera de 3 aerogeneradores de 4,5 MW de potencia, que suman un total de 13,5 MW instalados, situados en un emplazamiento privilegiado por su elevado recurso eólico.

A partir de este Parque Eólico se producirá energía eléctrica de origen renovable que se verterá al sistema eléctrico Fuerteventura - Lanzarote.

Tendrá una potencia total de 13,5 MW. Cada aerogenerador está dotado de un transformador interno que eleva la tensión producida por el generador de 690 V a 20 kV.

### SITUACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto SOLANTES se encuentra situado en las Islas Canarias (España), concretamente, al noreste de la isla de Fuerteventura en la localidad de Solana de Tesjuate-Casillas del Ángel, polígono 10, parcela 335, perteneciente al Término Municipal de Puerto del Rosario.

La instalación se emplaza en la cima de una montaña sobre los dos puntos más altos de la misma conocidos como el Morro de la Atalaya y el Morro de las Piteras.

A continuación se muestra un mapa de localización del proyecto y el recorrido en coche desde Puerto del Rosario hasta la Subestación Solantes. El acceso al área se realiza a través de la carretera F - 20 y la carretera Tetir-Tesjuate.



España

Fuerteventura



Tetir - Tesjuate



Morro de la Atalalla y  
Morro de las Piteras

Recorrido en coche

Puerto del Rosario - Subestación Solantes





Vial Interior Subestación Solantes

Ctra. Tétir - Tesjuates

A través de la carretera Tétir - Tesjuates accedemos a la carretera que nos conduce a la Subestación SOLANTES.

Subestación  
SOLANTES



Subestación

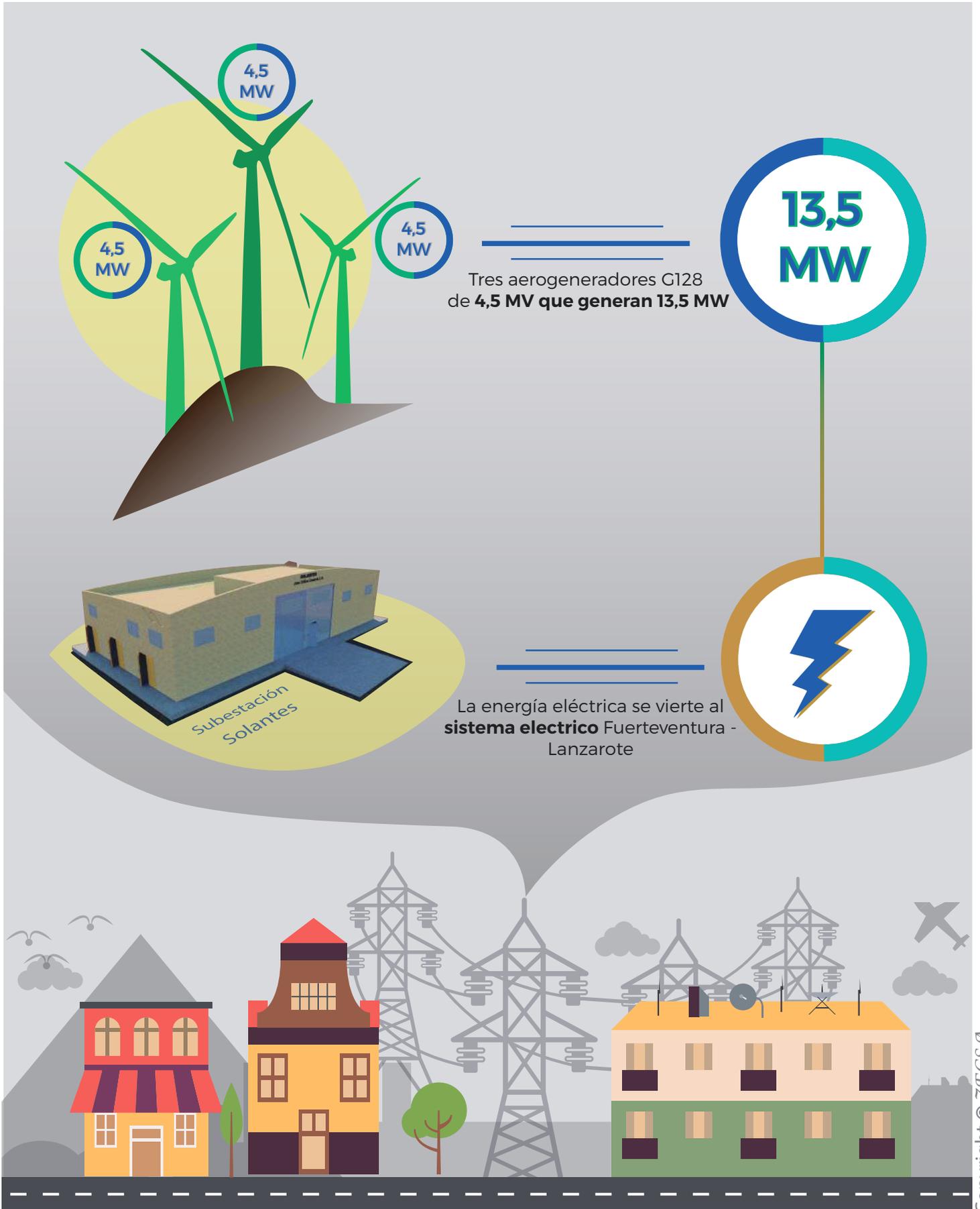
**SOLANTES**

Aerogenerador  
G 128

Aerogenerador  
G 128

Aerogenerador  
G 128

### ESQUEMA GENERAL DEL PROYECTO



HITOS



Presentación de documento ambiental

Resolución Favorable del Cabildo de Fuerteventura para instalación de Torre

Resolución Favorable de AESA para instalación de Torre Anemométrica

26/08/2011

25/01/2012

28/05/2013

08/07/2013

26/08/2011

11/01/2013

08/07/2013

Presentación de Anteproyecto de Proyecto Solantes

Presentación de proyecto de Torre anemométrica

Certificación I+D+I

Resolución de la consejería de Industria de Asignación de Potencia



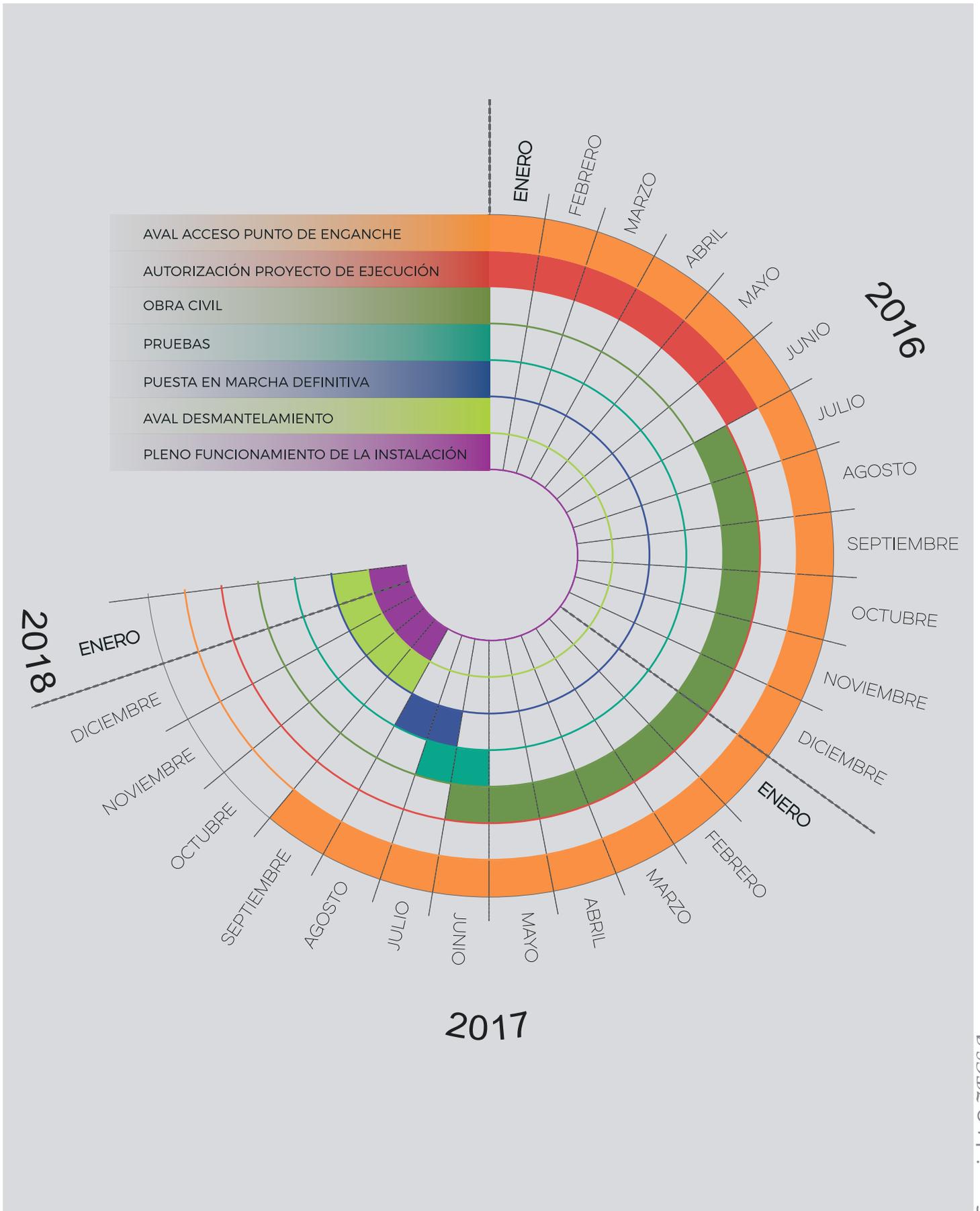


## ETAPAS DEL PROYECTO

	ESTUDIOS PREVIOS	PROYECTO DE EJECUCIÓN	CONSTRUCCIÓN		PUESTA EN MARCHA Y OPERACIÓN
TAREAS	EVALUACIÓN E. EÓLICA	CAMPAÑA DE MEDICIÓN CONDICIONES EÓLICAS	SUMINISTRO DE EQUIPOS		DEVOLUCIÓN AVALES
	ADQUISICIÓN TERRENOS	PRESENTACIÓN AVALES	OBRA CIVIL		AVAL DESMANTELAMIENTO
	ANTEPROYECTO	PROYECTO INGENIERÍA DETALLE	MONTAJE DE EQUIPOS		FUNCIONAMIENTO
	PROY. DECL. IMPACTO	SOLICITUD MEDIOAMBIENTAL Y DECLARACIÓN DE INTERÉS GENERAL	PRUEBAS Y VERIFICACIONES		
	TASAS ADMINISTRATIVAS	CONTRATO CON SUMINISTRADORES			
DURACIÓN	3 años	4 años	10-12 meses		20 años
INVERSIÓN	GASTOS TOTALES 550.000 €	AVAL ACCESO PUNTO DE ENGANCHE 135.000€ (R.D. 661/2007 art. 59 bis)		AVAL 135.000 € (Dec. 32/2006 art. 10.2.c)	
		INGENIERÍA 770.000 €	INVERSIÓN GLOBAL 22.320.330,83 €		
ORIGEN FONDOS	APORTADO POR LOS ACCIONISTAS	APORTADO POR LOS ACCIONISTAS	INVERSORES PUROS Y SOCIOS TECNÓLOGICOS 4,48 Millones €	ENTIDADES FINANCIERAS - PROJECT FINANCE 17,84 Millones €	LO APORTARÁN ENTIDADES FINANCIERAS Y LOS ACCIONISTAS



## TIMING



## BENEFICIOS MEDIOAMBIENTALES

La apuesta por las **energías renovables**, siempre dotará de **beneficios** al tejido productivo, social y medioambiental.



### EVITARÁ



- 30.510 T/año de CO<sub>2</sub>
- 108 T/año de SO<sub>2</sub>

### GENERARÁ



- 150 Empleos directos / indirectos
- Fase de Construcción

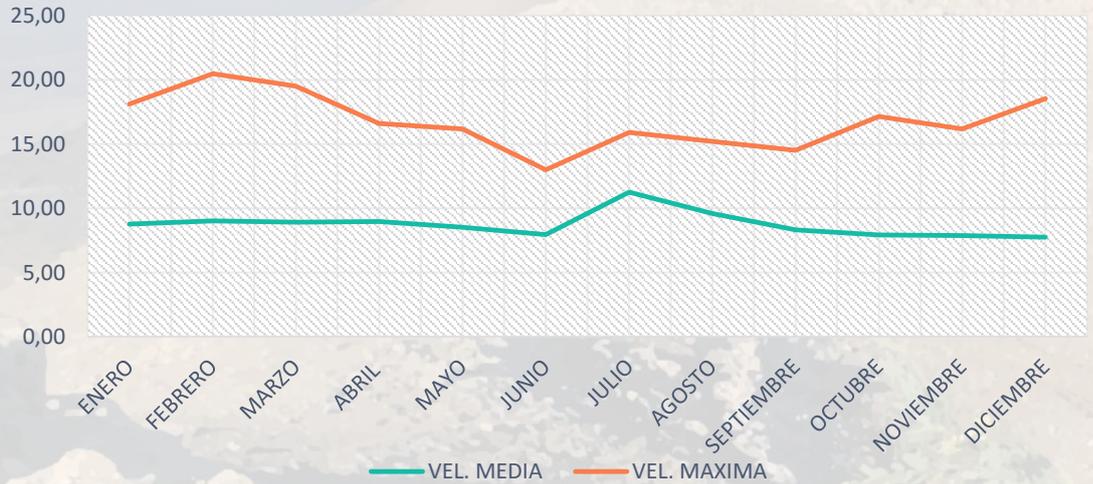
### REPRESENTA



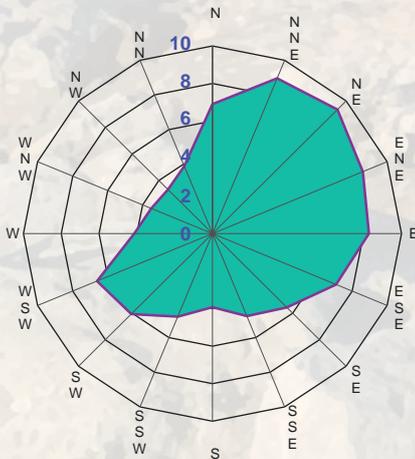
- 1.500.000 de árboles

## ANÁLISIS DE RECURSO EÓLICO

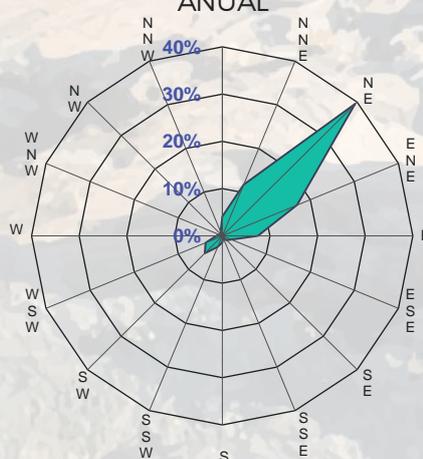
VELOCIDAD MEDIA Y MÁXIMA MENSUAL m/s



VELOCIDAD vs DIRECCIÓN



PORCENTAJE vs DIRECCIÓN ANUAL

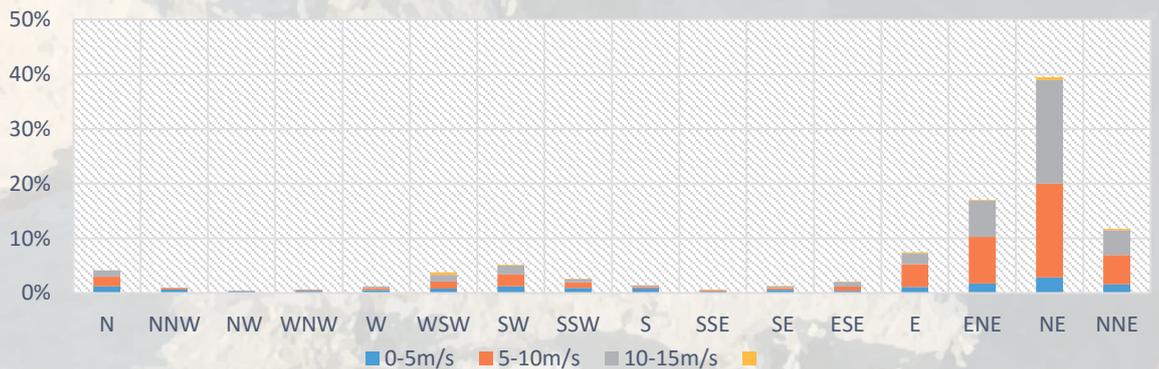


POTENCIAL EÓLICO



3.688 horas equivalentes

DISTRIBUCIÓN ANUAL



## DATOS ECONÓMICOS

## PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL

	Capítulo I - AEROGENERADORES	15.330.720,00 €
	Capítulo II - VIAL DE ACCESO Y VIAL INTERIOR	1.731.210,90 €
	Capítulo III - LINEA DE MEDIA TENSIÓN	232.622,01 €
	Capítulo IV - PLATAFORMAS DE MONTAJE Y CIMENTACION AEROS	989.291,00 €
	Capítulo V - LÍNEA SUBTERRANEA DE EVACUACIÓN	1.974.520,02 €
	Capítulo VI - OBRA CIVIL SUBESTACION	159.648,50 €
	Capítulo VII - INSTALACIONES Y EQUIPOS SUBESTACION	888.485,73 €
	Capítulo VIII - SEGURIDAD Y SALUD	63.038,80 €
	Capítulo IX - ENSAYOS	17.541,70 €
	Capítulo X - GESTIÓN DE RESIDUOS	213.252,17 €
	Capítulo XI - DIRECCIÓN DE OBRA Y LICENCIAS Y UTILIDAD PUBLICA	570.000,00 €
	Capítulo XII - PRUEBAS VERIFICACION Y PUESTA EN MARCHA	150.000,00 €

**TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL: 22.320.330,83 €**

INVERSIÓN  
22  
millones €



## DATOS ECONÓMICOS

### Análisis rentabilidad económica

#### VAN



Sin apalancar

18.137.554,24 €

Accionista

18.679.345,30 €

#### PAYBACK



11  
años

#### PRODUCCIÓN ELÉCTRICA



49,79  
GWh año

#### TIR

Sin apalancar

6,73 %

Accionista

12,69 %



(\*) Nota: Modelo de Viabilidad económico con Project Finance (80% de apalancamiento), escenario conservador en evolución de costes e ingresos

# DESCRIPCIÓN TÉCNICA

## 11.1. AEROGENERADOR

11.1.1. Características generales

11.1.2. Cimentación

11.1.3. Recreación ilustrada



# 11.1.1

## AEROGENERADOR

Gamesa G128-4.5 MW

# 128

ROTOR		MULTIPLICADORA	
Diámetro	128 m	Tipo	2 etapas planetarias
Área de barrido	12.868 m <sup>2</sup>	Ratio	1:37,88
PALAS		GENERADOR 4,5 MW	
Número de palas	3	Tipo	Generador síncrono de imanes permanentes con módulos independientes paralelos
Longitud	62,5 m	Potencia nominal	4.500 kW
Material	Composite de matriz orgánica reforzado con fibra de vidrio/ fibra de carbono	Tensión	690 V AC
TORRES		Frecuencia	50 Hz / 60 Hz
Tipo de torre	Tubular troncocónica de hormigón y acero	Clase de protección	IP 54
Altura	120 m	Velocidad de giro	448 rpm
		Factor de potencia	0,9 CAP - 0,9 IND para todo el intervalo de potencia *

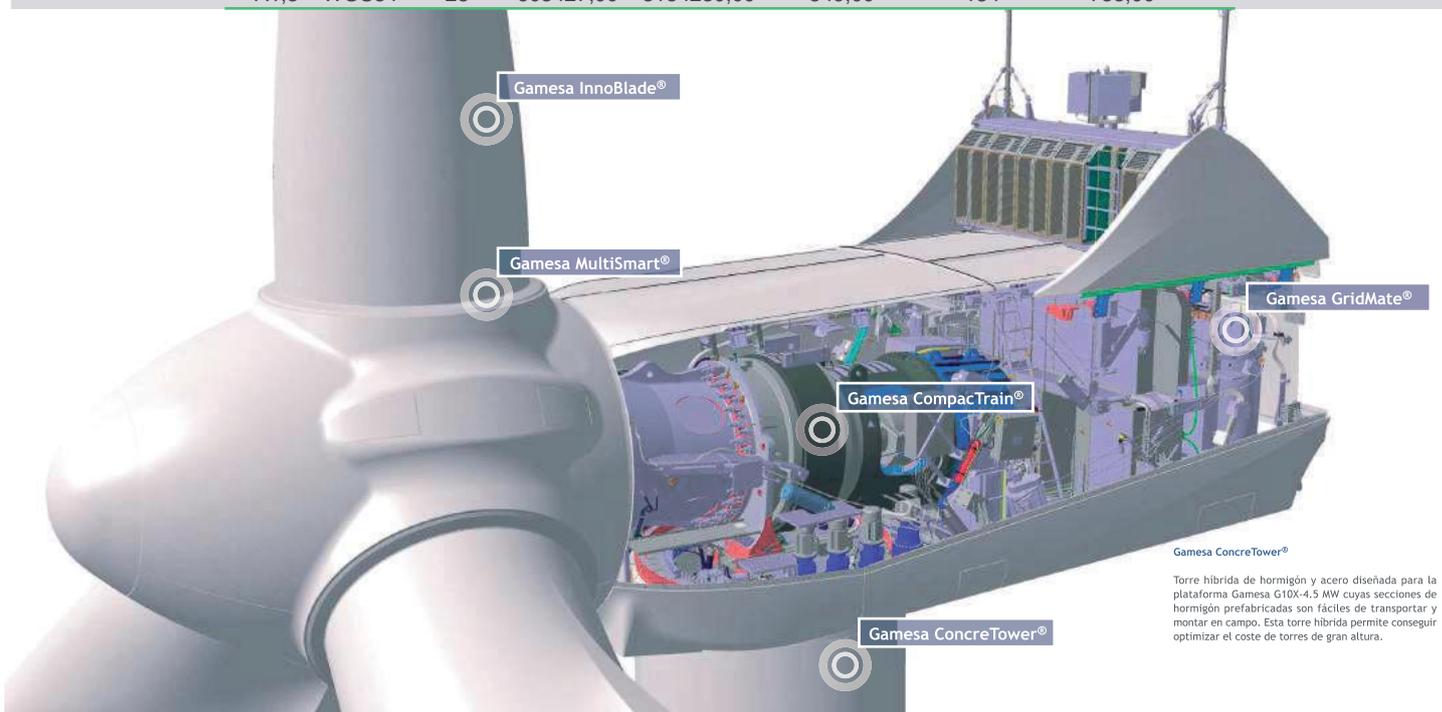
### Potencia



Velocidad del viento (m/s)  
— G128

### COORDENADAS UTM

Id	Sis. Ref.	Huso	UTM_X (m)	UTM_Y (m)	Cota (msnm)	Altura (m)	Elev (msnm)
A1,1	WGS84	28	604003,00	3154269,00	503,00	184	687,00
A1,2	WGS84	28	603716,00	3154189,00	502,00	184	686,00
A1,3	WGS84	28	603427,00	3154230,00	549,00	184	733,00



Gamesa ConcreTower®

Torre híbrida de hormigón y acero diseñada para la plataforma Gamesa G10X-4.5 MW cuyas secciones de hormigón prefabricadas son fáciles de transportar y montar en campo. Esta torre híbrida permite conseguir optimizar el coste de torres de gran altura.

# 11.1.2.

## AEROGENERADOR

### CIMENTACIÓN

Los principales datos de la cimentación son:

- Apoyo en terreno arcilloso no tolerable.
- Capacidad portante mínima requerida para el terreno de apoyo de 2kg/cm<sup>2</sup>.
- Cimentación octogonal circunscrita en un círculo de 21 m. de diámetro.
- Cimentación sin virola metálica. El primer tramo del aerogenerador se une a la zapata por medio de 60 pernos que van embebidos de la cimentación.
- Canto variable (exterior 0,5 m e interior 2,5 m)
- Volumen: 506 m<sup>3</sup> HA-30
- Acero: 84.500 kg



11.1.3.

AEROGENERADOR

RECREACIÓN ILUSTRADA



**SOLANTES**

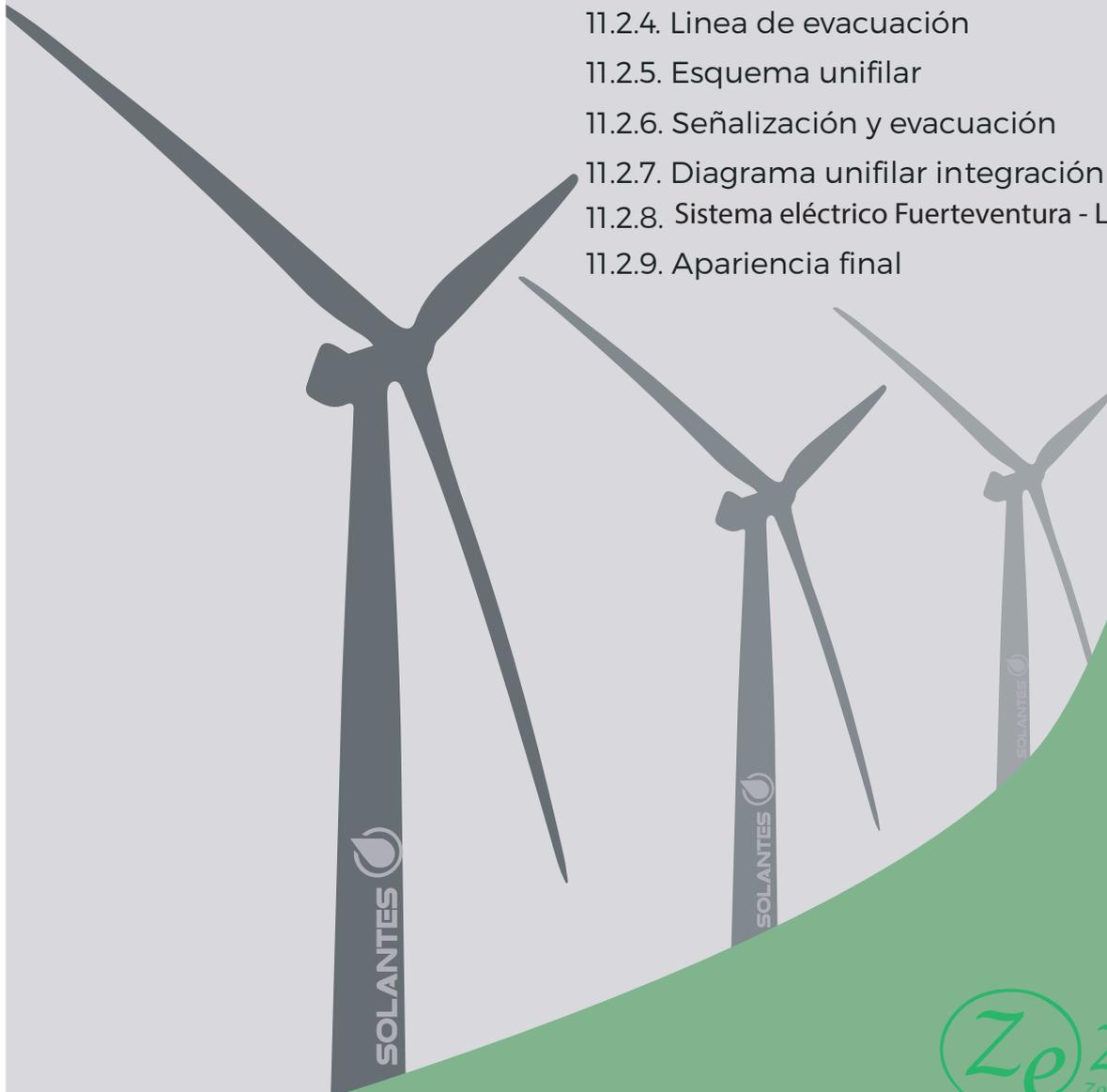


Copyright © ZECSA

# DESCRIPCIÓN TÉCNICA

## 11.2. SUBESTACIÓN

- 11.2.1. Diseño
- 11.2.2. Cimentación y estructura
- 11.2.3. Subestación transformadora
- 11.2.4. Línea de evacuación
- 11.2.5. Esquema unifilar
- 11.2.6. Señalización y evacuación
- 11.2.7. Diagrama unifilar integración
- 11.2.8. Sistema eléctrico Fuerteventura - Lanzarote
- 11.2.9. Apariencia final



# 11.2.1.

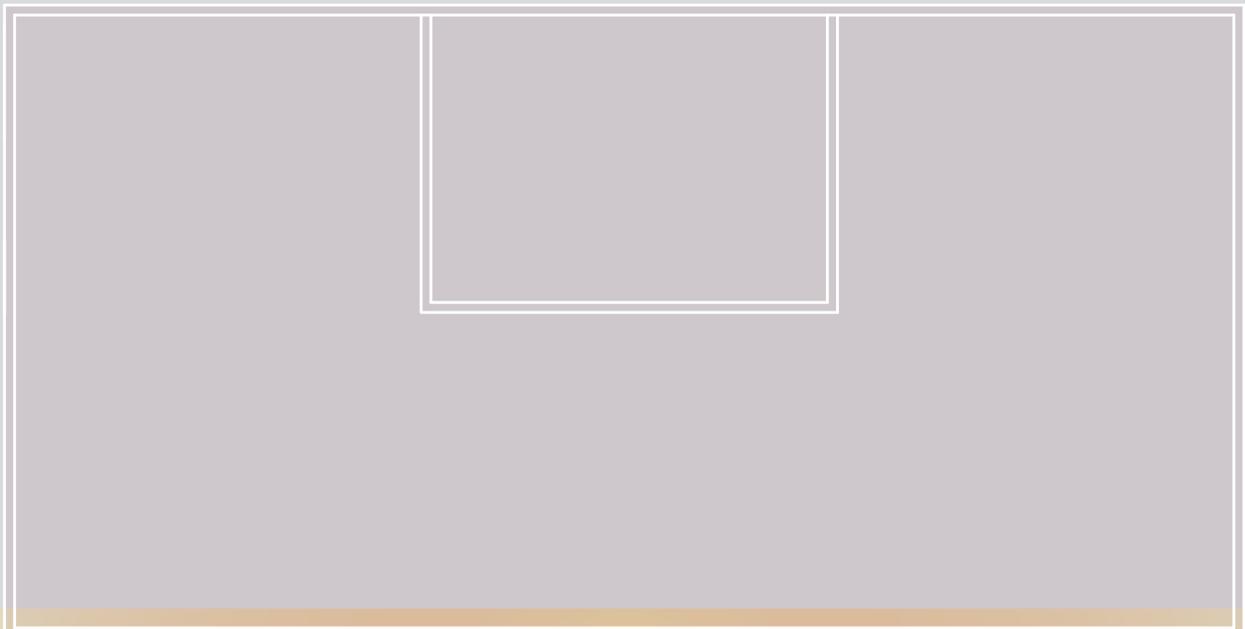
## DISEÑO

Esta subestación se ha diseñado de acuerdo al reglamento de Subestaciones y Centros de Transformación (ITC RAT). La misma consta de ocho cuartos y un pasillo central que conecta con cada uno de ellos.

Para disminuir el impacto medioambiental se ha optado por un diseño exterior que se adecúe al ambiente que rodea a la subestación.

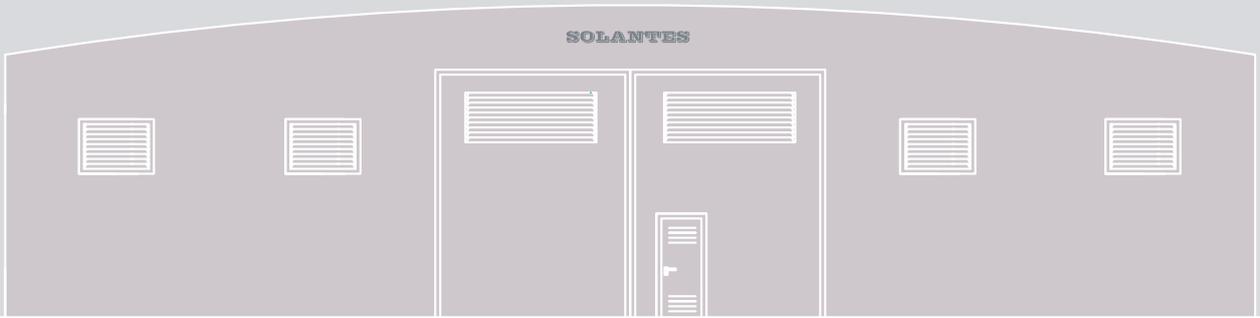


Vista A. Alzado Sur

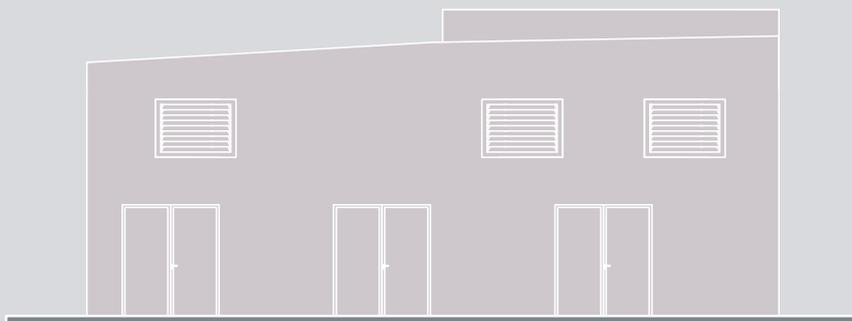


Vista A

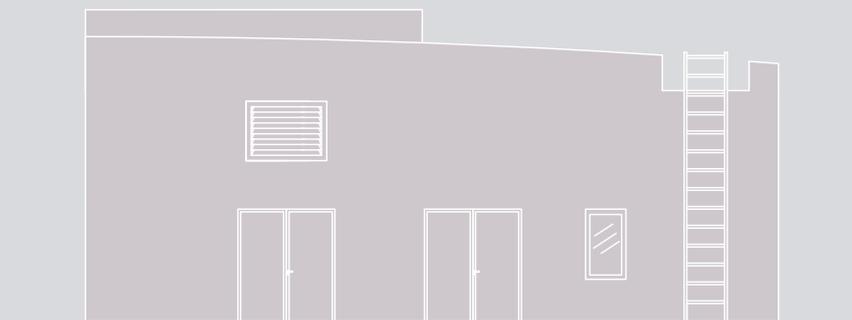
# DISEÑO



Vista B. Alzado Norte

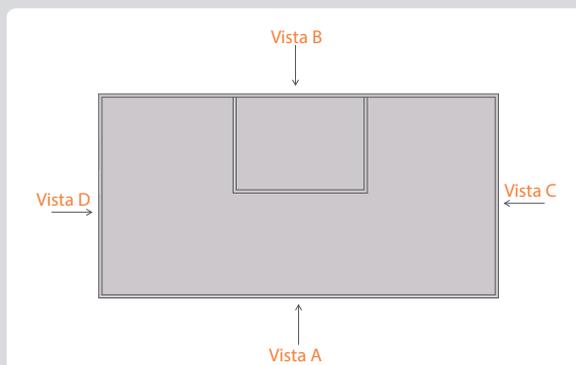


Vista C. Perfil Este



Vista D. Perfil Oeste

## Vistas del usuario



## DISEÑO

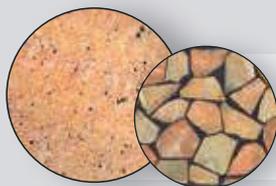
### Adecuación al ambiente

**ZECSA** apuesta por el desarrollo de energías limpias y el respeto por el medio ambiente es por este motivo que se tratará en todo momento de minimizar el efecto de los aerogeneradores sobre terrenos colindantes y carreteras de paso, y facilitar al máximo las posteriores labores de montaje.

En todo momento se tendrá como consideración primordial el menor impacto ambiental posible.



Para la apariencia exterior de la subestación se propone una pintura con distintos efectos de color tierra que permita que ésta se mimetice con el entorno. Así mismo la parte inferior de la pared exterior estará recubierta de piedra, lo más similares a las que se encuentran en esta ubicación.



Estas texturas son las escogidas para el recubrimiento exterior de la subestación ya que su apariencia es la más idónea.

# 11.2.2.

## CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA



Cimentación formada por zapatas aisladas y continuas unidas por vigas riostras. Estructura constituida por pilares de hormigón que sustentan forjado de placa alveolar y viga colgada.

# 11.2.3.

## SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA

### Definición de Subestación transformadora

Una subestación eléctrica elevadora es el conjunto de elementos físicos dispuestos de tal forma cuya finalidad es la de canalizar los flujos de energía provenientes de la generación bajo unas condiciones de tensión, seguridad, fiabilidad y calidad adecuadas. Este tipo de subestaciones se construyen próximas a los puntos de generación con el fin de que la energía a transportar se realice bajo unos niveles de tensión elevados a fin de reducir las pérdidas energéticas en el transporte debido al efecto Joule.

### Generalidades

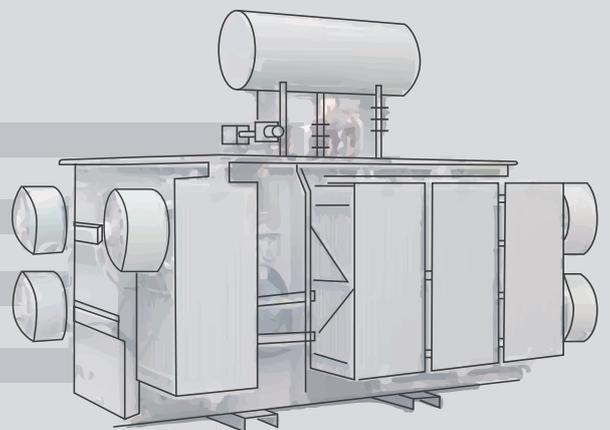
Se trata de una subestación transformadora 20/66 kV, con un transformador de 20 MVA que tendrá por objeto elevar el nivel de tensión de 20 a 66 kV para su transporte. Su diseño lo capacita para trabajar a una potencia nominal de 20 MVA, potencia que supera considerablemente a la del parque eólico de 13,5 MW, teniendo presente posibles ampliaciones futuras del mismo.

Con el fin de albergar los componentes de la subestación, se construirá un edificio en obra civil. A continuación se describen los diferentes elementos constitutivos de la subestación:

- Edificio de control.
- Obra civil.
- Transformador de potencia.
- Aparamenta de 20 y 66 kV.
- Cabinas de 20 y 66 kV.
- Conductores y embarrados.
- Protección, control y medida.
- Instalaciones auxiliares.

### Características del transformador

Tipo de dieléctrico (aceite) :	Aceite mineral
Potencia asignada (ONAN) :	20 MVA
Relación de transformación	20/66 kV
Tipo de conexión	Dyn11



# 11.2.4.

## LINEA DE EVACUACIÓN

### cable

#### Tipo de cable



1. Conductor: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, clase 2, según UNE EN 60228. Opcionalmente conductor obturado longitudinalmente contra el agua. Versión RHZ1-20L (conductor de Cu) o versión AL RHZ1-20L (conductor de Al).
2. Semiconductora interna: capa extrusionada de material conductor.
3. Aislamiento: polietileno reticulado (XLPE).
4. Semiconductora externa: capa extrusionada de material conductor en frío.
5. Protección longitudinal contra el agua: cordones cruzados higroscópicos o cinta hinchante.
6. Pantalla metálica: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira. Sección total 16 mm.
7. Separador: cinta de poliéster.
8. Cubierta exterior: poliolefina termoplástica, Z1 Vemex. (Color rojo).

#### Características dimensionales

Tipo de cable	AL RHZ1-OL
Conductor	Aluminio
Sección conductor mm	150
Pantalla	Cobre
Sección pantalla	25
Aislamiento	Polietileno reticulado (XLPE)
Diámetro cable	50,5

#### Características eléctricas

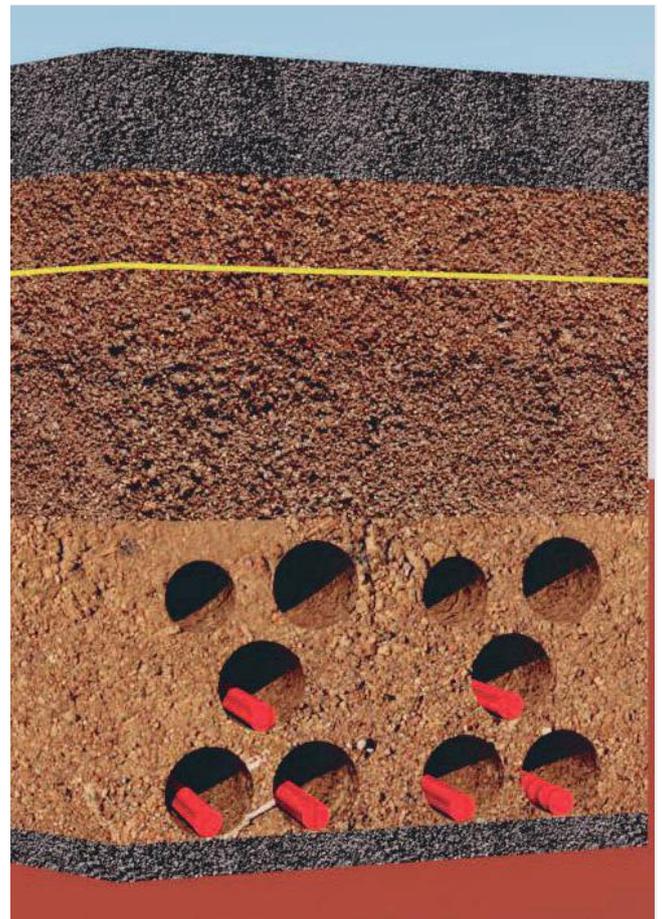
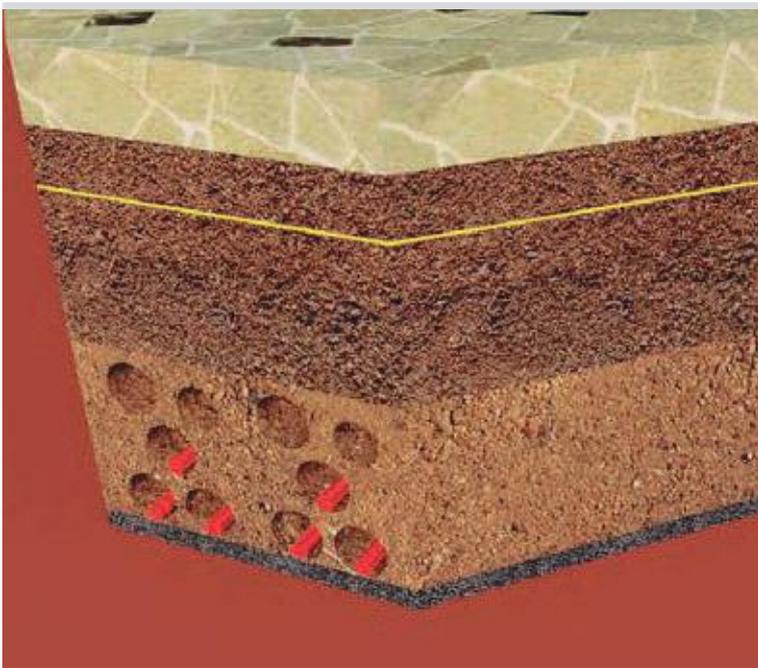
Tensión nominal simple, $U_0$ (kV)	36
Tensión nominal entre fases, $U$ (kV)	66
Tensión máxima entre fases, $U_m$ (kV)	72,5
Intensidad máxima admisible (A)	291
Resistencia del conductor a 20°C ( $\Omega$ /km)	0,206

## LINEA DE EVACUACIÓN

### Canalización

Atendiendo a lo estipulado en el RLAT sobre líneas eléctricas subterráneas, la canalización en caso de cruce con carretera será hormigonada bajo tubo en toda su longitud.

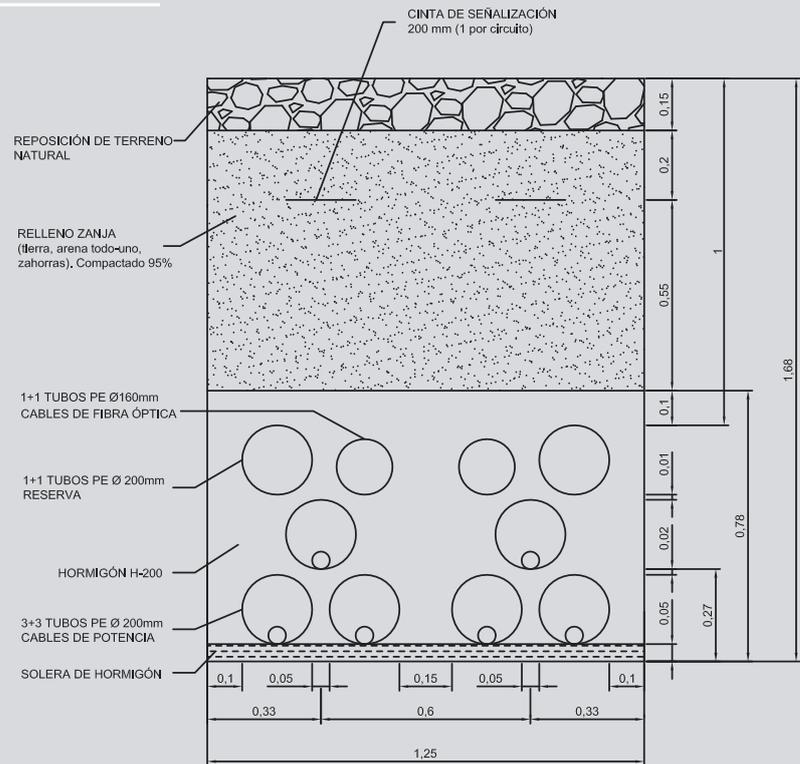
Los conductores se dispondrán como una terna en tresbolillo, de forma que las reactancias mutuas sean lo más parecidas posibles entre sí. Cada conductor irá en el interior de un tubo de plástico, con el fin de proteger la instalación de las diferentes condiciones térmicas y de humedad a las que será sometido a lo largo de cada año.



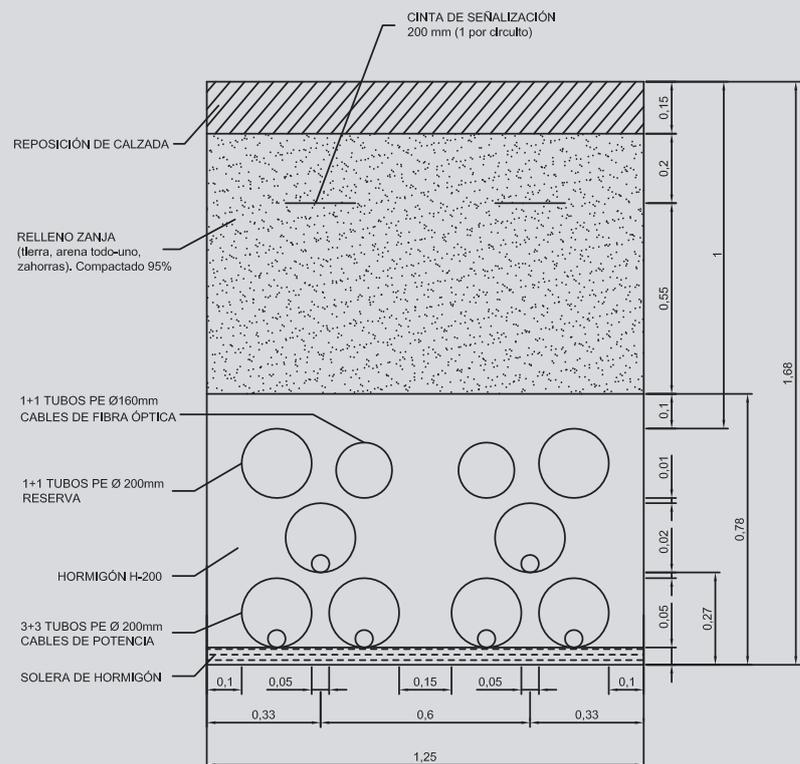
# LINEA DE EVACUACIÓN

## Canalización

### Canalización en terreno natural



### Canalización en calzada



## LÍNEA DE EVACUACIÓN

### Trazado

La línea de evacuación partirá de la subestación del parque eólico que se encuentra ubicado en el noreste de la isla de Fuerteventura, en el municipio de Puerto del Rosario, en la localidad de Solana de Tesjuates - Casillas del Ángel, polígono 10, parcela 335.

A partir de la subestación la línea discurrirá paralela al vial de acceso al parque eólico hasta llegar al final de éste, donde dejará de ser paralela al vial y discurrirá de forma recta cruzando la carretera FV-225 hasta la vía del Barrio La Asomada.

Desde ese punto la línea de evacuación discurrirá paralela a dicha vía donde cruzará otra carretera hasta salir del Barrio La Asomada donde habrá un cambio de dirección donde cruzará la vía y dejará de ser paralela a ésta para empezar a recorrer de forma recta terreno natural, hasta llegar a otra vía del Barrio La Asomada que cruzará de forma perpendicular. A partir de ahí, la línea eléctrica atravesará terreno natural hasta llegar a la vía FV-220, la cual habrá que cruzar.

A partir de este punto la línea de evacuación discurrirá de forma recta atravesando las parcelas 38, 94, 696 y 95 hasta llegar a su punto final ubicado en la Subestación de promotores donde llegarán otras líneas de parque eólicos y fotovoltaicos

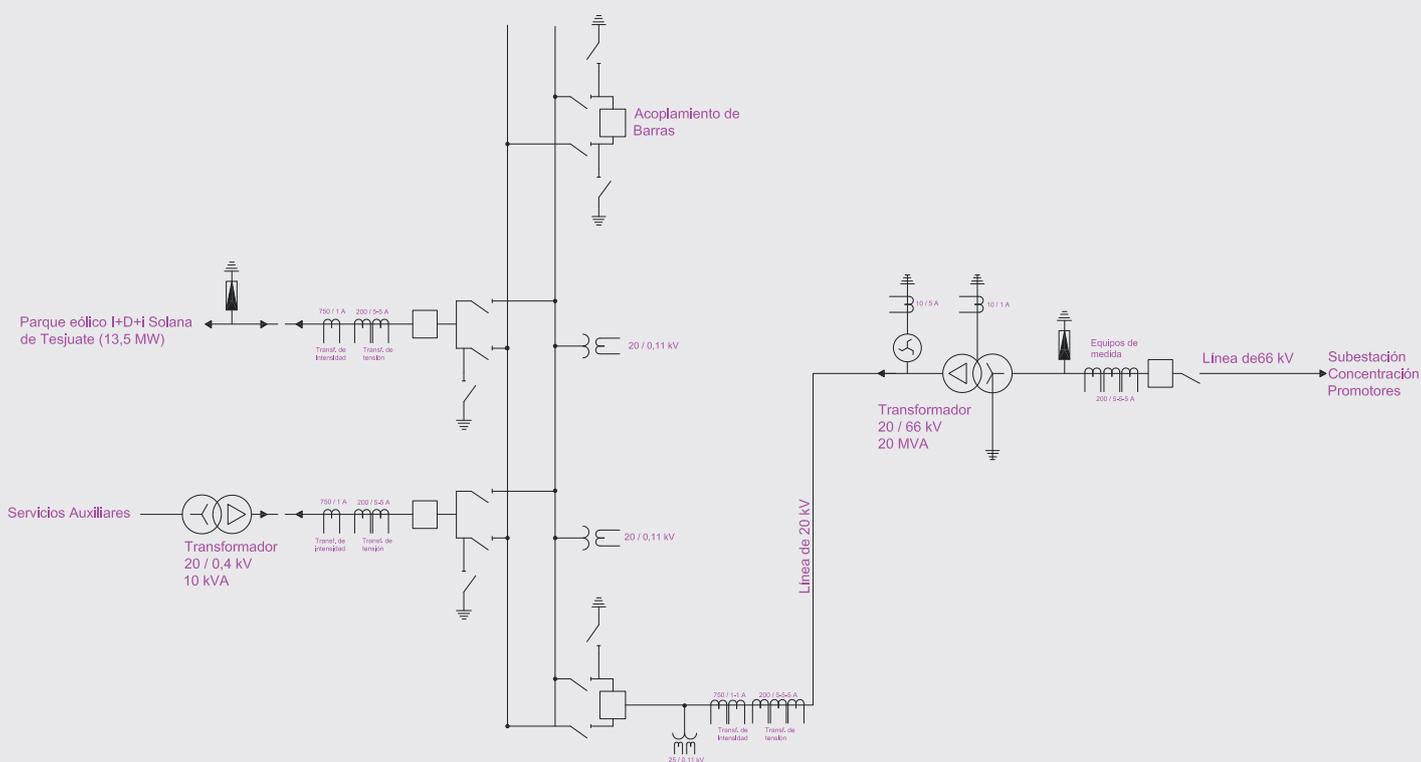
En total la línea tendrá una distancia de 5,3 m.



# 11.2.5.

## ESQUEMA UNIFILAR

La disposición de la subestación es un aspecto muy importante en el diseño porque debe ser lo más sencillo posible pero que a la vez permita un alto nivel de continuidad en el servicio, futuras ampliaciones, un funcionamiento flexible y costes iniciales y finales reducidos. Se debe evitar la interrupción total del servicio originada por el fallo de los interruptores o defectos en la barras. Las subestaciones deben estar dispuestas de forma que la reanudación del servicio después de un fallo sea rápido.



La configuración de barras de la subestación objeto de este proyecto será de doble barra, por lo que se va a prestar mayor atención a este tipo de disposición. Esta configuración es muy usada en subestaciones de gran potencia, donde es importante garantizar la continuidad de servicio. Se adapta muy bien a sistemas mallados donde se requiere alta flexibilidad.

Este sistema permite agrupar las salidas en una de las barras mientras se efectúan labores de mantenimiento en la otra, sin suspender el servicio. Es obvio que para el mantenimiento de interruptores es necesario suspender el servicio de la salida respectiva.

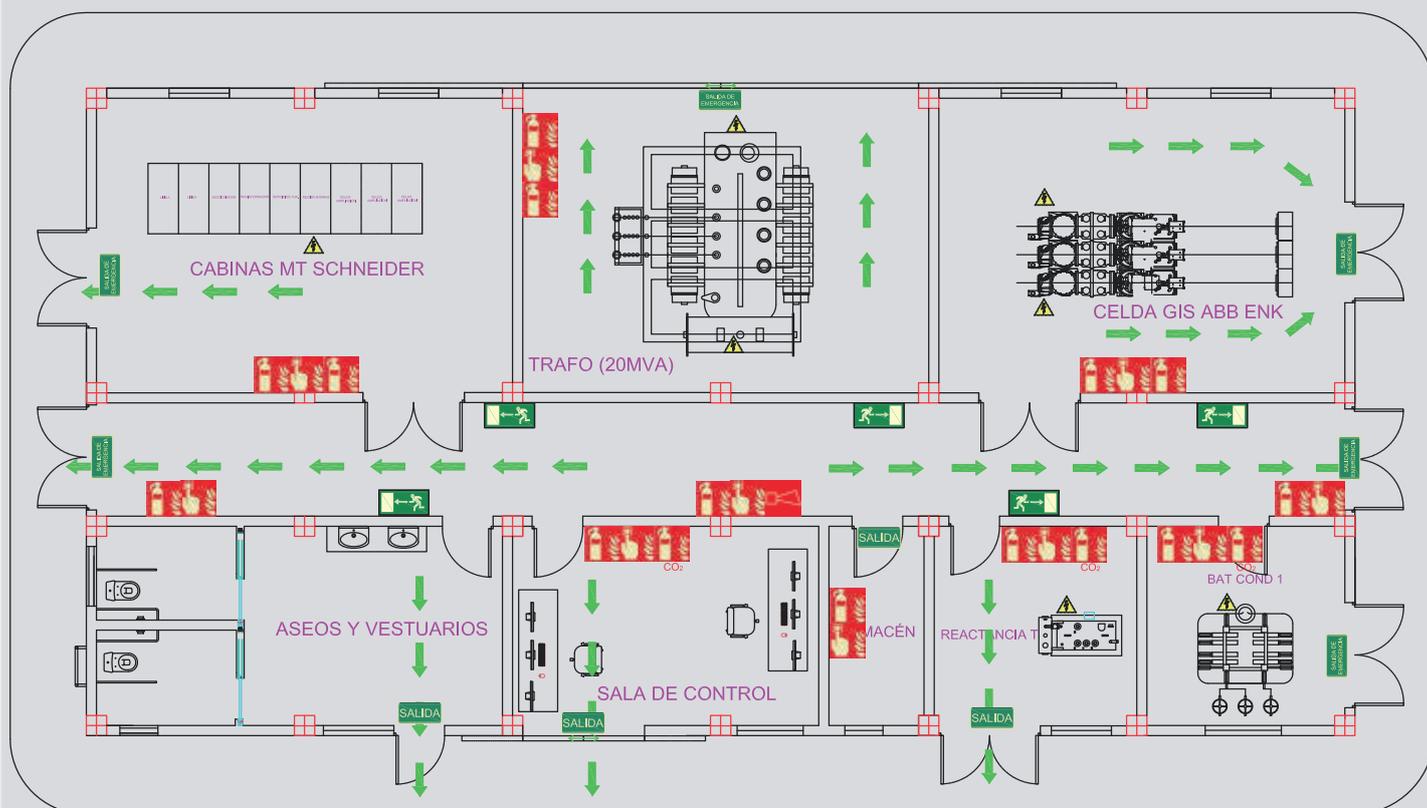
Para un correcto diseño es necesario considerar que las dos barras deben tener la capacidad total de la subestación, lo mismo que el interruptor de acople, el cual hace parte de la transferencia. Debe de disponer de una posición de acoplamiento como mínimo.

# 11.2.6.

## SEÑALIZACIÓN Y EVACUACIÓN

Desde un punto de vista técnico, la señalización de seguridad es el conjunto de **estímulos** recibidos por nuestros sentidos que pretenden condicionar, con la antelación necesaria, la actuación de aquel que los recibe frente a unas condiciones que se quieren resaltar.

El **objetivo** de esta medida es facilitar la evacuación de personas mediante la identificación a través de Señales de Seguridad de las vías de evacuación.



En edificios de este tipo, donde el riesgo existente y las características del local hacen necesaria la ejecución de un plan de evacuación, será preceptivo la ubicación de la señalización de evacuación.

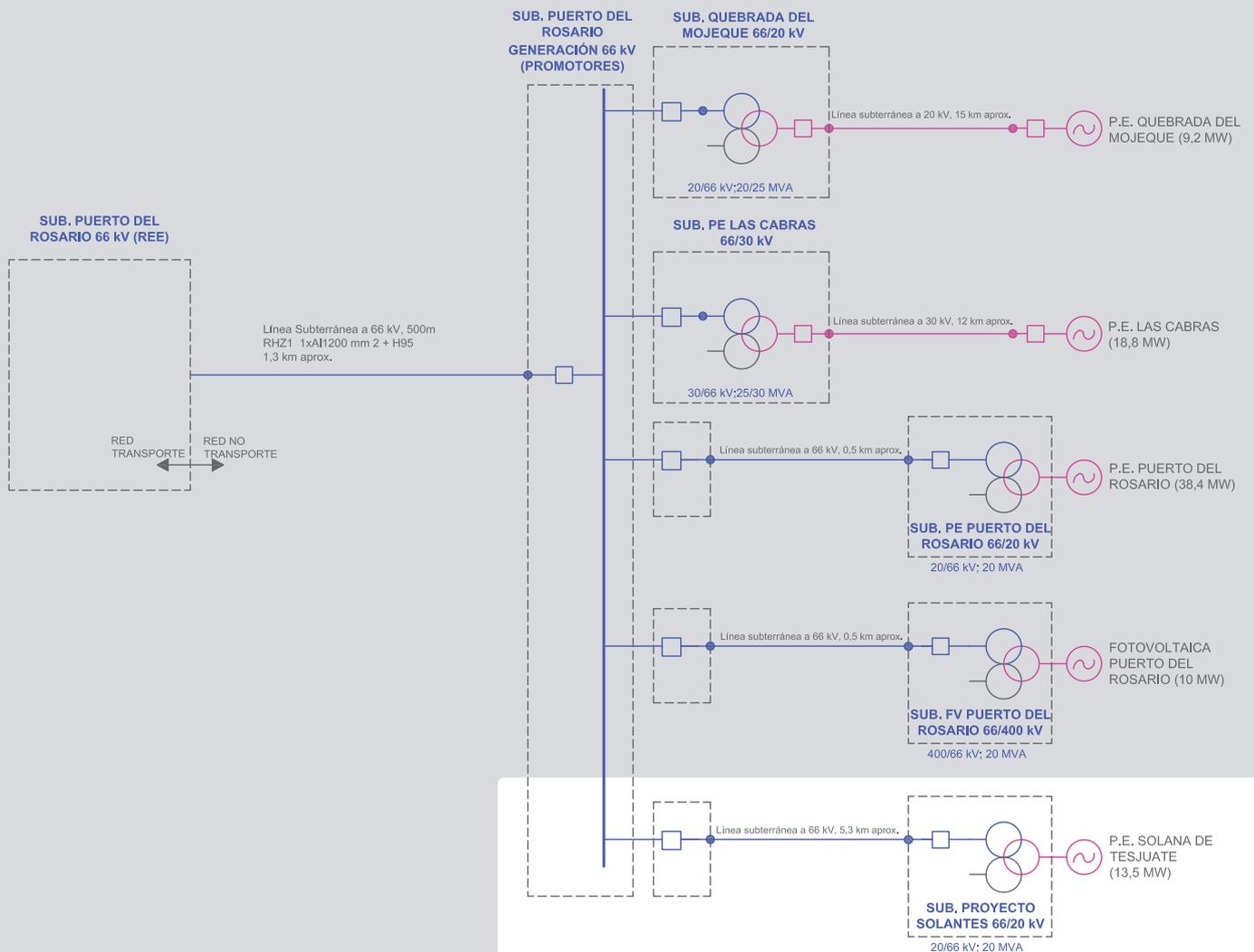
Los **objetivos** principales de la señalización son:

- Llamar la atención sobre los riesgos con el fin de que no se materialicen en accidentes
- Alertar a los trabajadores cuando se produzcan situaciones de emergencia que requieran medidas urgentes de protección o de evacuación
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de los medios e instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios
- Orientar y guiar a los trabajadores que realizan determinadas maniobras peligrosas.

LEYENDA SEÑALIZACIÓN	
	EXTINTOR
	PULSADOR DE ALARMA DE INCENDIOS
	SIRENA ACÚSTICA DE INCENDIO
	SALIDA DE USO GENERAL
	SALIDA DE EMERGENCIA
	INDICACIÓN DE RECORRIDO DE EVACUACIÓN
	VÍAS DE EVACUACIÓN
	RIESGO ELÉCTRICO

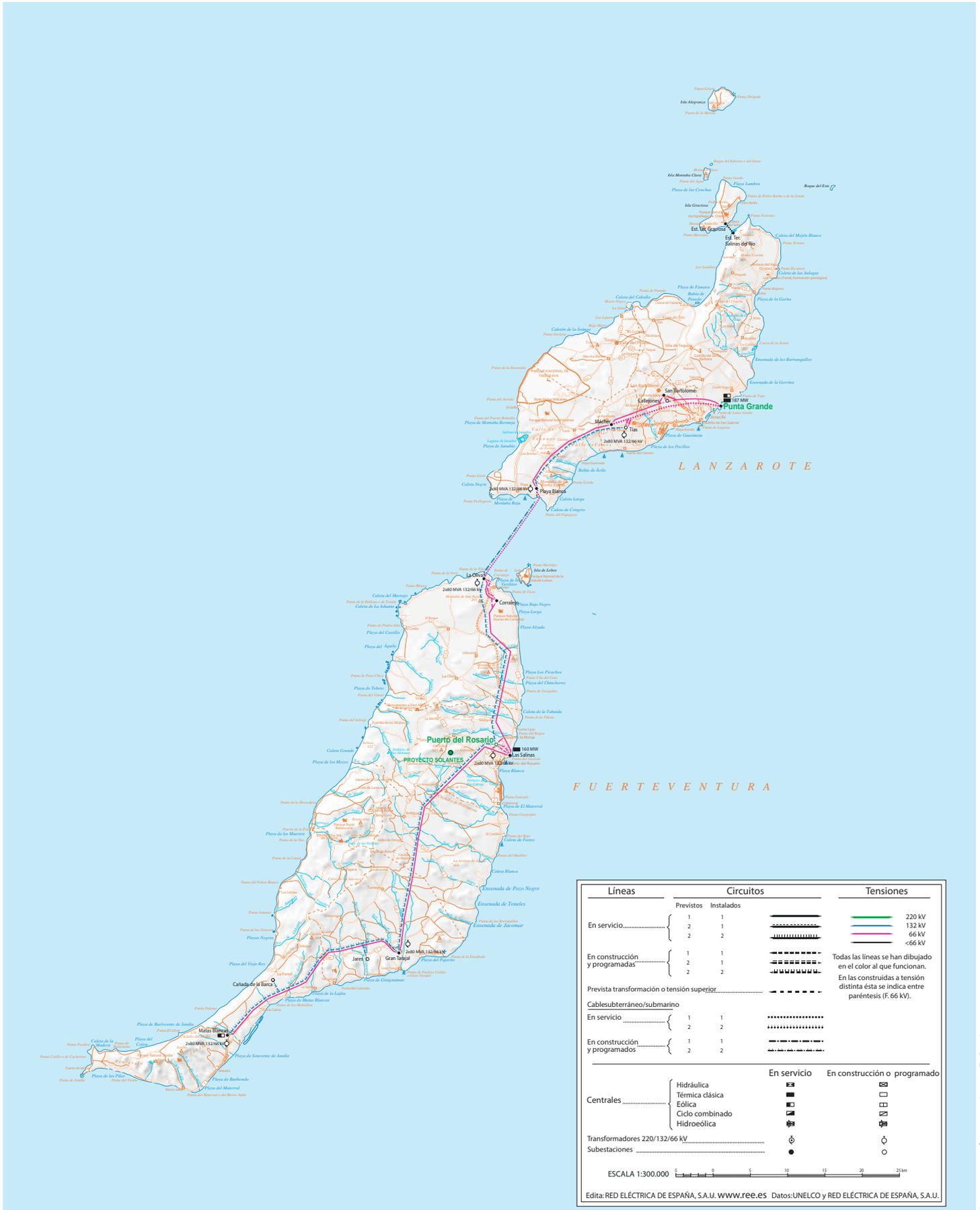
# 11.2.7.

## DIAGRAMA UNIFILAR, INTEGRACIÓN SUBESTACIÓN SOLANTES



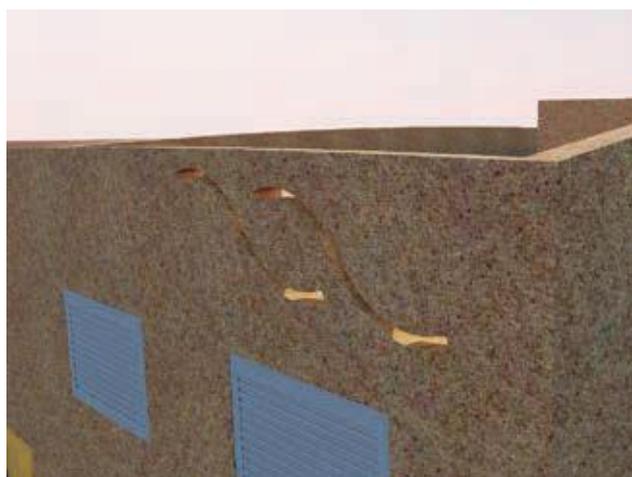
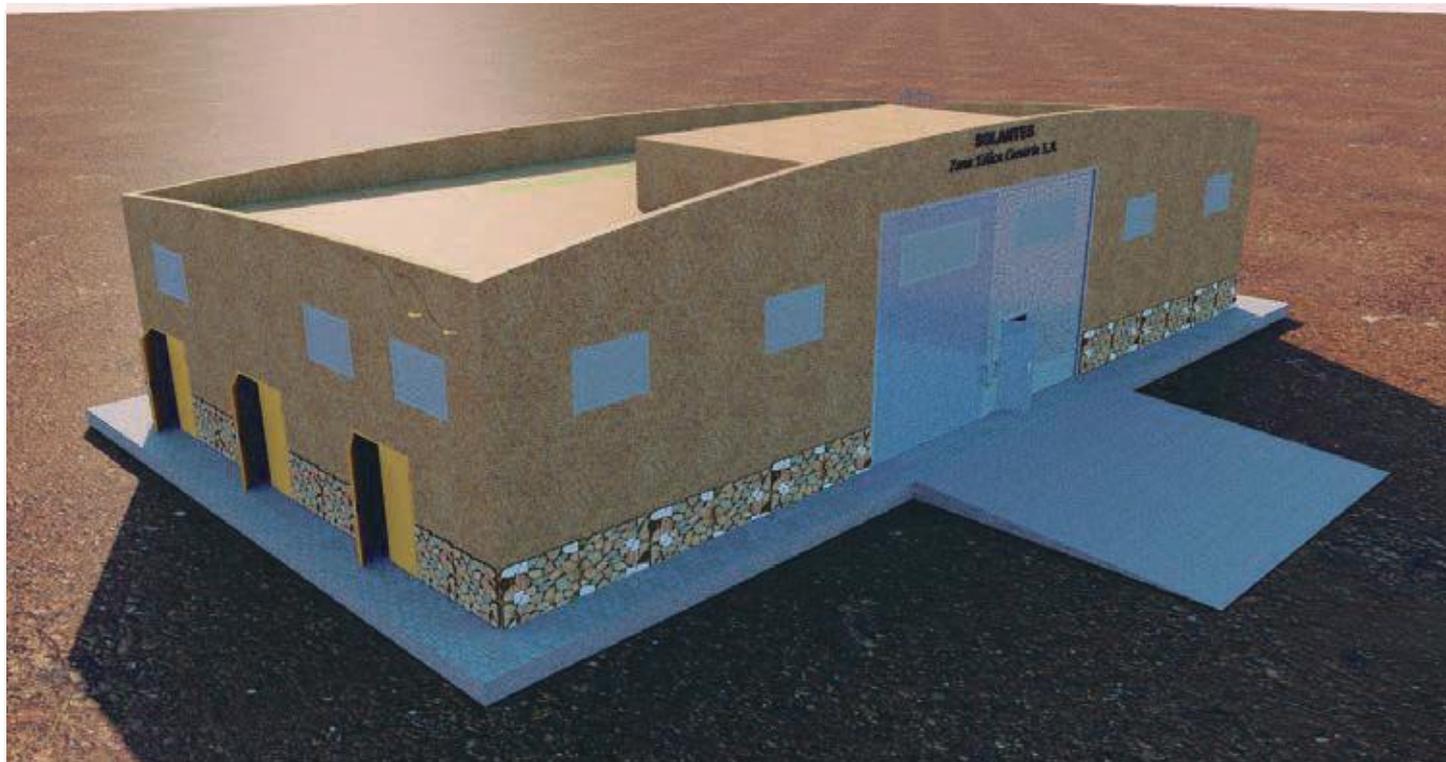
# 11.2.8.

## SISTEMA ELÉCTRICO FUERTEVENTURA - LANZAROTE



# 11.2.9.

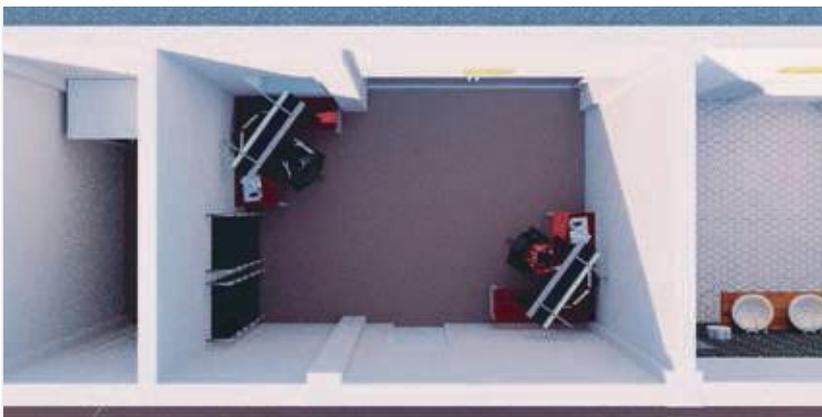
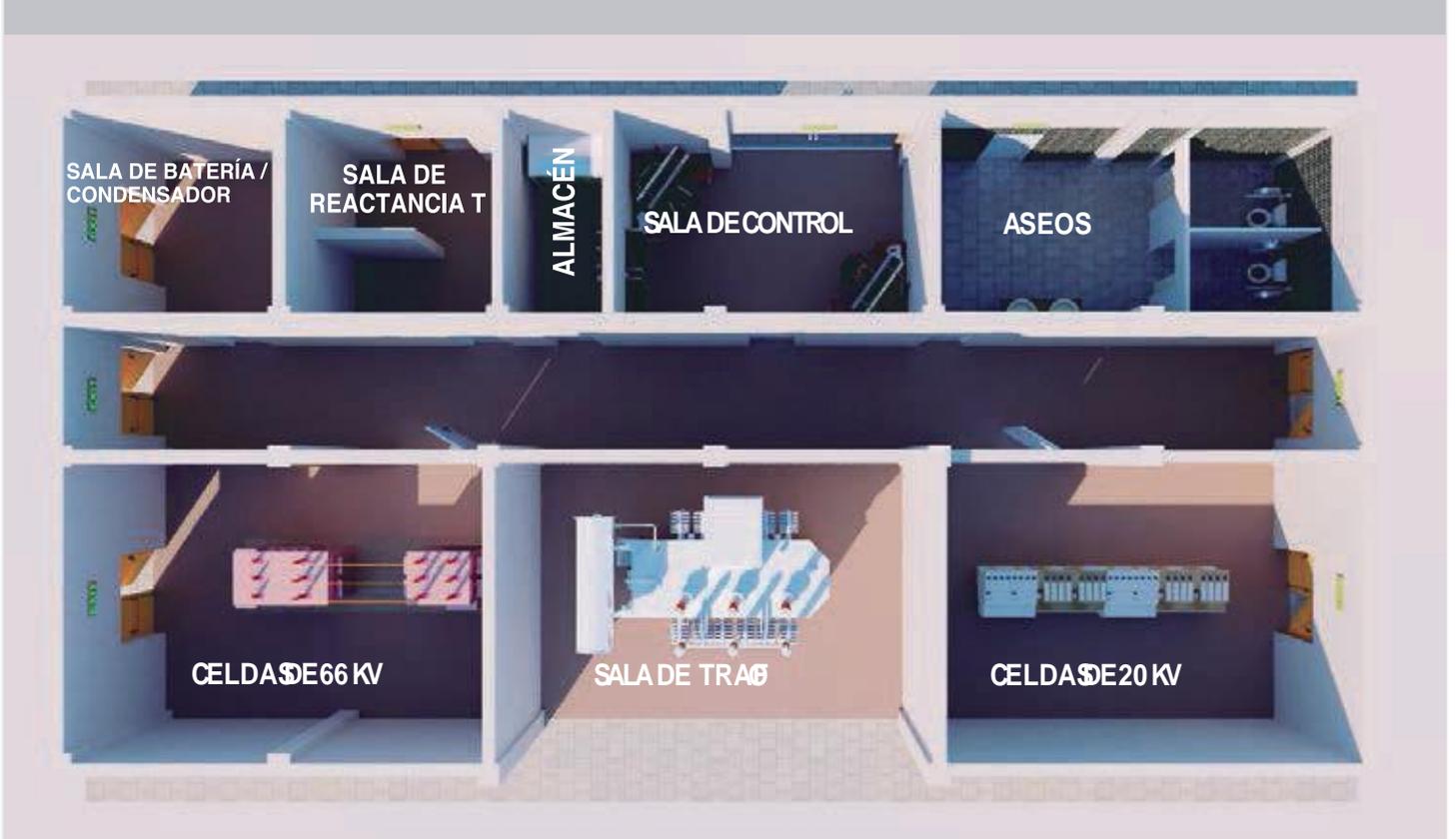
## APARIENCIA FINAL



Copyright © Z/ECSA

# APARIENCIA FINAL

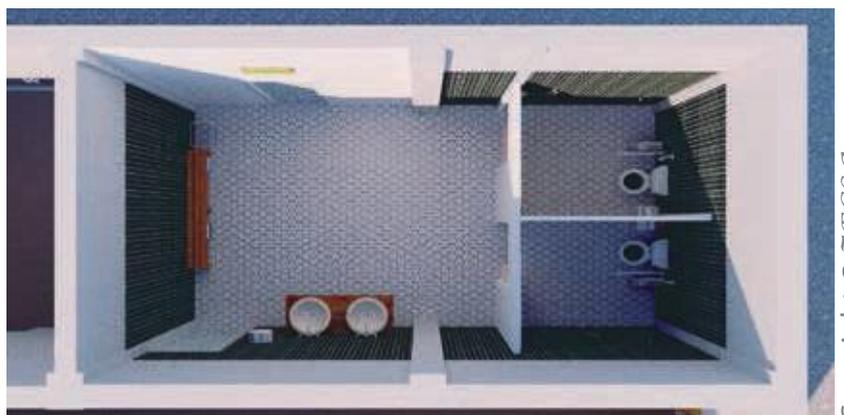
## Distribucion de planta



DETALLE /  
SALA DE CONTROL



DETALLE /  
ASEOS



*Proyecto* **SOLANTES**

**Ze** ZECSA  
Zona Eólica Canaria S.A.

