



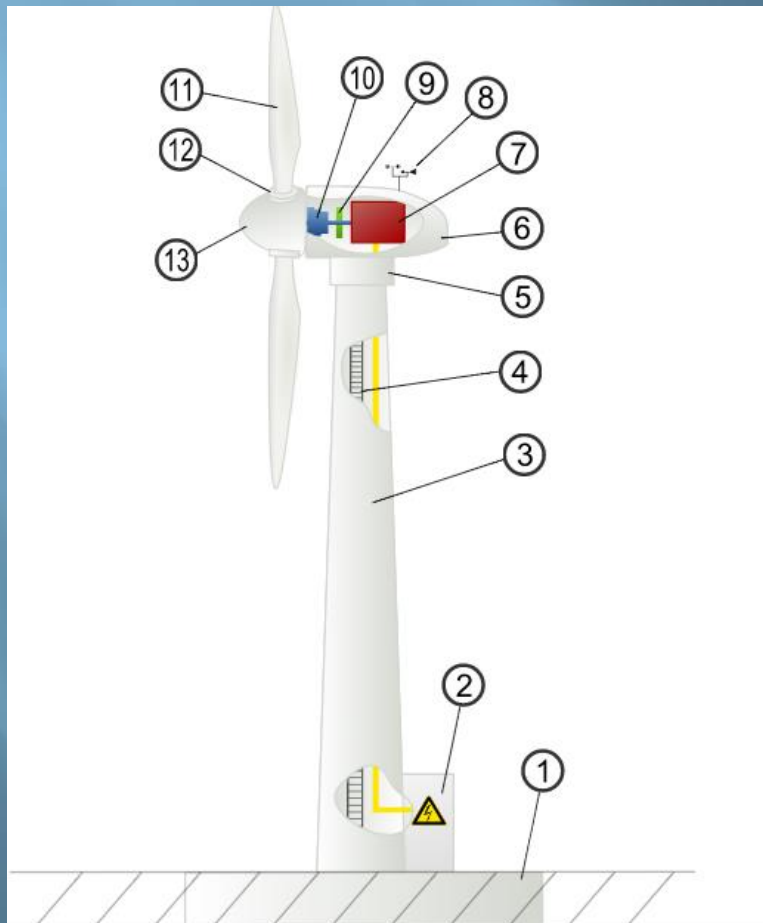
AEROGENERADORES

Visión desde el Punto de Vista de una
Generadora (MANDANTE)

Andrés Vieyra Castro
Marzo 2019

Aerogeneradores

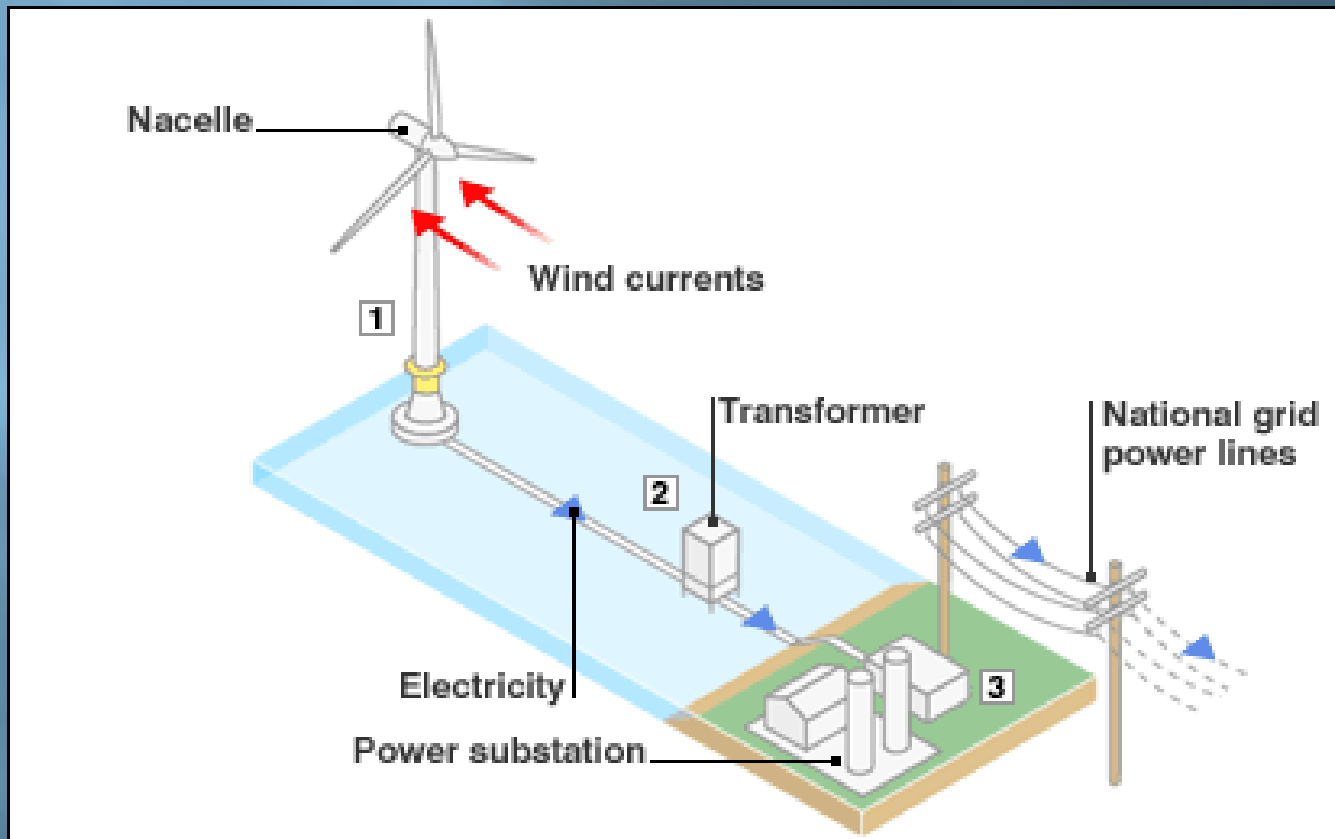
▣ ¿Que es un Aerogenerador?



1. Suelo
2. Conexión a la red eléctrica
3. Torre de contención
4. Escalera de acceso
5. Sistema de orientación
6. Góndola (Nacelle)
7. Generador
8. Anemómetro
9. Freno
10. Transmisión
11. Palas
12. Sistema de inclinación de la pala
13. Buje (Hub)

Aerogeneradores

▣ ¿Que es un Parque Eólico?



Visión de Negocio del Mandante

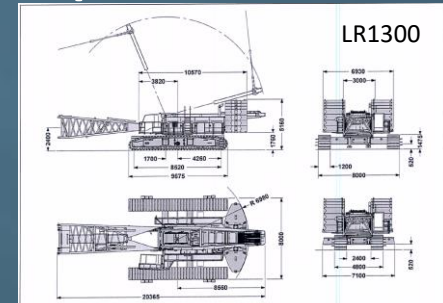
Desde el punto de vista del mandante (Empresa Generadora) ante el proyecto de construcción de parque eólico, las principales preocupaciones son:

- ▣ Fijar y cumplir un objetivo de rentabilidad
- ▣ Recurso eólico y Horas Equivalentes Anuales (EOH) de Generación
- ▣ Optimización de CAPEX y OPEX para cálculo de tarifa (USD/MWh)
- ▣ Análisis de Modelo de Ingresos por venta de energía y horizonte de evaluación (vida útil del parque)
- ▣ Análisis de Riesgos para estimación de rentabilidad.
- ▣ Asegurar tierras y permisos necesarios para la construcción y operación.
- ▣ Cumplimiento técnico y sísmico de los aerogeneradores.
- ▣ Desarrollo de la Ingeniería Básica de Parque y sistema de interconexión.
- ▣ Firma de contratos con ofertas Vinculantes con contratistas.
- ▣ Firma de contratos PPA por Energía (GWh) a 15 o más año

Diseño Civil de un Parque Eólico

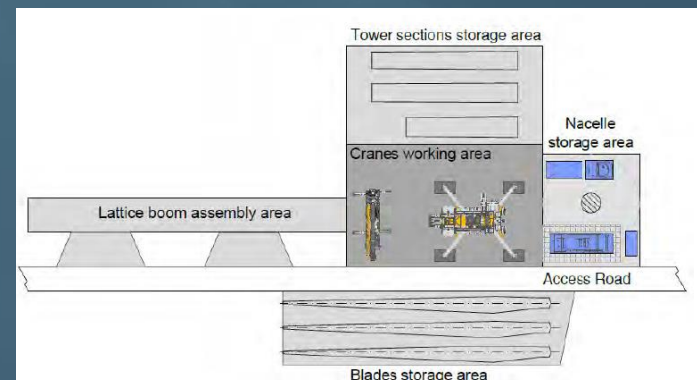
■ Parámetros base para el diseño de un parque

Torre Tower	Tramo Section	Peso Weight (kg)	Longitud Length (mm)
TA84 ¹	1	63 100	15 081
	2	53 500	21 042
	3	45 300	23 967
	4	34 100	21 940



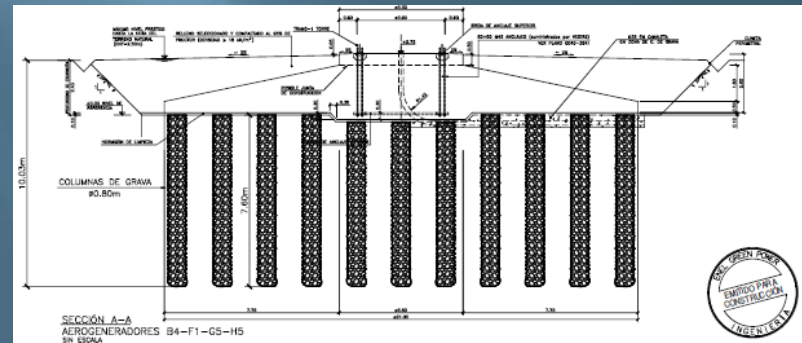
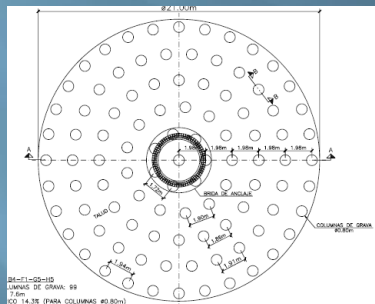
Pala Blade	Longitud Length (mm)	Altura Height (mm)	Anchura Width (mm)	Distancia bastidor punta ¹ Tip frame distance ¹ (mm)	Peso ⁴ Weight ⁴ (kg)
LM48.8	48 992	3 091	3 600	38 800	12 510

- Diseño de caminos internos (radios de giro, transito, pendientes máximas).
- Adecuaciones Viales
- Diseño de plataformas



Diseño Civil de un Parque Eólico

- **Diseño de fundaciones: cargas de diseño, verificaciones de diseño, condiciones de vientos según IEC.**
- **Tipos de fundaciones: uso de mejoramiento de suelos (geopiers, columnas de grava, hormigón ciclópeo en caliche)**



- **Sistemas de anclaje (jaula de pernos vs virola)**

Parámetros de Diseño según Norma IEC 61400

▣ CONEXIÓN TORRE-FUNDACIÓN

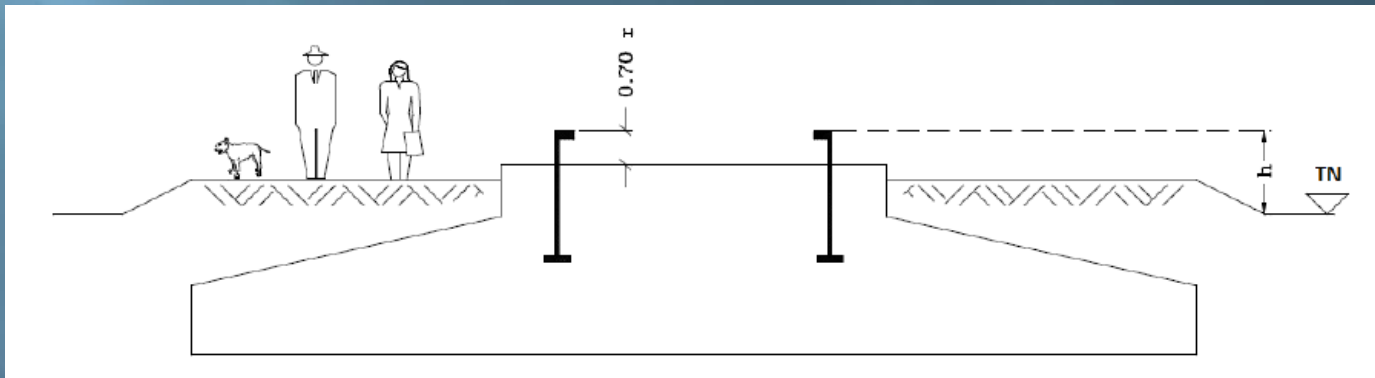
Sistemas capaces de transmitir los esfuerzos desde la base de la torre hasta la fundación en el terreno portante subyacente.



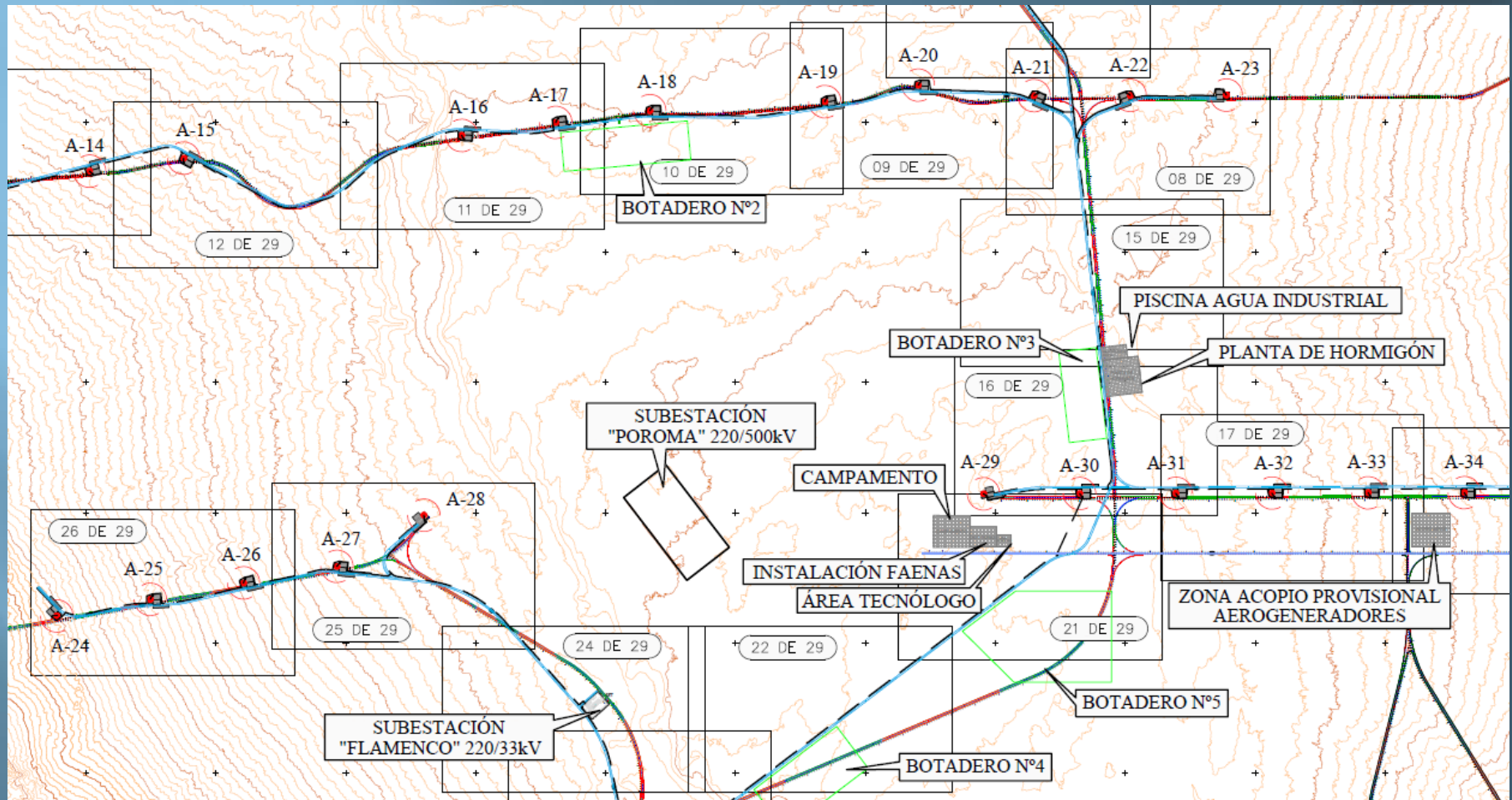
Jaula de Pernos



Virola



Diseño Civil de un Parque Eólico



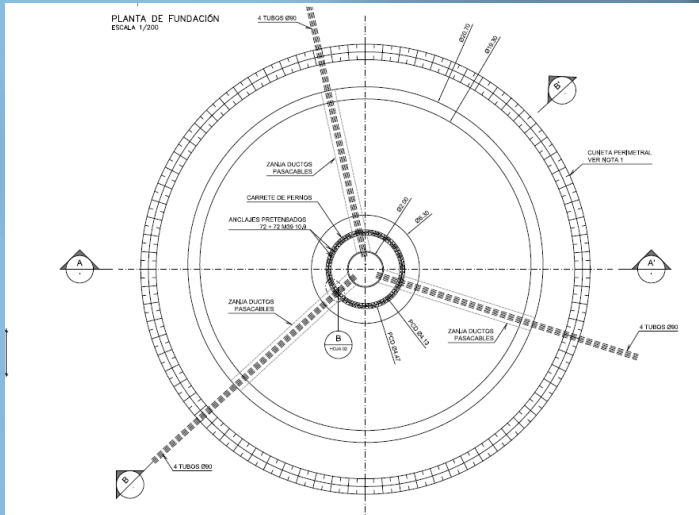
Estudios para Diseño



Dada la importancia de las fundaciones de los aerogeneradores en el total de las obras civiles, debido a las cantidades de acero y hormigón requeridas, para efectuar el diseño se consideran al menos la siguiente información y estudios:

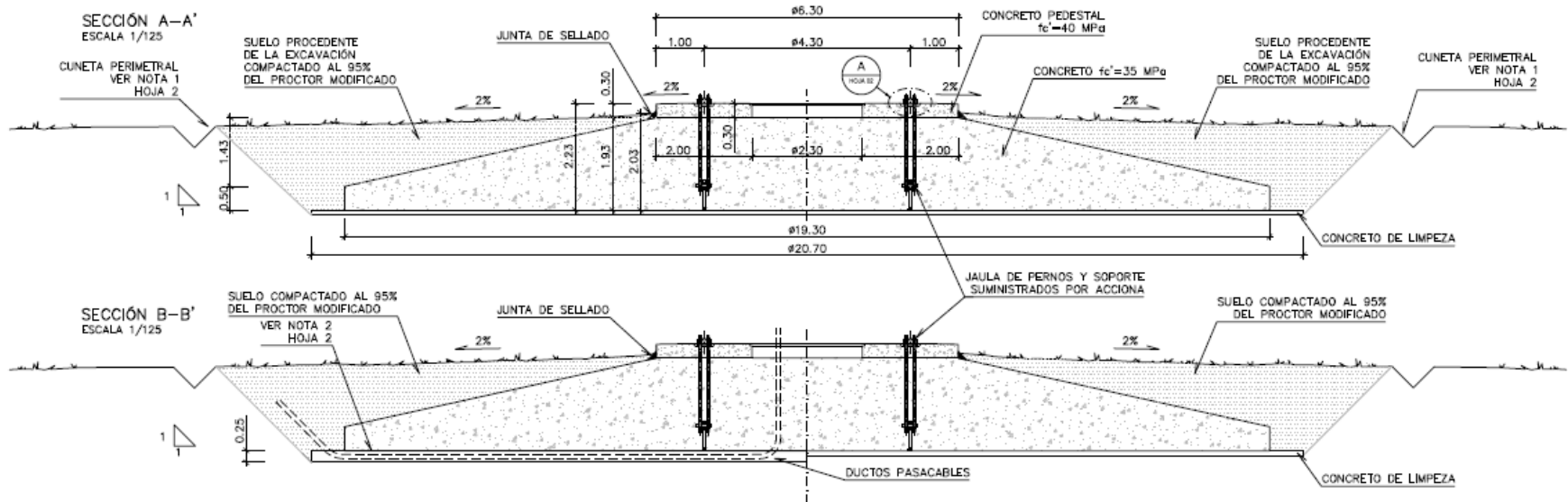
- ▣ Topografía (Tradicional, Lidar)
- ▣ Estudios Geotécnicos (Sondajes, Calicatas)
- ▣ Estudios Hidrológicos (diseño de drenajes)
- ▣ Cargas Especificas de Fundaciones del proveedor de las turbinas.

Estudios para Diseño



CUBICACIÓN

MATERIALES	TIPO	CANTIDADES
CONCRETO DE LIMPIEZA $f'c=150$ kg/cm ²	$f'c=150$ kg/cm ²	33 m ³
CONCRETO ARMADO EN FUNDACIÓN DE TURBINA $f'c=350$ kg/cm ²	$f'c=350$ kg/cm ²	346.11 m ³
CONCRETO ARMADO EN PEDESTAL $f'c=400$ kg/cm ²	$f'c=400$ kg/cm ²	9.35 m ³
ACERO EN FUNDACIÓN $f_y=4200$ kg/cm ²	GRADO 420	48661.50 Kg
EXCAVACIÓN	—	826 m ³
RELLENO	SUELO COMPACTADO	451 m ³
CONCRETO EN ZANJA $f'c=150$ kg/cm ²	$f'c=150$ kg/cm ²	31 m ³
GROUT	MASTERFLOW 9300	0.370 m ³
JUNTA DE SELLADO	SIKAFLEX O SIMILAR	19.79 m



Licitaciones de Turbinas



- ▣ Las Licitaciones de turbinas se llevan a cabo mediante el área especializada de compras de turbinas eólicas.
- ▣ Las bases de licitación son preparadas por las unidades de ingeniería y de análisis de recurso eólico (COE).
- ▣ Los oferentes de deseen participar, especialmente en países sísmicos como Chile o Perú, deben aceptar los parámetros de cumplimiento antes de iniciar el proceso. (Sine Qua Non)
- ▣ Etapa de alineamiento técnico con tecnólogo, para adecuar las necesidades del proyecto a los requisitos de diseño solicitados por el mandante.
- ▣ Si no cumple certificación sísmica queda fuera, si sus criterios de obras civiles son muy restrictivos puede incrementar de forma considerable el CAPEX del proyecto dejándolos fuera también.

Certificación Sísmica



Cada oferente que desee participar en las licitaciones en países de altas condiciones Sísmicas, deben firmar y asegurar el cumplimiento de normativa local y regulaciones sísmicas para todos los componentes:

- ▣ Torres
- ▣ Nacelle
- ▣ Aspas
- ▣ Hub
- ▣ Jaula de pernos

Certificación Sísmica



El suministrador debe asumir la responsabilidad total asegurando todos los components según los estándares:

- ▣ Norma IEC-61400-1:2005
- ▣ Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Suministro 2015.
- ▣ ETG1020
- ▣ NCh2369.

Tipos de Contratos



Normalmente se dividen los contratos dependiendo de la criticidad y capacidad interna para cumplir con el programa de Proyecto. Los principales contratos utilizados son:

- ▣ WTG
- ▣ BOP
- ▣ EPC
- ▣ Transformador de Poder (Subestación Elevadora)
- ▣ Cables de Media Tensión

Gracias

