

Estructuras y Planificación de Plantas Solares



PROYECTOS E INFRAESTRUCTURAS DE TELECOMUNICACIÓN II

Enrique M. Tébar Martínez

[Resumen]

- Instalaciones en cubierta:
 - Estructura convencional
 - Estructura integrada
- Instalaciones en suelo
 - Estructura fija
 - Estructura con seguidores
- Híbridos cubierta-suelo
 - Parkings
 - Pérgolas-Hangares

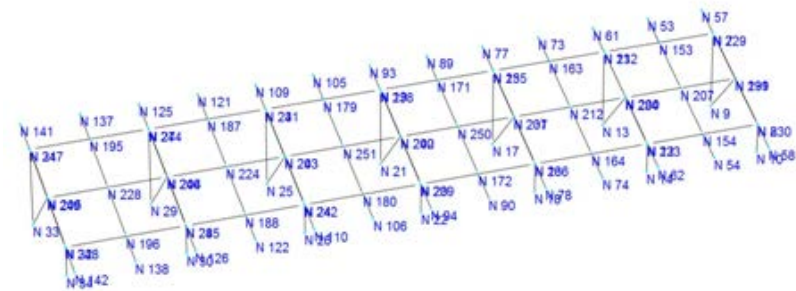
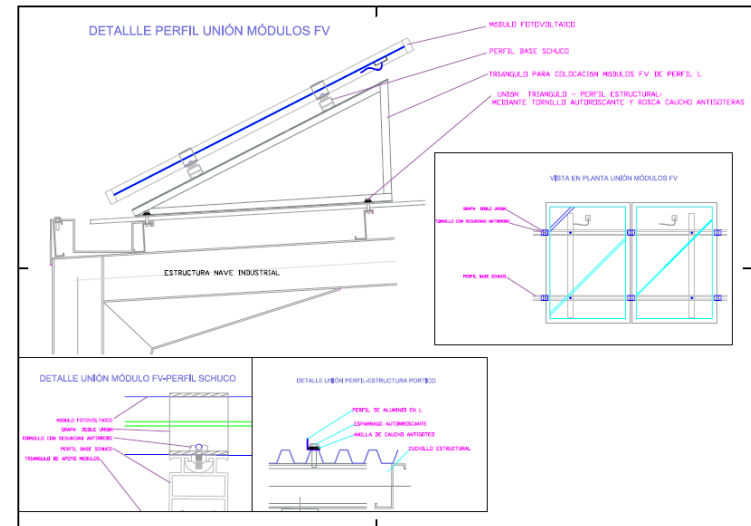


[Otras clasificaciones]

- Según la movilidad:
 - Fija
 - Seguidor
- Según material:
 - Acero galvanizado
 - Aluminio
- Según tipo de integración:
 - Parcial (sobre chapa)
 - Total (raíl)
- Según puntos de apoyo (estructuras fijas en suelo) :
 - Monoposte
 - Biposte
- Según ejes de giro (seguidores):
 - Un eje (azimut)
 - Un eje (elevación)
 - Dos ejes

A tener en cuenta

- Cubiertas:
 - Orientación
 - Inclinación
 - Capacidad para soportar el peso de la estructura y los paneles solares
 - Acciones de viento y nieve
- Suelo:
 - Geotecnia del terreno
 - Acciones de viento y nieve



Cubiertas: estructura convencional

- Tiene como objetivo optimizar la orientación de los paneles solares sin que primen factores estéticos o de cantidad de material
- La más habitual en España
- Mejor accesibilidad al conexionado eléctrico
- Mejor refrigeración de los paneles
- Efecto vela, se debe minimizar aumentando la distancia de separación entre paneles



Cubiertas: estructura integrada

- Prima estética sobre optimización en la captación
- Francia país precursor en primas por integración en Europa, Italia sigue los pasos de Francia
- España => Muy poco desarrollada
- Japón => Número 1 mundial
- Busca una “imagen normalizada” de la fotovoltaica a partir de la “grid parity”



Necesidad de incentivo de la integración

- Legislación española no ha contemplado nunca primas por integración, que estarían justificadas por la pérdida de producción
- Concepto asociado al doble uso de la instalación: cobertizos, refugios, etc
- Francia: Estandarizados 2 sistemas:
 - Chapa (“Bac acier”) o similares: Integración parcial
 - Raíl (los paneles son el techo): Integración total



Cubiertas: estructura integrada



Japón

Normalización de la integración

いまや、21世紀のライフスタンダード

21世紀は地球が快方に向かう、節目の世紀になりそうです。
 環境のことを考えていないものには「ノー」といえる意識が根付き始めています。
 たとえばリサイクルの大きなムーブメントや冷暖房温度の設定見直しなど
 環境への配慮と貢献がさまざまな場面で行われているのは「未来意識」の賜物。
 そんな中で太陽光発電も注目のシステムから、実際に採用されるシステムになりました。
 意外かもしれませんが、日本の太陽光発電システム普及率は世界でもトップレベル。
 クリーンで、無料で、無限の太陽光から電気を創る
 エコロジーライフがいまや、当たり前になりつつあります。
 それに、光熱費の大幅な節約も魅力的...
 さあ、あなたも始めませんか。
 環境世紀に理想的な太陽光発電ライフ。

クリーン／無料／無限／低リスクが特長の 太陽光利用は、環境世紀にふさわしいスタイルです。

クリーン	無料	無限
<p>発電中のCO₂排出ゼロで 地球温暖化防止に貢献</p> <p>政府認定企業で環境大賞の顕彰目標が 定められ、地球温暖化の二酸化炭素削減 に貢献可能な、自然の恵み「太陽光」を 大いに活用することは、地球への大い な貢献といえます。</p>	<p>だれもが無料で 自由に使用できるエネルギー</p> <p>太陽光が無料なのは当然。さらに、特 定のエネルギーのように蓄積や輸送、設 備稼働率のコストも少ない太陽光の 利用は、まさに環境のくらしにふさわしい スタイルです。</p>	<p>いくら使い続けても 永遠に枯れないエネルギー</p> <p>化石燃料の枯渇が懸念されるともに、 化石燃料を燃やすことで生じる二酸化 炭素による環境破壊はそれ以上に深刻 な問題。これらと対峙して解決できる のが無限クリーンな太陽光利用です。</p>
<p>低リスク 自家発電は社会的な リスクの低減に効果的</p> <p>電力を大規模な消費所に依存する際、万 一の事故や故障で電力供給がストップ すれば、その社会影響度は甚大。自家 発電は、発電設備の負担を軽減でき、ト タルのリスクを低減されます。</p>		
<p>電気をつくるだけでなく地球の 未来も創る太陽光発電の力</p> <p>自家発電の力で、日々の生活の 光熱に、環境にやさしい太陽光利用を 取り入れよう。</p>		



Sistemas semi-transparentes



施工例3:
ワンチャイタワー(香港)

香港名物のこの超高層ビルは
エントランスにライトスルーが
設置されています。また下層部には
日よけとしてライトスルーが
利用されています。
建材として見事に機能している
一例です。

太陽電池容量: 50kW

竣工: 2003年



施工例4:
練馬区光和小学校(東京都)

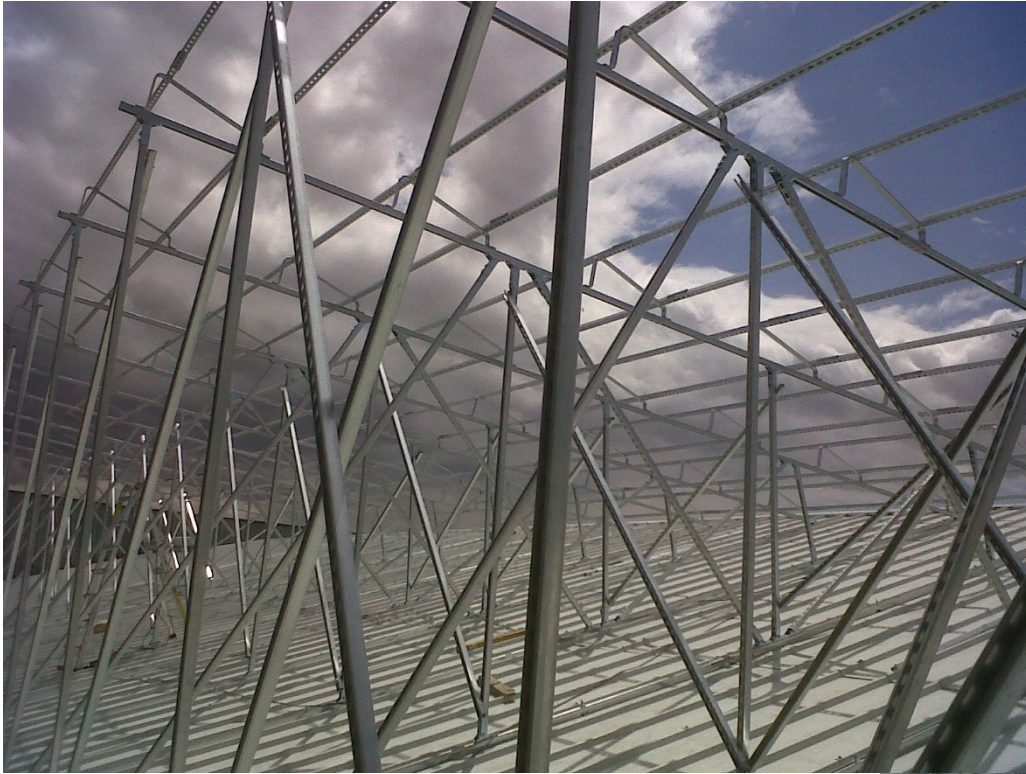
校庭を囲む建物上層部にライト
スルーが設置されています。
また、屋上にはスタンダード
モジュールと小型風車が設置さ
れていて、クリーンなエネルギーを
創出しているこの小学校は学び
舎として理想的な環境であると
いえます。

太陽電池容量: 10kW

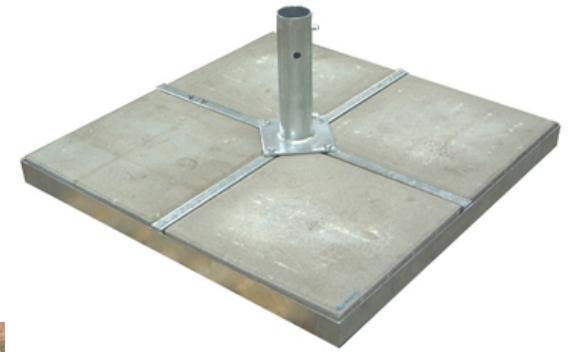
竣工: 2004年



[Y esto es ... España]



Soluciones especiales: Lastres (Cubiertas no perforables)



Lastres con muesca ya practicada (Alternativa para economía en costes)



Soluciones especiales: Protección trasera (Útil en zonas ciclónicas)

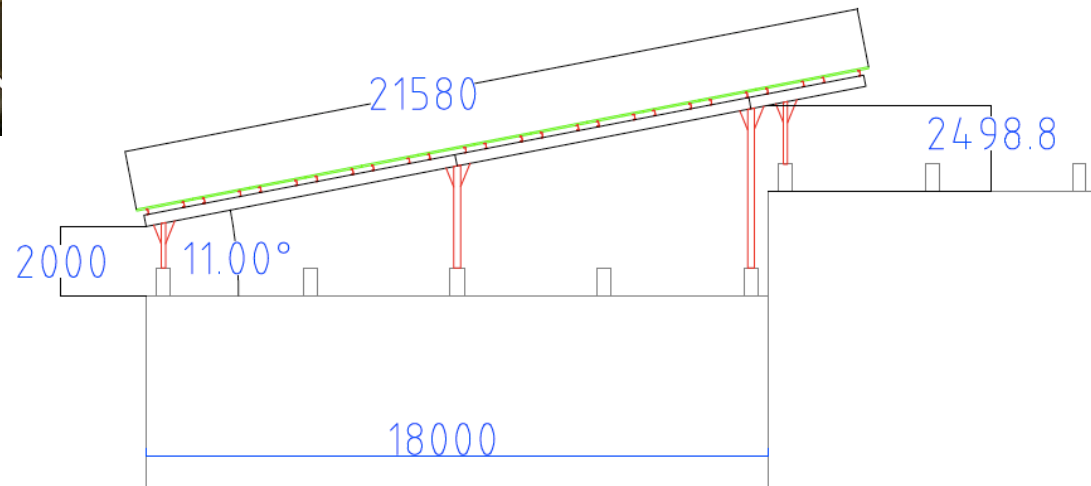


Inconvenientes: Mayor coste y dificultad de manipulación y ventilación

[Invernaderos fotovoltaicos]



Soluciones especiales: Pérgolas (Aprovechamiento espacio)



Inconvenientes: Mayor coste y dificultad de montaje



Cubiertas: Forma de proceder según el escenario de trabajo

- Cubierta inclinada orientada al sur: La tendencia es a superponer (integrar)
- No necesario pasillos para evitar sombras
- Pequeñas desviaciones respecto al sur: Se procede como si la orientación fuera al sur



Cubiertas: Forma de proceder según el escenario de trabajo

- Cubiertas planas: Buena accesibilidad, pero necesidad de pasillos para evitar sombras
- Cubiertas no orientadas al sur: Otras soluciones para optimizar la captación de la luz solar



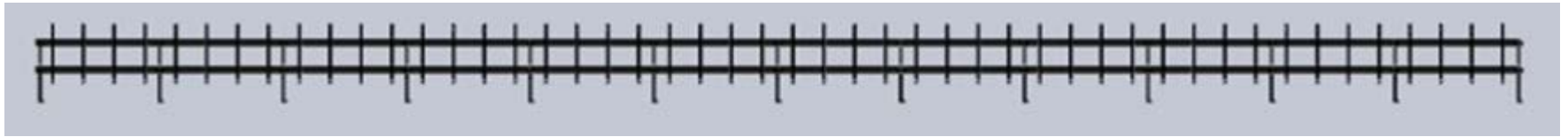
Cubiertas: Estudio de cargas

- Pretende demostrar, mediante los cálculos correspondientes, que la cubierta puede soportar el peso de la estructura y los paneles, mas las acciones que se puedan producir sobre esta (fundamentalmente carga de viento y carga de nieve)
- Aplica el Código Técnico de la Edificación - Documento Básico SE-AE Seguridad Estructural Acciones en la edificación
- ***Ejemplo: Estudio de cargas sobre una cubierta***

Suelo: Componentes de la estructura



- Cargadero: Perfil rectangular que da apoyo continuo a las correas y distribuye los esfuerzos a los pilares.
- Correas: Perfil rectangular; sobre ellas descansan los módulos solares.
- Tirante Pórtico: Elementos rigidizadores que trabajan aportando solidez al conjunto. Son de sección TUBO.
- Poste: Pilar ubicados en las orientaciones referidas. Son de sección Tubo.



Ejemplos de estructura para suelo



- Pórtico: puede ser realizado por cargaderos o por correas
- Tirante opcional pero recomendado
- Opcional: Cruces de San Andrés en las mesas extremas
- En el caso de la monoposte, el pilar suele ser el propio tornillo de fijación (atención a las limitaciones en altura de la máquina)

Alternativas para la unión entre cargaderos y correas en la estructura biposte



Cargadero con forma de pórtico (más habitual)



Cargadero perpendicular al pórtico y correa en pórtico (alternativa)

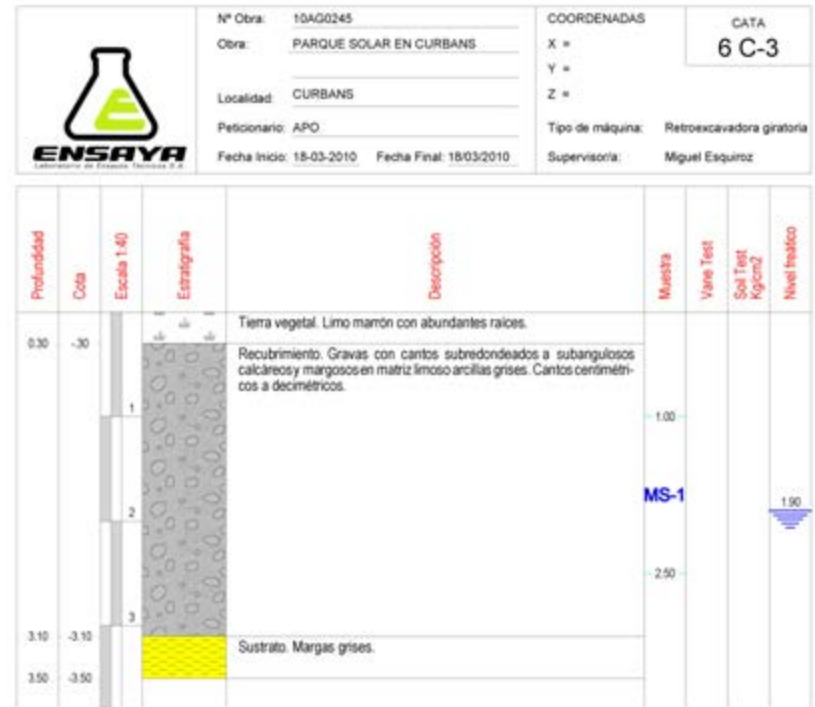
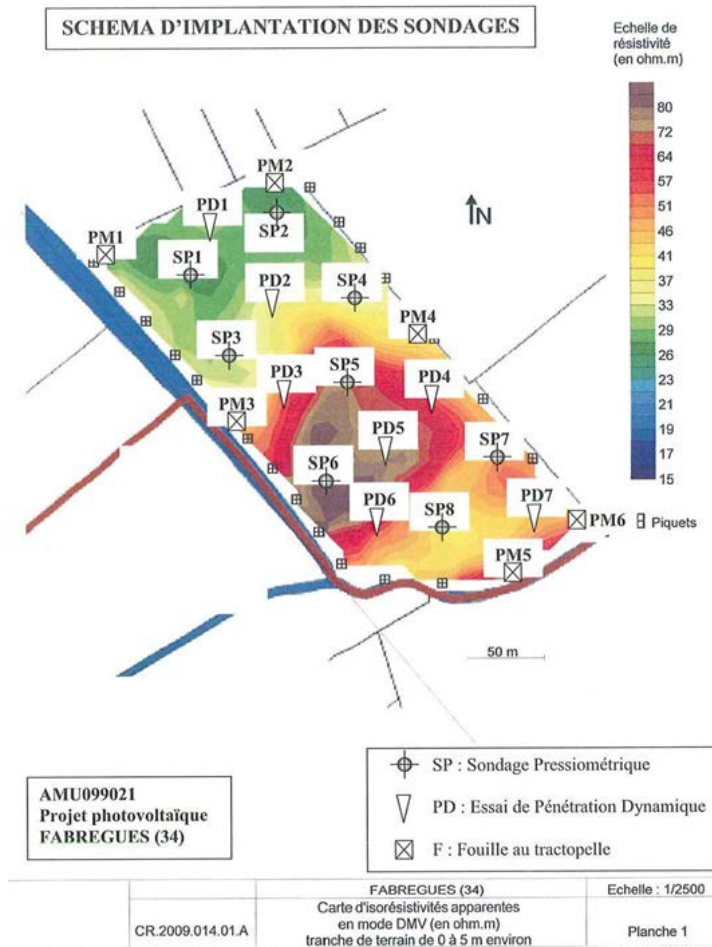
Cruz de San Andrés: Refuerzo estructural




Suelo: Geotecnia del terreno

- Para diseñar una estructura sobre suelo es imprescindible partir de una caracterización del terreno, para conocer las características del mismo (dureza, corrosividad, etc)
- Se suele partir del estudio geotécnico, que suele mostrar la anchura y composición de las capas existentes según la zonas del terreno sobre el que se va a realizar una instalación en suelo

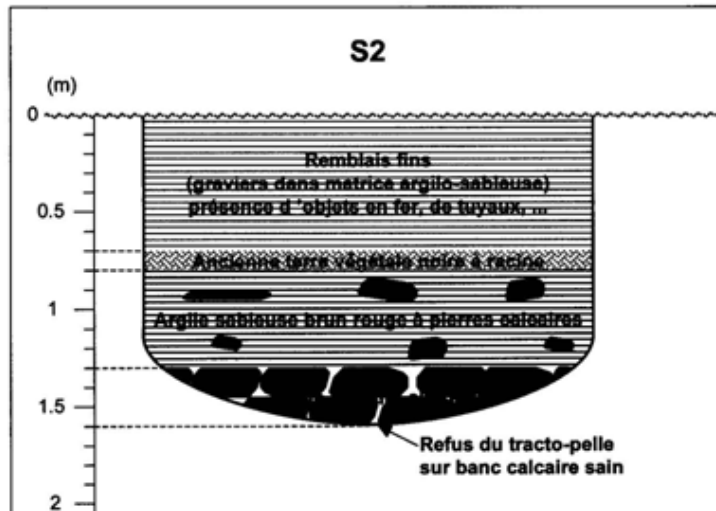
Ejemplos estudios geotécnicos



Ejemplos estudios geotécnicos

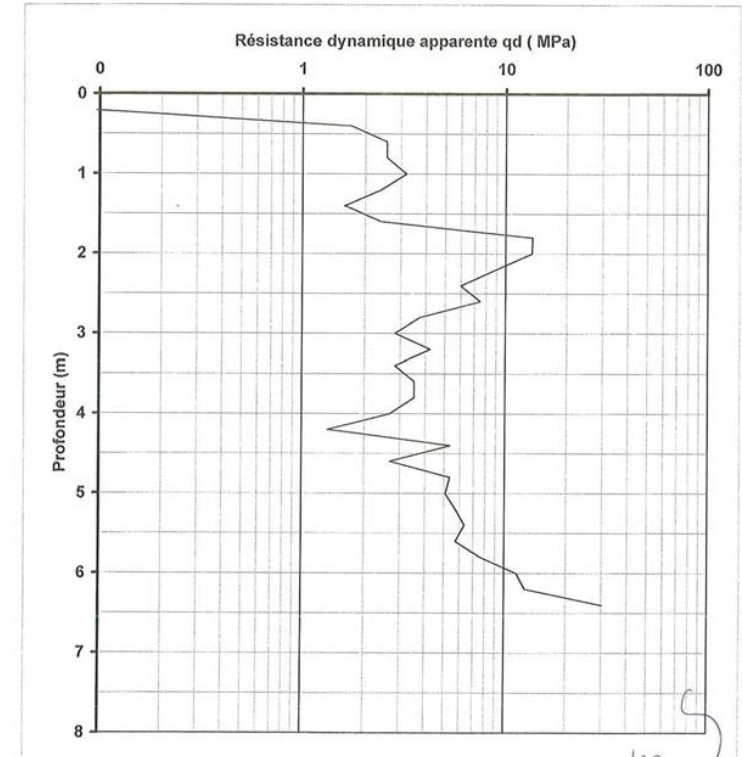
	Étude SOL CONCEPT n° 4590	
	Centrale Photovoltaïque - Lagarde d'Apt (84)	
	Date : 17/12/09	Cote : 101.07

Sondage au tracto-pelle



ESSAI DE PENETRATION DYNAMIQUE

ALIOS Ingénierie	CHANTIER	Projet photovoltaïque FABREGUES (34)	ESSAI PD4
Av. Ferdinand de Lesseps 33610 CANÉJAN Tel. 05-57-35-41-90 Fax. 05-57-35-41-91	Dossier : Client :	AMU099021 SECHILLENNE SIDEC	
	Nappe :		DATE 16/02/2010



Poids du mouton (kg)	63.5
hauteur de chute (m)	0.75
poids mort (kg)	21
hauteur initiale (m)	1
poids d'une tige (kg)	6.2

Observations:

Suelo: Elección de la estructura óptima

La estructura óptima se escogerá en función de la geotecnia y los requisitos del proyecto, y estará caracterizada por:

- Tipo de cimentación:
 - Con o sin hormigón
 - Hincas o tornillos
- Número de puntos de apoyo: Básicamente, monoposte o biposte
- Configuración de las mesas: las más habituales: 2V, 3H, 4H. También puede depender de requisitos de integración paisajística
- Importante: Las configuraciones en V permiten la conexión eléctrica cruzada de los strings (ver ejemplo)

Suelo: Técnicas de fijación (Mostrar vídeos)



Hinca



Tornillo



Zapata de hormigón

[Suelo: Técnicas de fijación]

- Hincas: Solución más económica, requiere de ayudas en caso de pretaladro: relleno con gravilla, hormigonado
- Tornillo: Solución más adecuada para pretaladro, más sencilla de “arrancar”
- Zapata de hormigón: Situaciones especiales (cavidades, terrenos no compactables, imposibilidad de perforar a profundidad adecuada, cercanía a líneas de alta tensión).

Soluciones especiales: Taladro y hormigonado

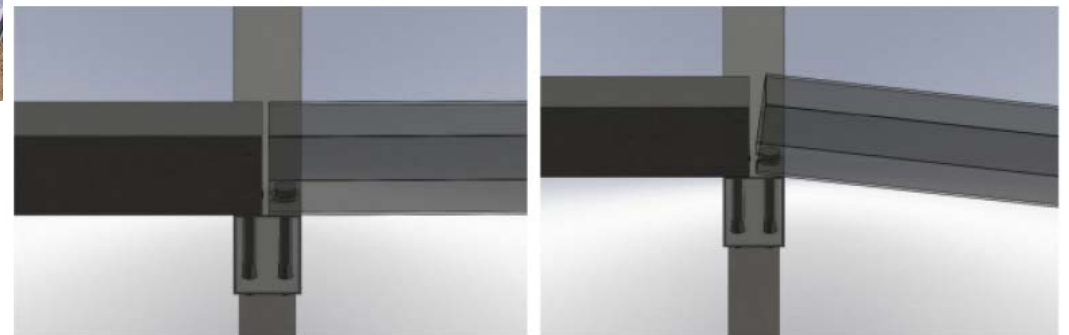


- Generalmente para zonas donde no se puede hincar o atornillar, por la cercanía de la columna de la máquina a líneas de alta tensión.
- El taladro lo realizan máquinas de menor altura (bobcats o similares), generalmente mediante hélice.
- Es necesario mantener la altimetría y verticalidad mientras se seca el hormigón.

Soluciones especiales no perforadas (superficies deformables)



- Generalmente antiguos vertederos clausurados (Francia: planes especiales)
- Estructuras también deformables



Soluciones especiales no perforadas (cableado no subterráneo)



- Imposibilidad de pasar zanjas (suelo no perforable)
- Gran dificultad para preparar zanjas (dureza del terreno)

Soluciones especiales no perforadas (Paneles solares flotantes)



- Nuevas posibilidades donde no hay terreno disponible
- La evaporación del agua mantiene los paneles a una temperatura baja y estable durante todo el día

Pruebas de desplazamiento



- Pruebas de arrancamiento
- Son necesarias para comprobar que la solución de cimentación es adecuada

Monoposte vs Biposte



- Las estructuras monoposte consiguen mayor ahorro en costes.
- Sin embargo en las estructuras monoposte está presente un momento flector que es prácticamente despreciable en la biposte, al no existir un único eje de giro
- A partir de cierta carga portante es necesario recurrir a una solución biposte

Técnica de cimentación sin hormigón

- Tornillo roscado dextrógiro de cimentación
 - Ahorro en costes
 - Ecológico
 - Preparado para desmontaje y reciclaje
- Juego, robustez para corrección de errores
- Hormigón auxiliar en caso de existencia de cavidades
- Perforación previa en caso de terrenos duros



Hangar Express



- Instalación casi inmediata, posibilidad de instalación sin hormigón
- Aplicaciones principales: hospitales de campaña y similares
- Hangares agrícolas “creados para ser fotovoltaicos”
- Autosuficiencia energética

[Suelo: Memoria de cálculo]

- Pretende demostrar, mediante los cálculos correspondientes, que la estructura y su sistema de cimentación pueden soportar el peso de los elementos correspondientes, mas las acciones que se puedan producir sobre esta (fundamentalmente carga de viento y carga de nieve)
- Aplica el Eurocódigo, ampliamente aceptado aunque determinados países han desarrollado sus propias legislaciones locales
- ***Ejemplo: Memoria de cálculo de estructura***

[Seguidores solares]

- Como su nombre indica, “siguen al sol”, optimizando de esta forma el nivel de captación en cada momento
- Azimut, elevación
- Implican una mayor inversión y mantenimiento, aunque también un plazo menor para su recuperación
- Aumenta su conveniencia a medida que nos alejamos del ecuador
- Mayor ocupación de espacio
- Paneles lo más densos posibles

Seguidores: Diferentes tamaños y características



[Seguidor a un eje]



- Proyecto muy parecido al de estructura fija, con perfil móvil y célula calibrada
- Útil en zonas cercanas al ecuador, donde el seguimiento azimutal apenas tiene sentido

[Seguidor a un eje]



- Posición de las estructuras a diferentes horas del día

[Seguidores: Instalación]



- Operativa completamente diferente
- Necesaria gran maquinaria de obra
- Gran infraestructura de cimentación

[Otras consideraciones]

- Importante estudiar el manual del fabricante previamente a la instalación
- Se pretende que el montaje de las estructuras en obra no comporte la manipulación (cortes y soldaduras) de las piezas que la componen: Tan sólo atornillados, que no pongan en riesgo el galvanizado y los tratamientos anticorrosión de la perfilería y tornillería
- El anclaje de los paneles a la estructura se debe realizar mediante grapas, que en caso de paneles sin marco deben disponer de goma protectora.



[Imágenes de interés]

Archivo “Imágenes complementarias”