



**El futuro  
es de todos**

Agencia de  
Renovación  
del Territorio



GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA  
GERENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS



**SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES:  
SOLUCIONES INDIVIDUALES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR  
RURAL, DE LA SUBREGIÓN PDET DE NORTE NORDESTE DEL  
DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA**

**ESTRUCTURACIÓN DEL COMPONENTE CIVIL DE SOLUCIONES  
SOLARES FOTOVOLTAICAS INDIVIDUALES EN ZNI**

**AGOSTO 2022**

**GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA**

**MEDELLIN**



## Contenido

INDICE DE TABLAS .....	3
INDICE DE ILUSTRACIONES .....	4
1. Introducción .....	5
2. Resumen ejecutivo del proyecto .....	7
3. Localización del proyecto.....	8
4. Objetivos.....	9
4.1. Objetivos Específicos.....	10
5. Descripción del problema .....	10
6. Consideraciones para el diseño.....	12
6.1. Alternativas de cimentación .....	17
6.2. Modelo geológico-geotécnico.....	19
6.3. Cargas de diseño .....	19
6.4. Consideraciones de resistencia y durabilidad .....	23
6.5. Cálculos y consideraciones para el chequeo de los elementos .....	23
6.6. Análisis de precios unitarios (APU's).....	42
OBSERVACIONES .....	45
ANEXOS .....	46
BIBLIOGRAFIA .....	47

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados del programa GEO5 (Seco) .....	31
Tabla 2. Resultados del programa GEO5 (Nivel Freatico) .....	39
Tabla 3. Análisis de precios unitarios .....	42



## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización Esquemática del Proyecto .....	9
Ilustración 2 Viga de soporte .....	13
Ilustración 3 Riel para montaje de paneles 4200 mm.....	13
Ilustración 4 Conector MID ajustable 35/40/45/50 mm.....	14
Ilustración 5 Instalación del MID en el panel solar .....	14
Ilustración 6 Conector END ajustable 35/40/45/50 mm.....	15
Ilustración 7 Instalación END en el panel solar .....	15
Ilustración 8 Abrazadera de sujeción .....	16
Ilustración 9 Muestra de la instalación de la estructura de los módulos fotovoltaico al poste.....	17
Ilustración 10. Imagen del poste a instalar tomada de la ficha técnica.....	18

## 1. Introducción

El conflicto armado interno en Colombia es una guerra que existe desde la década de 1.960 y los actores involucrados han sido los grupos al margen de la ley. Los hechos han dejado a su paso innumerables consecuencias, entre las cuales, personas víctimas del conflicto que sufrieron daños irreparables a causa de las acciones de intimidación por parte de los grupos de guerrillas en la búsqueda del poder, de igual manera también la infraestructura del país se estancó, y debilitó, disminuyendo la calidad de vida de los habitantes.

En cuanto a la actualidad como se tiene conocimiento se efectúa el cumplimiento de los acuerdos establecidos en el proceso de paz, que se comenzó a gestar desde el 4 de septiembre de 2.012, en busca de lograr paulatinamente el fin del conflicto y lograr que las partes implicadas fueran beneficiadas. Es así como el Gobierno Nacional tiene como objetivo principal trabajar en pro de la construcción de la paz, mediante el cumplimiento de los proyectos formulados para el beneficio de los damnificados. El progreso de estos ideales permitirá que la sociedad obtenga esencialmente el mejoramiento de sus territorios rurales, siendo estos los más afectados por la violencia, considerando que fue allí donde se originaron los grupos al margen de la ley. Mediante la ejecución de proyectos se superará gradualmente la calidad de vida de los habitantes; además, se podrá obtener el desarrollo socioeconómico de los territorios involucrados.

De esta manera es como se busca fortalecer la presencia del Estado en regiones donde por motivos diversos, se convirtieron en centros generadores de violencia y han deteriorado las condiciones de seguridad y progreso. Con respecto a ello se requiere implementar planes donde se realice la intervención por parte del Gobierno Nacional en zonas donde ha ocurrido tales eventualidades, con el fin de generar condiciones óptimas que lleven al mejoramiento del desarrollo social y económico

sostenible de los departamentos y/o base, aumentando la acción productiva en las zonas rurales mediante la presencia institucional coordinada, que permita disminuir los índices pobreza.

Con la finalidad de dar comienzo a esta iniciativa, se generaron políticas públicas orientadas a proteger los derechos humanos para las zonas rurales del país siendo los más afectados por las consecuencias del conflicto armado, es por este motivo que se requieren procesos de reincorporación y sustitución, y se hace necesario la formulación, implementación y seguimiento de las iniciativas descritas en cada zona de interés.

Acorde con las estrategias se vincula la Agencia de Renovación del territorio (ART) con el fin de dar cumplimiento al punto 1 del Acuerdo de Paz con las FARC donde se establece que se debe llevar a cabo una Reforma Rural Integral (RRI), razón por la que se crearon los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET) como herramientas que se utilizarán para atender de forma prioritaria a los territorios más afectados.

Es así como el Estado Colombiano promueve iniciativas enmarcadas en la Reforma Rural Integral del Gobierno Nacional, que permitan el desarrollo territorial mediante la formulación de proyectos de inversión social en saneamiento básico, educación, infraestructura vial y energía eléctrica; motivo por el cual nace el proyecto del sector de energía eléctrica denominado. “SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES: SOLUCIONES INDIVIDUALES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR RURAL, DE LOS MUNICIPIOS PDET DEL NORTE Y NORDESTE ANTIOQUEÑO”. El cual es un pacto social donde juntos, Estado, Empresa Privada y Usuarios, se reúnen para aportar lo que cada uno le corresponde enfocado a mejorar las condiciones socioeconómicas de las comunidades vulnerables enmarcado en un ambiente dimensional en su estructura físico – espacial y en el hombre a través de sus relaciones, haciendo que el componente social, sea una parte integrante en

proyectos que permitan el desarrollo socioeconómico y humano de las localidades beneficiadas con este tipo de iniciativas, la participación activa de los actores que intervienen en ellas aportará a la sostenibilidad en la medida que articule, vincule y empodere, de manera sistemática y estrecha, a las comunidades en cada una de las etapas del ciclo de vida del proyecto, para, así, lograr la transformación de los territorios, llevando a mejorar las condiciones de vida de los beneficiarios.

La economía activa con medios de producción adecuados, son los senderos que conducen indudablemente a tener poblaciones prosperas que permitan el desarrollo sostenible mediante la implementación de procesos productivos, esto se logra con personas prestas y capaces de afrontar los compromisos adquiridos cuando en su momento reciben la responsabilidad de aportar a su economía, es así como la prestación del servicio de energía eléctrica aporta a el desarrollo de las comunidades, garantizándole a futuro el éxito social y económico.

## 2. Resumen ejecutivo del proyecto

<b>Nombre del proyecto</b>	“Suministro e instalación de paneles solares: Soluciones Individuales para viviendas en el sector rural, de los municipios PDET del Norte y Nordeste Antioqueño”
<b>Objetivo</b>	Aumentar el acceso al servicio de energía eléctrica a través de sistemas de energía solar fotovoltaica en zona rural de los municipios de Amalfi, Anorí, Briceño, Ituango, Segovia y Valdivia del departamento de Antioquia.
<b>Alcance</b>	Realizar la instalación de los sistemas de generación eléctrica con fuentes no convencionales de energía eléctrica, mediante la implementación de unidades solares fotovoltaicas individuales, además del montaje de las instalaciones



	eléctricas internas de las viviendas ubicadas en los municipios de Amalfi, Anorí, Briceño, Ituango, Segovia y Valdivia del departamento de Antioquia.
<b>Ubicación</b>	Esta iniciativa se encuentra localizada en zonas rurales de los municipios de Amalfi, Anorí, Briceño, Ituango, Segovia y Valdivia del departamento de Antioquia.
<b>Beneficiarios Directos</b>	Se beneficiarán a un total de (214) familias dispersas.
<b>Duración del proyecto</b>	El proyecto tiene una duración de Diez (10) meses, de los cuales cinco (5) meses son para la obra física, tres (3) meses para la etapa precontractual y dos (2) meses para la liquidación.

### 3. Localización del proyecto

La ejecución del proyecto se realizará en el departamento de Antioquia, municipios de Amalfi, Anorí, Briceño, Ituango, Segovia y Valdivia.





### LOCALIZACIÓN ESQUEMÁTICA DEL PROYECTO

Suministro e instalación de paneles solares: Soluciones Individuales para viviendas en el sector rural, de los municipios PDET del Norte y Nordeste Antioqueño



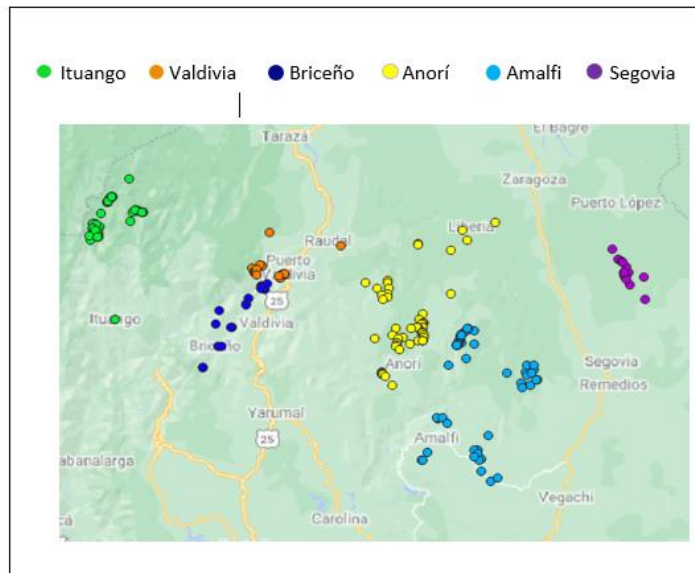
NOMBRE DEL MUNICIPIO, DE LA VEREDA O CORREGIMIENTO: Amalfi, Anorí, Briceño, Ituango, Segovia y Valdivia

COLOMBIA



DEPARTAMENTO:  
ANTIOQUIA

MUNICIPIO:  
SUBREGIÓN  
NORTE Y NORDESTE



**PROYECTO:**  
Suministro e instalación de paneles solares: Soluciones Individuales para viviendas en el sector rural, de los municipios PDET del Norte y Nordeste Antioqueño

**CONTIENE:**  
Esquema de localización del proyecto a realizar.

Ilustración 1. Localización Esquemática del Proyecto

## 4. Objetivos

### 4.1. Objetivo General

Establecer los requerimientos mínimos del componente civil que permita la elección de la mejor estructura de fundación para el proyecto “suministro e instalación de paneles solares: soluciones individuales para viviendas en el sector rural, de la subregión PDET de Norte y Nordeste del departamento de Antioquia”, con la implementación de soluciones individuales de sistemas fotovoltaicos para el suministro de energía eléctrica, a poblaciones rurales dispersas de esta subregión.



#### **4.1. Objetivos Específicos.**

Seleccionar la alternativa de fundación adecuada para la instalación de las soluciones individuales de sistemas fotovoltaicos del proyecto “suministro e instalación de paneles solares: soluciones individuales para viviendas en el sector rural, de la subregión PDET de Norte y Nordeste del departamento de Antioquia”.

Considerar los aspectos técnicos esenciales para obtener una fundación adecuada para la correcta instalación de las soluciones individuales de sistemas fotovoltaicos.

### **5. Descripción del problema**

En la zona rural de los municipios de Amalfi, Anorí, Briceño, Ituango, Segovia y Valdivia del departamento de Antioquia, alrededor de (1.070) habitantes concentrados en (214) viviendas y espacios comunes no cuentan con el servicio de energía eléctrica.

Dentro los problema sociales que enfrenta las subregiones del Norte – Nordeste Antioqueño en la zona rural encontramos la falta de suministro eléctrico de calidad; el servicio de energía eléctrica es prestado por la empresa EPM, la cobertura eléctrica en el Nordeste es del 93.8% con deficiencia del 6.2%, en el Norte Antioqueño la cobertura es superior al 98.4% sin embargo en los centros poblados y rural disperso la cobertura es más deficiente con zonas donde no existe redes de distribución del servicio, ni planes en el futuro cercano para expandir estas zonas rurales, esto se debe a la infraestructura para instalar este tipo de servicios.

Ahora bien, como lo hemos indicado, estamos en una zona no interconectada, lo cual no posee un servicio de energía y todos sus pobladores se encuentran al margen de la civilización, si bien el foco principal es la falta de un servicio de energía, no podemos olvidar que sin ésta aparecen muchas más afectaciones como



necesidades básicas insatisfechas de las cuales el ser humano debe tener a su alcance para ser más productivo, de las cuales podemos mencionar: entorno social, humor, tranquilidad, investigar, estudiar, experimentar, imaginación, alimentación, espacios de encuentro, tiempo libre, espacios de expresión, etc., y todas estas se encuentran insatisfechas por la falta de un servicio de energía.

Además, estas zonas del país estuvieron asediadas por la problemática del conflicto armado desde hace más de 30 años, siendo víctimas de constantes ataques a la población civil perpetrados por fuerzas armadas de orden ilegal (Guerrillas, Paramilitares, Narcotráfico y Grupos de Delincuencia Común), afectando de manera directa a las veredas de los municipios Amalfi, Anorí, Briceño, Ituango, Segovia y Valdivia del departamento de Antioquia, obligando a la población en general a desplazarse de forma obligatoria de sus territorios hacia las cabeceras de los municipios vecinos víctimas de este conflicto o en su mayoría a las grandes ciudades del País, una vez despojados de sus pertenencias obligados a migrar se genera miedo y desesperación que lleva a la degradación del ser humano, ya que, al perder todo lo que con esfuerzo habían conseguido se ven en la obligación de realizar labores de mendicidad en poblaciones ajenas a su región y cultura lo que permite el incremento de la inseguridad de algunas regiones del país.

En la actualidad esta situación se ha venido incrementando en los últimos años, ya que los ataques de orden armados a la población por parte de grupos residuales de (Guerrillas, Paramilitares, Narcotráfico y Delincuencia Común) en busca del control de los territorios, llevan a vivir la misma situación de desesperación, miedo e incertidumbre presentada hace años atrás. Por tal razón la inversión social del estado colombiano en proyectos de infraestructura para nuestro caso eléctrica en estas poblaciones, permiten que los habitantes de estas zonas del país mejoren la calidad de vida mediante el incremento de las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), que conlleven a incentivar el desarrollo social, productivo, cultural y sobre todo económico de estas regiones, permitiendo que sus habitantes recobren las

esperanza y el arraigo por su región que permita avanzar en procesos de construcción de país empezando por el campo colombiano.

Por otro lado, en cuanto a las necesidades básicas insatisfechas para las cabeceras municipales reportados en la Encuesta de Calidad de Vida del Departamento Administrativo de Planeación de la Gobernación de Antioquia del año 2019 en los municipios del Norte y Nordeste Antioqueño a intervenir, fue del 15.45% y para las zonas rurales del 22.94% lo que impide el desarrollo socioeconómico de esta región, limitando a sus habitantes al acceso a tecnología necesaria para la implementación de proyectos productivos y métodos de educación mediante la utilización de las TICS para fomentar su desarrollo social.

Es así como cerca de (1.070) habitantes concentrados en (214) viviendas ubicadas los municipios de Amalfi, Anorí, Briceño, Ituango, Segovia y Valdivia del departamento de Antioquia, no tienen acceso al servicio de energía eléctrica, lo que ocasiona el estancamiento social y productivo de esta zona del país.

## **6. Consideraciones para el diseño**

Para la instalación de los módulos fotovoltaicos en el poste fibra de vidrio, es necesario contar con una estructura que soporte cada panel que cuenta un peso de 25.5 Kg como se aprecia en la ficha técnica del módulo fotovoltaico, para el proyecto de vivienda será instalado dos (2) módulos fotovoltaicos con peso total de 51 Kg.

Los elementos que se requiere para la instalación de los módulos fotovoltaicos es necesario contar con lo siguiente:



**Ilustración 2 Viga de soporte**  
**FUENTE: FICHAS TÉCNICAS CIVILES**

La viga como se muestra en la Ilustración 2 deberá ser galvanizada de 2" permita soportar los rieles quienes soportará los módulos fotovoltaicos, esta viga deberá soportar mínimo 60 Kg. La viga de soporte estará anclada en el poste con dos abrazaderas de sujeción, de igual manera la viga de soporte soportará otra viga de soporte quien se encargará de soportar los rieles de 4200mm.



**Ilustración 3 Riel para montaje de paneles 4200 mm**  
**FUENTE: FICHAS TÉCNICAS CIVILES**

El riel de 4200mm como se muestra en la Ilustración 3 es necesario para la instalación de los módulos fotovoltaicos, estos son instalados sobre la viga de soporte.



**Ilustración 4 Conector MID ajustable 35/40/45/50 mm**

**FUENTE: FICHAS TÉCNICAS CIVILES**



**Ilustración 5 Instalación del MID en el panel solar**

El conector MID ajustable a 35/40/45/50mm como se muestra en la Ilustración 4 se coloca en el riel para paneles solares 4200mm y este es utilizado para ajustar entre los dos paneles solares como se muestra en la Ilustración 5.



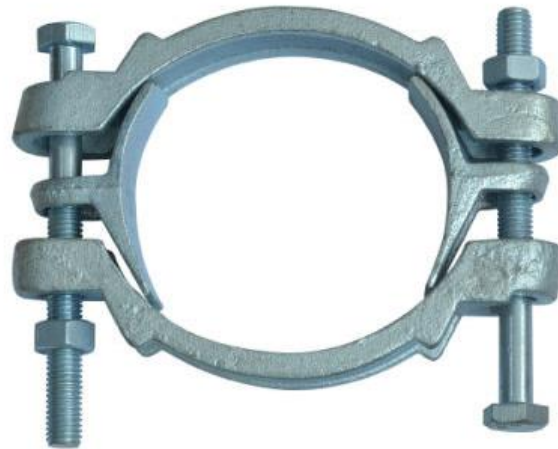
**Ilustración 6 Conector END ajustable 35/40/45/50 mm**

**FUENTE: FICHAS TÉCNICAS CIVILES**



**Ilustración 7 Instalación END en el panel solar**

El conector END ajustable a 35/40/45/50mm como se muestra en la Ilustración 6 se contacta en el riel para montaje de paneles solares de 4200mm y se utiliza para ajustar el módulo fotovoltaico en la estructura como se muestra en la Ilustración 7.

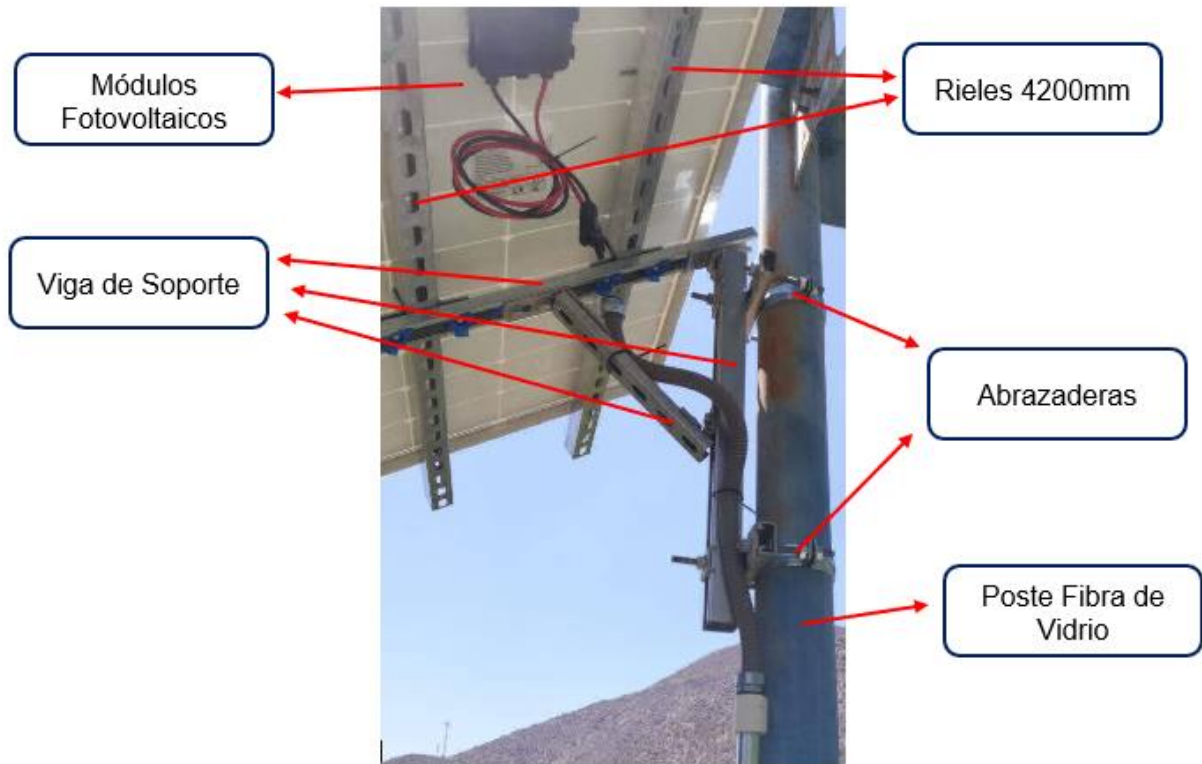


***Ilustración 8 Abrazadera de sujeción***

***FUENTE: (Para Servicio Pesado de acero al carbono Abrazadera de tornillo doble - China Abrazadera de acero pesado, Abrazadera, s. f.)***

La abrazadera de sujeción como se aprecia en la Ilustración 8 será la indicada para sujetar la viga de soporte al poste, esta abrazadera deberá tener un diámetro de sujeción de 16 cm.





*Ilustración 9 Muestra de la instalación de la estructura de los módulos fotovoltaico al poste.*

### 6.1. Alternativas de cimentación

Teniendo en cuenta las características anteriormente desglosadas, y considerando las características del poste indicadas en la ficha técnica que se anexa a este documento “Fichas Técnicas Civiles”, para la instalación del poste fibra de vidrio se realizará una excavación de 1 metro 20 centímetros con un diámetro de 300mm.

El espacio entre el poste y el terreno, una vez empotrado debe ser llenado y compactado con el mismo material extraído o en su defecto con concreto de 21MPa. En caso de encontrar nivel freático al ser empotrado se recomienda utilizar un aditivo de agua (plastol 3500 ultra o similar), para garantizar la resistencia del concreto.

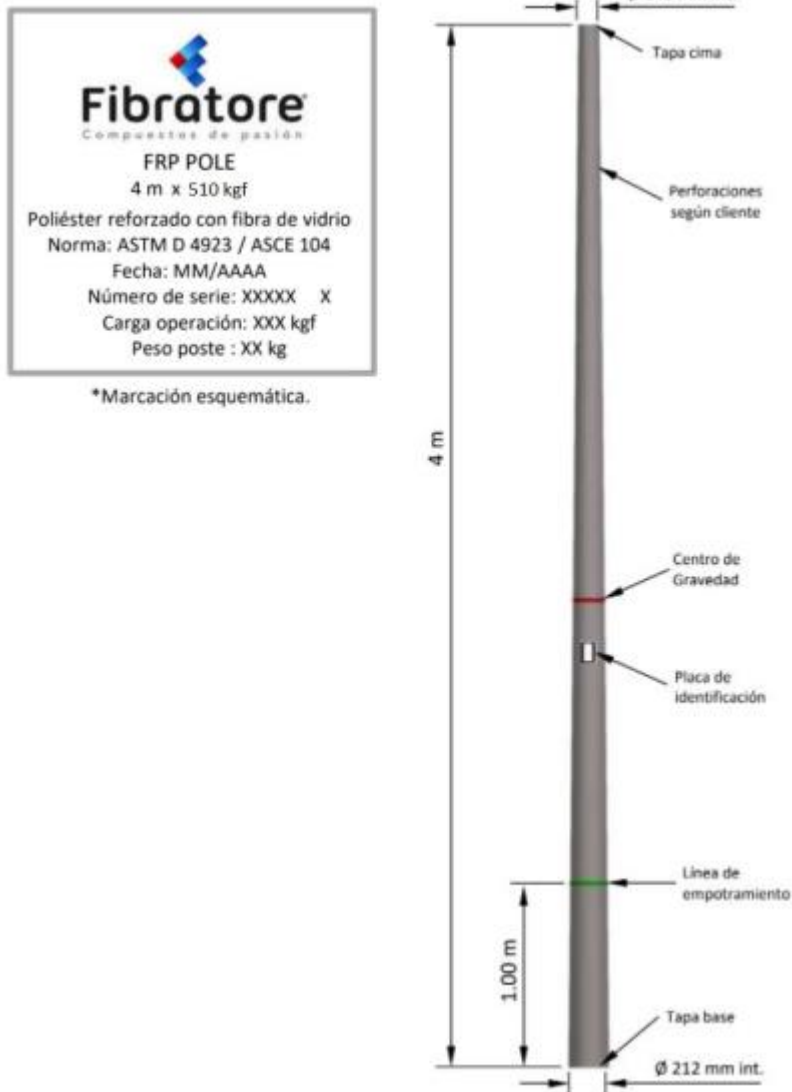


Ilustración 10. Imagen del poste a instalar tomada de la ficha técnica.



## 6.2. Modelo geológico-geotécnico

Las características geológicas y morfológicas se pueden observar en el anexo “Información suelos. Anorí, Amalfi, Briceño, Ituango”.

## 6.3. Cargas de diseño

Para el diseño de la cimentación se consideran las siguientes cargas:

- Carga muerta: corresponde al peso de los paneles solares, la estructura de conexión de estos y el respectivo poste. El modulo solar de 455 W tiene un peso de 0.26kN y como se instalarán dos, el peso total es de 0.52kN. Para la estructura de conexión, que consta de los siguientes elementos: conectores metálicos, rieles de 4200mm, viga de soporte y abrazaderas, según el plano que se anexa titulado “BC - Diseños estructurales”, pesa un total de 0.55kN. Finalmente, el poste, de acuerdo con la ficha técnica anexa, tiene un peso total de 0.26kN.

Carga muerta:	2 paneles solares	0.52 kN
	Estructura FV	0.30 kN
	Viga Soporte	0.25 kN
	<u>Poste en fibra</u>	<u>0.25 kN</u>
	Total	1.32 kN

- Carga de viento: teniendo en consideración el tipo de estructura a diseñar, que su altura no excede los 3m y que se encontrará en una zona despejada con el fin de maximizar la posibilidad de luz solar, de acuerdo con lo estipulado en el Capítulo B.6 de la NSR-10, se considerará un valor de 0.40 kN/m<sup>2</sup> por el área de los paneles a usar, proyectada a un plano vertical normal

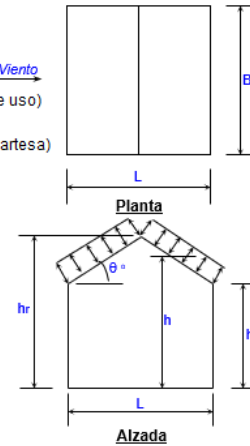


a la dirección de viento. Se presenta hoja de cálculo con la obtención de valores inferiores al mínimo.

**Datos de entrada:**

Dirección del viento =	Paralelo	(Normal o Paralelo a la cumbre)
Velocidad del viento, V =	28	m/s (Figura B.6.4-1)
Factor de Importancia, I =	I	(Ver Tabla A.2.5-1 / Según grupo de uso)
Categoría de exposición =	B	(B.6.5.6.3)
Altura de la cumbre, hr =	3.00	m (hr >= he y hr <= he para cub.en artesa)
Altura de la cornisa, he =	3.00	m
Ancho del edificio =	2.00	m (Normal a la cumbre)
Largo del edificio =	4.00	m (Paralelo a la cumbre)
Tipo de cubierta =	1 agua	(1 agua - 2 aguas - Artesa)
Factor topografico, Kzt =	1.00	(B.6.5.7 Y Figura 6.5-1)
Factor de dir del viento, Kd =	0.85	(Tabla B.6.5-4)
Flujo de viento libre? (S/N)	S	(figuras B.6.5-15A a 15D)
Region propensa a huracanes?	N	
Amortiguamiento, β =	0.050	(Sugerido = 0.010-0.070)
Coefficiente Periodo estruct, Ct =	0.072	(Tabla A.4.2-1)
Exponente periodo estruct, α =	0.80	(Tabla A.4.2-1)

(Se asume:  $T = C_e \cdot h^{\alpha}$ , y  $f = 1/T$ )



**Parámetros resultantes y coeficientes:**

Angulo de inclinación de la cubierta, θ =	0.00	°	T = 0.173	Periodo fundamental, s
Altura media del edificio, h =	3.00	m	(h = (hr+he)/2, para angulos >10°, de otra manera h=he)	
Relación h/L =	0.75	Los coeficientes de presión aplican sólo para $0.25 \leq h/L \leq 1.0$		
CN - Viento a 90° / Caso A / <=h =	-0.80	(Fig. B.6.5-15D)	L = 4 m	
CN - Viento a 90° / Caso A / >h, <=2h =	-0.60	(Fig. B.6.5-15D)	B = 2 m	
CN - Viento a 90° / Caso A / >2h =	-0.30	(Fig. B.6.5-15D)		
CN - Viento a 90° / Caso B / <=h =	0.80	(Fig. B.6.5-15D)		
CN - Viento a 90° / Caso B / >h, <=2h =	0.50	(Fig. B.6.5-15D)		
CN - Viento a 90° / Caso B / >2h =	0.30	(Fig. B.6.5-15D)		
+GCpi Coef. =	0.00	Coeficientes de presión interna, GCpi (Fig. B.6.5-2)		
-GCpi Coef. =	0.00	Coeficientes de presión interna, GCpi (Fig. B.6.5-2)		



Si  $h < 4m$  entonces:  $K_h = 2.01 \cdot (4.0/zg)^{(2/a)}$ , Si  $h \geq 4m$  entonces:  $K_h = 2.01 \cdot (z/zg)^{(2/a)}$  (Tabla 6.5-3, Caso 2a)  
 $\alpha = 7.00$   $z_g = 365.8$  (Tabla B.6.5-2)  
 $K_h = 0.57$  ( $K_h = K_z$  evaluado en  $z = h$ )  
 $I = 0.87$  (Tabla B.6.5-1)  
Presión por velocidad:  $q_z = 0.613 \cdot K_z \cdot K_{zt} \cdot K_d \cdot V^2$  (Ecuación B.6.5-13)  
 $q_h = 0.21$  KN/m<sup>2</sup>  $q_h = 0.613 \cdot K_h \cdot K_{zt} \cdot K_d \cdot V^2 \cdot I$  ( $q_z$  evaluado en  $z = h$ )  
Relación  $h/L = 0.75$  frec.,  $f = 5.77$  hz. ( $f \geq 1$ , Estructura rígida)  
Factor de efecto ráfaga,  $G = 0.85$  (Sección B.6.5.8)  
Presiones netas de diseño (Sec. B.6.5.13):  
 $p = q_h \cdot G \cdot C_N$ , donde  $C_N$  es el coeficiente de presión neta de acuerdo con las figs. B.6.5-15A a B.6.5-15D.

Viento Normal a la cumbre para SPRFV - Edificios abiertos					
Caso de carga	Dirección de viento	Coeficiente de presión neta		Pres. Net. de dis. p (KN/m <sup>2</sup> )	
		$C_{NW}$	$C_{NL}$	$q_h \cdot G \cdot C_{NW}$	$q_h \cdot G \cdot C_{NL}$
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

Viento Paralelo a la cumbre para SPRFV - Edificios abiertos			
Caso de carga	Distancia horizontal desde el borde de barlovento	Coeficiente de presión neta	Pres. Net. de dis. p (KN/m <sup>2</sup> )
		$C_N$	$q_h \cdot G \cdot C_N$
Caso de carga A	$\leq h$	-0.80	-0.14
Caso de carga A	$> h, \leq 2h$	-0.60	-0.11
Caso de carga A	$> 2h$	-0.30	-0.05
Caso de carga B	$\leq h$	0.80	0.14
Caso de carga B	$> h, \leq 2h$	0.50	0.09
Caso de carga B	$> 2h$	0.30	0.05

- Notas: 1. (+) y (-) representan cargas de viento de presión y succión respectivamente  
2. Ver presiones mínimas de diseño según B.6.1.3  
3. Referencias: Capítulo B.6 - NSR 10  
ASCE 7-05 Standard, "Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures"  
Guide to the Use of the Wind Load Provisions of ASCE 7-02  
4. Todos los casos de carga mostrados para cada ángulo deben ser investigados.  
5. Condición: Flujo de viento libre



**Calculo del factor de efecto ráfaga, G:**

Es la estructura flexible?   $f \geq 1$  Hz.

1: Para estructuras rígidas

$G = 0.85$

Parámetros para el cálculo del Factor de Efecto Ráfaga de la tabla B.6.5-2

$\alpha^{\wedge}$	0.14
$b^{\wedge}$	0.84
$\alpha(\text{bar})$	0.25
$b(\text{bar})$	0.45
c	0.30
l	97.5 m
$\epsilon(\text{bar})$	0.33
z(min)	9.1 m

Calculo de parámetros para el cálculo del Factor de Efecto Ráfaga para edificios flexibles y rígidos

z(bar)	9.14	= 0.6*h , pero no < z(min) , m
lz(bar)	0.305	= $c \cdot (33/z(\text{bar}))^{1/6}$ , Ec. B.6.5-3
Lz(bar)	309.99	= $l \cdot (z(\text{bar})/33)^{\epsilon(\text{bar})}$ , Ec. B.6.5-5
gq	3.4	(3.4, según sección B.6.5.8.1)
gv	3.4	(3.4, según sección B.6.5.8.1)
gr	4.588	= $(2 \cdot (\text{LN}(3600 \cdot f)))^{1/2} + 0.577 / (2 \cdot \text{LN}(3600 \cdot f))^{1/2}$ , Ec. B.6.5-7
Q	0.954	= $(1 / (1 + 0.63 \cdot ((B+h)/Lz(\text{bar}))^{0.63}))^{1/2}$ , Ec. B.6.5-4

2: Calculo de G para edificios rígidos

$G = 0.898 = 0.925 \cdot ((1 + 1.7 \cdot gq \cdot lz(\text{bar}) \cdot Q) / (1 + 1.7 \cdot gv \cdot lz(\text{bar})))$  , Ec. B.6.5-2

3: Calculo de Gf para edificios flexibles

$\beta$	0.050	Amortiguamiento
Ct	0.072	Coef. Period. $\alpha = 0.80$ Exp. Period.
T	0.1734	= $Ct \cdot h^{\alpha}$ , s. (Periodo aproximado de la estructura, $Ct=0.072$ , $\alpha=0.8$ )
f	5.7673	= $1/T$ , Hz. (frecuencia natural)
V(fps)	N.A.	= m/s
V(bar,zbar)	N.A.	= $b(\text{bar}) \cdot (z(\text{bar})/10)^{\alpha(\text{bar})} \cdot V$ , m/s , Ec. B.6.5-12
N1	N.A.	= $f \cdot Lz(\text{bar}) / (V(\text{bar},zbar))$ , Ec. B.6.5-10
Rn	N.A.	= $7.47 \cdot N1 / (1 + 10.3 \cdot N1)^{5/3}$ , Ec. B.6.5-9
$\eta h$	N.A.	= $4.6 \cdot h / (V(\text{bar},zbar))$
Rh	N.A.	= $(1/\eta h) - 1 / (2 \cdot \eta h^2) \cdot (1 - e^{-2 \cdot \eta h})$ for $\eta h > 0$ , or = 1 for $\eta h = 0$ , Ec. B.6.5-11a
$\eta b$	N.A.	= $4.6 \cdot B / (V(\text{bar},zbar))$
RB	N.A.	= $(1/\eta b) - 1 / (2 \cdot \eta b^2) \cdot (1 - e^{-2 \cdot \eta b})$ for $\eta b > 0$ , or = 1 for $\eta b = 0$ , Ec. B.6.5-11a
$\eta d$	N.A.	= $15.4 \cdot L / (V(\text{bar},zbar))$
RL	N.A.	= $(1/\eta d) - 1 / (2 \cdot \eta d^2) \cdot (1 - e^{-2 \cdot \eta d})$ for $\eta d > 0$ , or = 1 for $\eta d = 0$ , Ec. B.6.5-11a
R	N.A.	= $((1/\beta) \cdot Rn \cdot Rh \cdot RB \cdot (0.53 + 0.47 \cdot RL))^{1/2}$ , Ec. B.6.5-8
Gf	N.A.	= $0.925 \cdot (1 + 1.7 \cdot lz(\text{bar}) \cdot (gq^2 \cdot Q^2 + gr^2 \cdot R^2)^{1/2}) / (1 + 1.7 \cdot gv \cdot lz(\text{bar}))$ , Ec. B.6.5-6
Use: G	0.850	

Con el fin de verificar la capacidad del poste se considera la condición más desfavorable, en la cual los paneles se encuentran en una condición perpendicular a la carga de viento de diseño, y teniendo en cuenta el área de cada panel, se tiene el siguiente análisis:

Carga viento:  $2.163\text{m} \times 1.03\text{m} \times 2 \times 0.40\text{kN/m}^2 = 1.80 \text{ kN}$

Esta carga de viento se aplicaría a 20cm de la punta del poste a una altura del terreno de 2.60m. Como se observa, el valor obtenido al ser comparado con el especificado en la ficha técnica del poste para carga de servicio es inferior, por lo cual se está cumpliendo.



Con respecto a la carga vertical, por indicación del proveedor, a pesar de que no está especificado en la ficha técnica, dado que no es una solicitud común para estos postes, han realizado verificaciones donde se ha encontrado, que, como mínimo, la capacidad a carga vertical es igual a la carga de operación perpendicular al eje del poste, por lo cual, estaríamos cumpliendo este requisito.

#### 4. ESPECIFICACIONES

<b>CARGA DE OPERACIÓN*</b>	204 kgf
<b>CARGA DE ROTURA*</b>	510 kgf
<b>FACTOR DE SEGURIDAD</b>	2.5
<b>LONGITUD TOTAL</b>	4.0 m
<b>PESO TOTAL</b>	26 Kg
<b>LONG. DE EMPOTRAMIENTO</b>	1.0 m
<b>DIAMETRO INTERNO CIMA</b>	140 mm
<b>DIAMETRO INTERNO BASE</b>	212 mm
<b>CONICIDAD</b>	1.8%
<b>NORMA DE FABRICACIÓN</b>	ASCE 104; ASTM D4923.
<b>DEFLEXIÓN A CARGA DE TRABAJO</b>	<10% DE LONG. LIBRE**

\*Carga perpendicular al eje del poste aplicado 30 cm por debajo de la cima.

\*\* La longitud libre es igual a la longitud total menos la longitud de empotramiento.

#### 6.4. Consideraciones de resistencia y durabilidad

Las especificaciones técnicas del poste, así como las de los elementos que soportan los paneles y están unidos al poste, se encuentran en los documentos anexos de soporte técnico “Fichas Técnicas Civiles”.

#### 6.5. Cálculos y consideraciones para el chequeo de los elementos

De acuerdo con las condiciones de carga indicadas en el numeral 6.3, se tiene que la condición más desfavorable se presenta con la carga de viento en la punta, sumada a las cargas verticales por carga muerta.

Momento =  $C_{viento} \times 2.6m = 1.80kN \times 2.6m = 4.68kN\cdot m$

Carga vertical  $C_{muerta} = 1.32kN$



Para efectos de la modelación se consideró un momento superior de 4.8kN-m y una carga vertical de 1.8kN con el fin de aumentar así el factor de seguridad.

Tomando en cuenta estas cargas, así como los valores más desfavorables que corresponden a los parámetros del suelo, se hace el procedimiento para la revisión de la cimentación del poste, la cual se propone, mediante un hincamiento del mismo a una profundidad de 1.20m.

Parámetros del suelo utilizados:

$\phi$ [°]	25	(Valor inferior al estimado en el capítulo geotécnico)
$\delta$ [°]	17	(Igual a 2/3 de $\phi$ según las recomendaciones encontradas para este valor en el libro “Principios de la Ingeniería de Cimentaciones”, pág. 610)
Y [KN/m <sup>3</sup> ]	16	
Es (MPa)	4.0	(Valor para un suelo blando)

Se realizó el chequeo, utilizando las cargas de servicios y los parámetros geotécnicos indicados anteriormente, mediante el software GEO5, el cual analiza y realiza los chequeos, incluyendo el chequeo de volcamiento, obteniendo un factor de seguridad superior a 3.0, cumpliendo con los requerimientos exigidos. Para la modelación se consideró un poste en madera, el cual presenta unas condiciones similares al de fibra de vidrio en cuanto al peso siendo este el único parámetro de material que se tiene en cuenta para un chequeo, permitiendo así las verificaciones de la capacidad del suelo.





FESA

Cimentación Poste

## Verificación del pilote

### Entrada de datos

#### Proyecto

Tarea : Cimentación Poste  
Autor : FESA  
Fecha : 25/01/2023

#### Configuración

(entrada para tarea actual)

#### Materiales y estándares

Estructuras de acero : EN 1993-1-1 (EC3)  
Factor parcial en capacidad portante de sección transversal de acero :  $\gamma_{M0} = 1,00$   
Estructuras de madera : EN 1995-1-1 (EC5)  
Factor parcial para propiedades de madera :  $\gamma_M = 1,30$   
Modif. factor de duración de la carga y contenido de humedad :  $k_{mod} = 0,50$   
Coeficiente de ancho efectivo para el esfuerzo de corte :  $k_{cr} = 0,67$

#### Pilote

Análisis en subsuelo con drenaje : NAVFAC DM 7.2  
Curva de asentamiento de carga : lineal (Poulos)  
Capacidad portante horizontal : Subsuelo elástico (p-y método)  
Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad		
Situación de diseño permanente		
Para pilote compresivo :	$SF_{cp} =$	3,00 [-]
Para pilote en tensión :	$SF_{tp} =$	3,00 [-]

#### Datos básicos del suelo

Nro.	Nombre	Trama	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\nu$ [-]
1	Suelo		17,00	0,30

Todos los suelos son considerados como granulares para el análisis de la presión en reposo.

Nro.	Nombre	Trama	$E_{oed}$ [MPa]	$E_{def}$ [MPa]	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$n$ [-]
1	Suelo		4,00	-	19,00	-	-

Nro.	Nombre	Trama	$\phi_{ef}$ [°]	$\delta$ [°]	$K$ [-]	$c_u$ [kPa]	$\alpha$ [-]
1	Suelo		25,00	17,00	-	-	-

#### Parámetros de suelos para calcular el módulo de reacción del suelo

Nro.	Nombre	Trama	$\beta$
1	Suelo		17,00

#### Datos del suelo

##### Suelo

Peso unitario :  $\gamma = 17,00 \text{ kN/m}^3$



Cimentación Poste

FESA

Coeficiente de Poisson :  $\nu = 0,30$   
 Módulo edométrico :  $E_{ped} = 4,00 \text{ MPa}$   
 Peso unitario de suelo saturado :  $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$   
 Ángulo de dispersión :  $\beta = 17,00^\circ$   
 Rozamiento del pilote :  $\delta = 17,00^\circ$   
 Ángulo de fricción interna :  $\varphi_{ef} = 25,00^\circ$

#### Geometría

Perfil del pilote: circular

#### Dimensiones

Diámetro  $d = 0,20 \text{ m}$

Longitud  $l = 1,20 \text{ m}$

#### Características de la sección transversal calculada

Área  $A = 3,14E-02 \text{ m}^2$

Momento de inercia  $I = 7,85E-05 \text{ m}^4$

#### Ubicación

De la altura de la tierra  $h = 0,00 \text{ m}$

Profundidad del terreno final  $h_z = 0,00 \text{ m}$

Tecnología: Pilotes hincados

El módulo de reacción del suelo se considera constante.

#### Material de la estructura

Peso unitario  $\gamma = 2,00 \text{ kN/m}^3$

#### Madera : C16 - coníferas

Fuerza tensora  $f_t = 10,00 \text{ MPa}$

Resistencia a la compresión  $f_c = 17,00 \text{ MPa}$

Resistencia al corte  $f_v = 3,20 \text{ MPa}$

Resistencia a la flexión  $f_m = 16,00 \text{ MPa}$

Módulo de elasticidad  $E = 8000,00 \text{ MPa}$

Módulo de corte  $G = 500,00 \text{ MPa}$

#### Perfil geológico y suelos asignados

Nro.	Espesor de capas t [m]	Profundidad z [m]	Suelo asignado	Trama
1	6,00	0,00 .. 6,00	Suelo	
2	-	6,00 .. ∞	Suelo	

#### Carga

Nro.	Carga		Nombre	Tipo	N [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	H <sub>x</sub> [kN]	H <sub>y</sub> [kN]
	Nueva	cambia							
1	Si		Carga Nro. 1	Servicio	1,80	4,80	0,00	0,00	0,00

#### Configuraciones generales

Análisis de capacidad portante vertical : Solución analítica

Tipo de análisis : análisis en subsuelo con drenaje

#### Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : permanente

Metodología de verificación : Sin reducción de parámetros de suelo

#### Verificación Nro.1

Verificación de la capacidad portante del pilote según NAVFAC DM 7.2 - resultados parciales

Capacidad portante de la base del pilote:

2



FESA	Cimentación Poste
------	-------------------

El suelo debajo de la base es granular

Coefficiente de la capacidad portante

$$N_q = 9,62$$

Área representativa de la sección transversal del pilote  $A_p = 3,14E-02 \text{ m}^2$

Resistencia del eje del pilote:

Profundidad [m]	Espesor [m]	$c_{ud}$ [kPa]	$\alpha$ [-]	K [-]	$\delta$ [°]	$\sigma_{or}$ [kPa]	$R_{si}$ [kN]
0,00	-	-	-	-	-	-	-
0,20	0,20	-	-	1,15	17,00	1,70	0,08
0,20	-	-	-	-	-	-	-
1,20	1,00	-	-	1,15	17,00	3,40	0,75

Verificación de la capacidad portante : NAVFAC DM 7.2

El análisis es llevado a cabo con la selección automática del caso de carga mas desfavorable

Factor de determinación de profundidad crítica  $k_{dc} = 1,00$

Verificación del pilote compresivo:

Caso de carga más desfavorable Nro. 1. (Carga Nro. 1)

Capacidad portante por fricción del pilote  $R_s = 0,83 \text{ kN}$

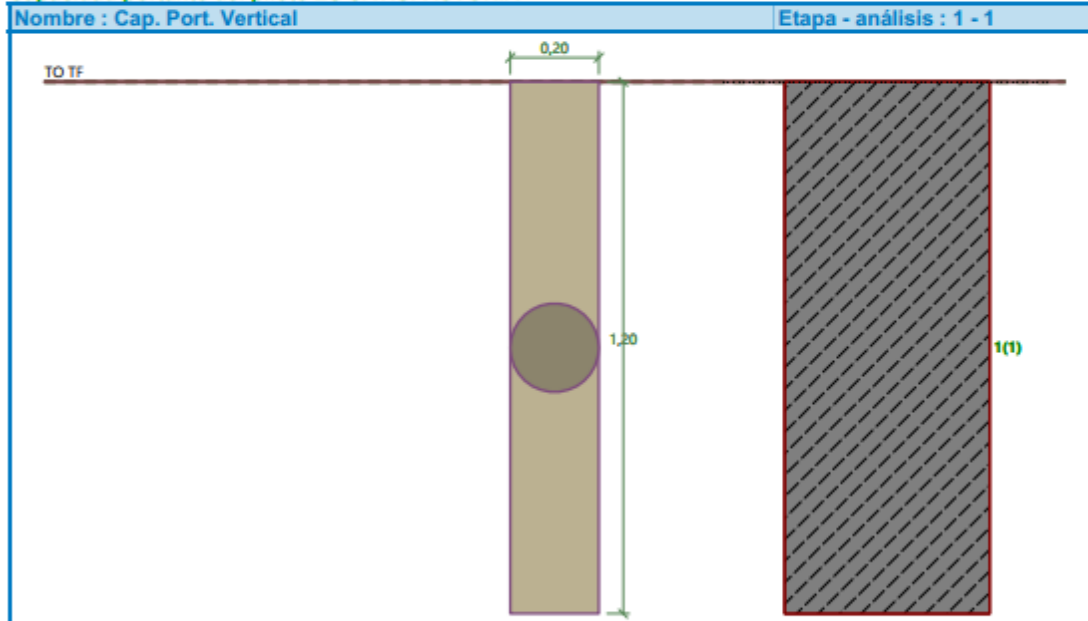
Capacidad portante por punta del pilote  $R_b = 6,16 \text{ kN}$

Capacidad portante del pilote  $R_c = 6,99 \text{ kN}$

Fuerza vertical definitiva  $V_d = 1,80 \text{ kN}$

Factor de seguridad = 3,88 > 3,00

Capacidad portante del pilote ES SATISFACTORIA





FESA

Cimentación Poste

### Verificación Nro.1

#### Análisis de curva de asentamiento de carga - entrada de datos

Capa Nro.	$E_s$ [MPa]
1	15,00

Máximo asentamiento de pilote  $s_{lim} = 25,0$  mm

#### Análisis de curva de asentamiento de carga - resultados parciales

Factor de corrección de pilote compresible	$C_k = 0,98$
Factor de corrección del coeficiente de Poisson	$C_v = 0,80$
Factor de corrección de rigidez de estrato rodamiento	$C_b = 1,00$
Proporción de carga-base de pilote incompresible	$\beta_0 = 0,16$
Coefficiente de transferencia de carga aplicada a un pilote base	$\beta = 0,13$

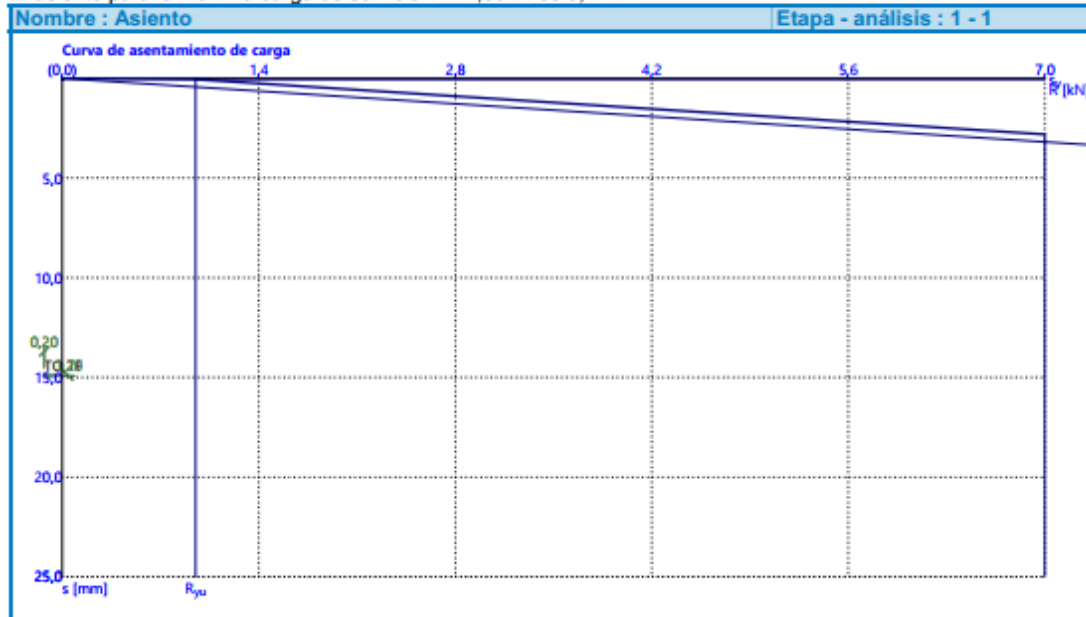
Influencia del coeficiente de asentamiento:

Básico-Dependiente en cociente $I/d$	$I_0 = 0,19$
Coefficiente de influencia para pilote compresible	$R_k = 1,00$
Coefficiente de influencia para la profundidad finita de la capa sobre una base rígida	$R_h = 1,00$
Factor de corrección del coeficiente de Poisson	$R_v = 0,91$

#### Análisis de la curva de asentamiento de carga - resultados

Carga en el inicio de la movilización de la superficie de fricción	$R_{yu} = 0,95$ kN
El asentamiento para la fuerza $R_{yu}$	$s_y = 0,1$ mm
Resistencia Total	$R_c = 6,99$ kN
Asiento máximo	$s_{lim} = 2,8$ mm

El asiento para la máxima carga de servicio  $V = 1,80$  kN es 0,4 mm.



### Verificación Nro.1

#### Introducir los datos para calcular la capacidad portante horizontal del pilote

El análisis se lleva a cabo para el número de casos de carga1. (Carga Nro. 1)

4



FESA	Cimentación Poste
------	-------------------

Comprobada la capacidad portante horizontal en la dirección de Y.

**Distribución de fuerzas internas y desplazamiento del pilote**

**Desplazamiento del pilote y distribución de fuerzas internas:**

Dist. [m]	Módulo k [MN/m <sup>3</sup> ]	Deslizamiento [mm]	Rotación [mRad]	Tensión [kPa]	Resistencia al corte [kN]	Momento [kNm]
0.00	0.00	-7.80	15.43	107.86	-0.00	4.80
0.05	13.83	-7.07	15.06	97.75	0.99	4.78
0.07	13.83	-6.71	14.88	92.78	1.44	4.75
0.10	13.83	-6.35	14.70	87.87	1.88	4.71
0.12	13.83	-6.00	14.52	83.02	2.29	4.66
0.14	13.83	-5.66	14.34	78.23	2.67	4.60
0.17	13.83	-5.31	14.17	73.50	3.04	4.53
0.19	13.83	-4.98	14.00	68.83	3.38	4.45
0.22	13.83	-4.64	13.83	64.21	3.70	4.37
0.24	13.83	-4.31	13.66	59.65	4.00	4.27
0.26	13.83	-3.99	13.50	55.14	4.27	4.17
0.29	13.83	-3.66	13.34	50.68	4.53	4.07
0.31	13.83	-3.35	13.19	46.28	4.76	3.96
0.34	13.83	-3.03	13.04	41.93	4.97	3.84
0.36	13.83	-2.72	12.90	37.62	5.16	3.72
0.38	13.83	-2.41	12.76	33.36	5.33	3.59
0.41	13.83	-2.11	12.62	29.15	5.48	3.46
0.43	13.83	-1.81	12.49	24.98	5.61	3.33
0.46	13.83	-1.51	12.37	20.86	5.72	3.19
0.48	13.83	-1.21	12.25	16.77	5.81	3.06
0.50	13.83	-0.92	12.13	12.73	5.88	2.92
0.53	13.83	-0.63	12.03	8.72	5.93	2.77
0.55	13.83	-0.34	11.92	4.74	5.97	2.63
0.58	13.83	-0.06	11.82	0.80	5.98	2.49
0.60	13.83	0.22	11.73	-3.11	5.97	2.34
0.62	13.83	0.51	11.65	-6.99	5.95	2.20
0.65	13.83	0.78	11.56	-10.84	5.91	2.06
0.67	13.83	1.06	11.49	-14.67	5.85	1.92
0.70	13.83	1.34	11.42	-18.47	5.77	1.78
0.72	13.83	1.61	11.35	-22.25	5.67	1.64
0.74	13.83	1.88	11.29	-26.00	5.55	1.51
0.77	13.83	2.15	11.24	-29.74	5.42	1.37
0.79	13.83	2.42	11.19	-33.46	5.27	1.25
0.82	13.83	2.69	11.14	-37.17	5.10	1.12
0.84	13.83	2.95	11.10	-40.86	4.91	1.00
0.86	13.83	3.22	11.07	-44.54	4.71	0.89
0.89	13.83	3.49	11.03	-48.21	4.48	0.78
0.91	13.83	3.75	11.01	-51.87	4.24	0.67
0.94	13.83	4.01	10.98	-55.52	3.99	0.57
0.96	13.83	4.28	10.96	-59.16	3.71	0.48
0.98	13.83	4.54	10.95	-62.79	3.42	0.39
1.01	13.83	4.80	10.93	-66.42	3.11	0.32
1.03	13.83	5.07	10.92	-70.05	2.78	0.25
1.06	13.83	5.33	10.91	-73.68	2.43	0.18
1.08	13.83	5.59	10.91	-77.30	2.07	0.13



FESA						Cimentación Poste
------	--	--	--	--	--	-------------------

Dist. [m]	Módulo k [MN/m <sup>3</sup> ]	Deslizamiento [mm]	Rotación [mRad]	Tensión [kPa]	Resistencia al corte [kN]	Momento [kNm]
1.10	13.83	5.85	10.90	-80.92	1.69	0.08
1.13	13.83	6.11	10.90	-84.54	1.30	0.05
1.15	13.83	6.37	10.90	-88.15	0.88	0.02
1.18	13.83	6.64	10.90	-91.77	0.45	0.01
1.20	13.83	6.90	10.90	-95.39	0.00	-0.00

**Verificación de sección transversal - resultados detallados**

**Parámetros de sección transversal:**

Área de la sección transversal  $A = 3,142E-02 \text{ m}^2$   
 Módulos seccional  $W = 7,854E-04 \text{ m}^3$   
 Momento de inercia  $I = 7,854E-05 \text{ m}^4$   
 Primer momento del área de la sección transversal  $S = 6,667E-04 \text{ m}^3$

**Resistencias de diseño de la madera:**

Diseño de resistencia a la tracción  $f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 3,85 \text{ MPa}$   
 Diseño de resistencia compresiva  $f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 6,54 \text{ MPa}$   
 Diseño de resistencia de flexión  $f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 6,15 \text{ MPa}$   
 Diseño de resistencia al corte  $f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 1,23 \text{ MPa}$

**Máxima fuerza interna y de deformación:**

Desplazamiento de la cabeza del pilote = -7,8 mm  
 Desplazamiento del pilote = 7,8 mm  
 Corte = 5,98 kN  
 Momento = 4,80 kNm

**Verificación de sección transversal de madera según EN 1995-1-1**

Sección transversal : circular,  $d = 0,20 \text{ m}$

**Verificación de flexión y compresión - carga Nro. 1:**

$N = 1,80 \text{ kN}; \quad M = 4,80 \text{ kNm}$   
 Tensión compresiva  $\sigma_{c,0,d} = 0,06 \text{ MPa}$   
 Esfuerzo de flexión  $\sigma_{m,d} = 6,11 \text{ MPa}$   
 $(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,d} / f_{m,d} = 0,993 \leq 1$  **Es satisfactorio**

**Verificación del corte - carga Nro. 1:**

$Q_{max} = 5,98 \text{ kN}$   
 Tensión de corte  $\tau_d = 0,25 \text{ MPa}$   
 $\tau_d / k_{cr} / f_{v,d} = 0,308 \leq 1$  **Es satisfactorio**

**Sección transversal SATISFACTORIA**

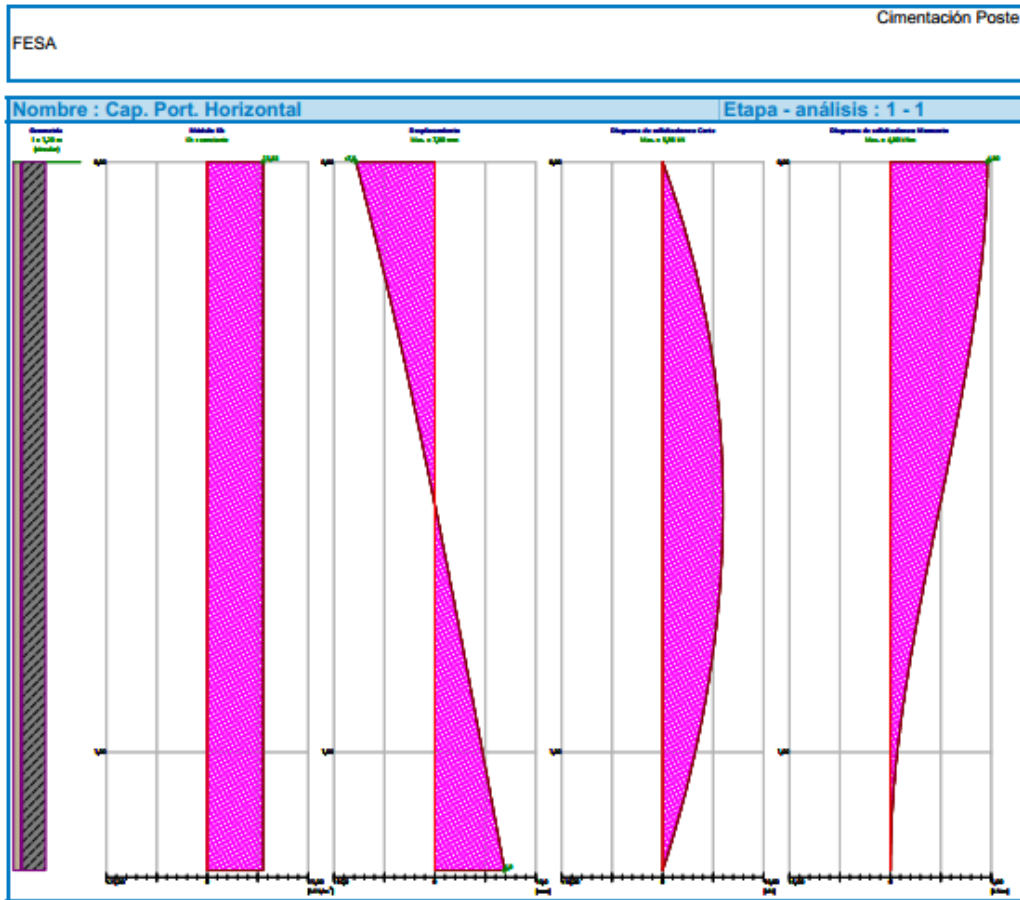


Tabla 1. Resultados del programa GEO5 (Seco)

Para el caso en el que se puede llegar a presentar un nivel freático por encima de la profundidad de hincamiento de 1.20m, se hizo la verificación en el modelo, encontrando que la afectación se presenta sobre la capacidad a carga vertical, pero sigue cumpliendo el factor de seguridad exigido superior a 3. Esto se puede revisar en la siguiente modelación mediante el software GEO5. Igual se propone que en sitio, al momento de realizar la intervención, si este es el caso, se realice un reemplazo en concreto 21 MPa más aditivo para presencia de agua, que mejore las condiciones de apoyo del poste hincado.





FESA	Cimentación Poste
------	-------------------

### Verificación del pilote

#### Entrada de datos

##### Proyecto

Tarea : Cimentación Poste  
 Autor : FESA  
 Fecha : 25/01/2023

##### Configuración

(entrada para tarea actual)

##### Materiales y estándares

Estructuras de acero : EN 1993-1-1 (EC3)  
 Factor parcial en capacidad portante de sección transversal de acero :  $\gamma_{M0} = 1,00$   
 Estructuras de madera : EN 1995-1-1 (EC5)  
 Factor parcial para propiedades de madera :  $\gamma_M = 1,30$   
 Modif. factor de duración de la carga y contenido de humedad :  $k_{mod} = 0,50$   
 Coeficiente de ancho efectivo para el esfuerzo de corte :  $k_{cr} = 0,67$

##### Pilote

Análisis en subsuelo con drenaje : NAVFAC DM 7.2  
 Curva de asentamiento de carga : lineal (Poulos)  
 Capacidad portante horizontal : Subsuelo elástico (p-y método)  
 Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad			
Situación de diseño permanente			
Para pilote compresivo :	$SF_{cp} =$	3,00	[-]
Para pilote en tensión :	$SF_{tp} =$	3,00	[-]

##### Datos básicos del suelo

Nro.	Nombre	Trama	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\nu$ [-]
1	Suelo		17,00	0,30

Todos los suelos son considerados como granulares para el análisis de la presión en reposo.

Nro.	Nombre	Trama	$E_{ood}$ [MPa]	$E_{def}$ [MPa]	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$n$ [-]
1	Suelo		4,00	-	19,00	-	-

Nro.	Nombre	Trama	$\phi_{cf}$ [°]	$\delta$ [°]	K [-]	$c_u$ [kPa]	$\alpha$ [-]
1	Suelo		25,00	17,00	-	-	-

##### Parámetros de suelos para calcular el módulo de reacción del suelo

Nro.	Nombre	Trama	$\beta$
1	Suelo		17,00

##### Datos del suelo

##### Suelo

Peso unitario :  $\gamma = 17,00 \text{ kN/m}^3$

1
---



FESA	Cimentación Poste
------	-------------------

Coeficiente de Poisson :  $\nu = 0,30$   
 Módulo edométrico :  $E_{oed} = 4,00 \text{ MPa}$   
 Peso unitario de suelo saturado :  $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$   
 Ángulo de dispersión :  $\beta = 17,00^\circ$   
 Rozamiento del pilote :  $\delta = 17,00^\circ$   
 Ángulo de fricción interna :  $\phi_{ef} = 25,00^\circ$

#### Geometría

Perfil del pilote: circular

#### Dimensiones

Diámetro  $d = 0,20 \text{ m}$   
 Longitud  $l = 1,20 \text{ m}$

#### Características de la sección transversal calculada

Área  $A = 3,14E-02 \text{ m}^2$   
 Momento de inercia  $I = 7,85E-05 \text{ m}^4$

#### Ubicación

De la altura de la tierra  $h = 0,00 \text{ m}$   
 Profundidad del terreno final  $h_z = 0,00 \text{ m}$

Tecnología: Pilotes hincados

El módulo de reacción del suelo se considera constante.

#### Material de la estructura

Peso unitario  $\gamma = 2,00 \text{ kN/m}^3$

#### Madera : C16 - coníferas

Fuerza tensora  $f_t = 10,00 \text{ MPa}$   
 Resistencia a la compresión  $f_c = 17,00 \text{ MPa}$   
 Resistencia al corte  $f_v = 3,20 \text{ MPa}$   
 Resistencia a la flexión  $f_m = 16,00 \text{ MPa}$   
 Módulo de elasticidad  $E = 8000,00 \text{ MPa}$   
 Módulo de corte  $G = 500,00 \text{ MPa}$

#### Perfil geológico y suelos asignados

Nro.	Espesor de capas t [m]	Profundidad z [m]	Suelo asignado	Trama
1	6,00	0,00 ... 6,00	Suelo	
2	-	6,00 ... ∞	Suelo	

#### Carga

Nro.	Carga		Nombre	Tipo	N [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	H <sub>x</sub> [kN]	H <sub>y</sub> [kN]
	Nueva	cambia							
1	Si		Carga Nro. 1	Servicio	1,80	4,80	0,00	0,00	0,00

#### Nivel freático

El nivel freático está a una profundidad de 0,70 m del terreno original.

#### Configuraciones generales

Análisis de capacidad portante vertical : Solución analítica

Tipo de análisis : análisis en subsuelo con drenaje

#### Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : permanente

Metodología de verificación : Sin reducción de parámetros de suelo

2
---



FESA	Cimentación Poste
------	-------------------

### Verificación Nro.1

#### Verificación de la capacidad portante del pilote según NAVFAC DM 7.2 - resultados parciales

Capacidad portante de la base del pilote:

El suelo debajo de la base es granular

Coefficiente de la capacidad portante  $N_{q1} = 9,62$

Área representativa de la sección transversal del pilote  $A_{p1} = 3,14E-02 \text{ m}^2$

Resistencia del eje del pilote:

Profundidad [m]	Espesor [m]	$c_{ud}$ [kPa]	$\alpha$ [-]	K [-]	$\delta$ [°]	$\sigma_{or}$ [kPa]	$R_{si}$ [kN]
0,00	-	-	-	-	-	-	-
0,20	0,20	-	-	1,15	17,00	1,70	0,08
0,20	-	-	-	-	-	-	-
0,70	0,50	-	-	1,15	17,00	3,40	0,38
0,70	-	-	-	-	-	-	-
1,20	0,50	-	-	1,15	17,00	3,40	0,38

#### Verificación de la capacidad portante : NAVFAC DM 7.2

El análisis es llevado a cabo con la selección automática del caso de carga mas desfavorable

Factor de determinación de profundidad crítica  $k_{dc} = 1,00$

Verificación del pilote compresivo:

Caso de carga más desfavorable Nro. 1. (Carga Nro. 1)

Capacidad portante por fricción del pilote  $R_s = 0,83 \text{ kN}$

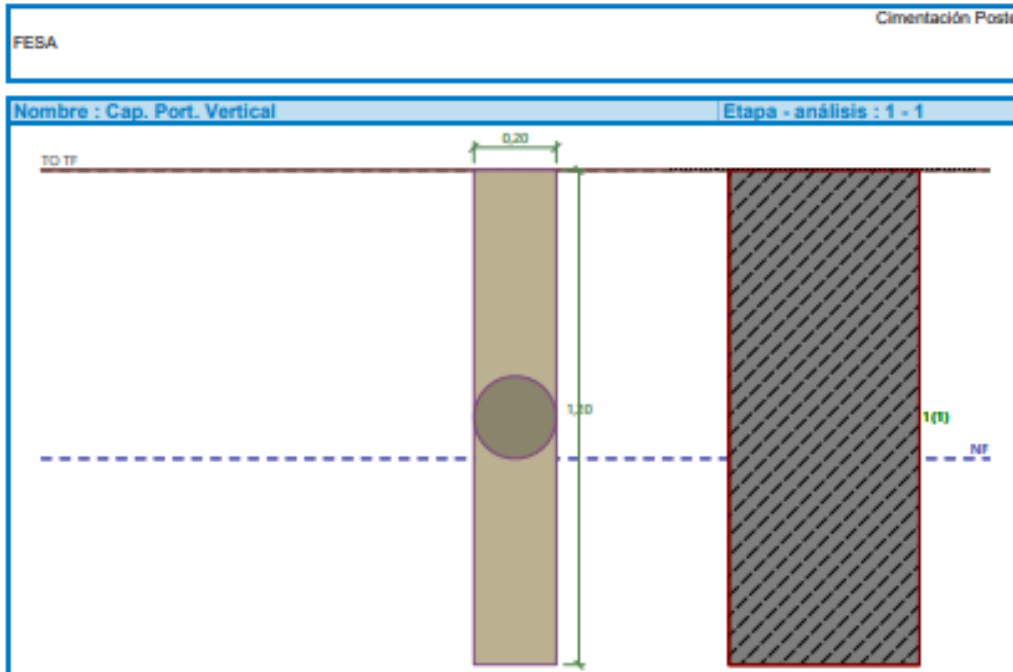
Capacidad portante por punta del pilote  $R_b = 4,95 \text{ kN}$

Capacidad portante del pilote  $R_c = 5,78 \text{ kN}$

Fuerza vertical definitiva  $V_d = 1,80 \text{ kN}$

Factor de seguridad = 3,21 > 3,00

**Capacidad portante del pilote ES SATISFACTORIA**



### Verificación Nro.1

Análisis de curva de asentamiento de carga - entrada de datos

Capa Nro.	$E_s$ [MPa]
1	15,00

Máximo asentamiento de pilote  $s_{lim} = 25,0$  mm

Análisis de curva de asentamiento de carga - resultados parciales

Factor de corrección de pilote compresible	$C_k = 0,98$
Factor de corrección del coeficiente de Poisson	$C_v = 0,80$
Factor de corrección de rigidez de estrato rodamiento	$C_b = 1,00$
Proporción de carga-base de pilote incompresible	$\beta_0 = 0,16$
Coefficiente de transferencia de carga aplicada a un pilote base	$\beta = 0,13$

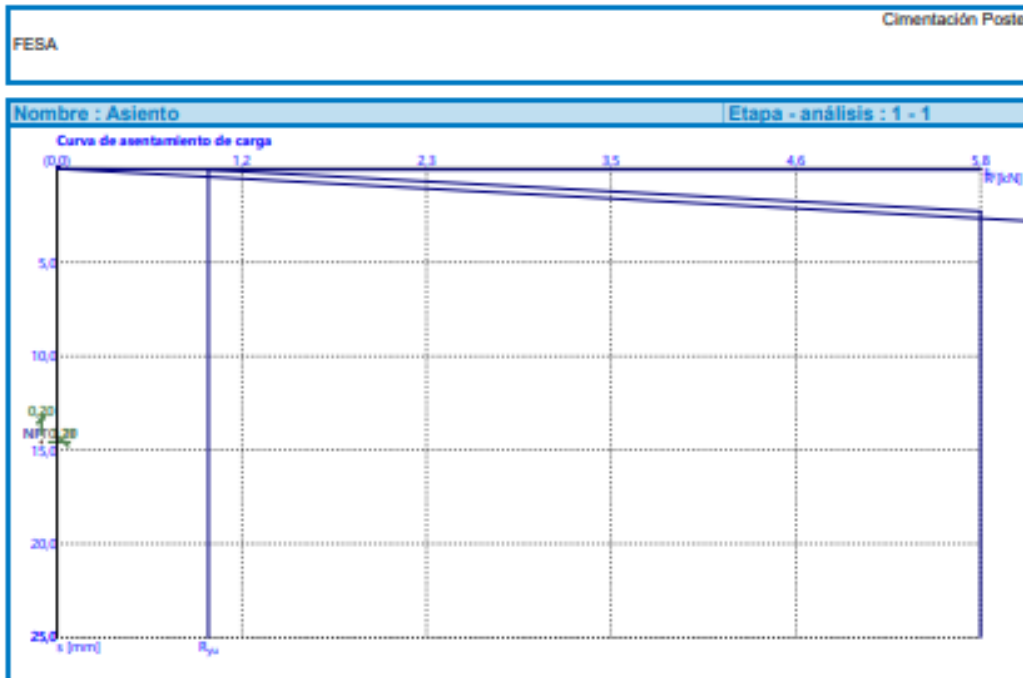
Influencia del coeficiente de asentamiento:

Básico-Dependiente en cociente $l/d$	$I_0 = 0,19$
Coefficiente de influencia para pilote compresible	$R_k = 1,00$
Coefficiente de influencia para la profundidad finita de la capa sobre una base rígida	$R_{th} = 1,00$
Factor de corrección del coeficiente de Poisson	$R_v = 0,91$

Análisis de la curva de asentamiento de carga - resultados

Carga en el inicio de la movilización de la superficie de fricción	$R_{yu} = 0,95$ kN
El asentamiento para la fuerza $R_{yu}$	$s_y = 0,1$ mm
Resistencia Total	$R_c = 5,78$ kN
Asiento máximo	$s_{lim} = 2,3$ mm

El asiento para la máxima carga de servicio  $V = 1,80$ kN es 0,4mm.



### Verificación Nro.1

Introducir los datos para calcular la capacidad portante horizontal del pilote

El análisis se lleva a cabo para el número de casos de carga1. (Carga Nro. 1)

Comprobada la capacidad portante horizontal en la dirección de Y.

Distribución de fuerzas internas y desplazamiento del pilote

Desplazamiento del pilote y distribución de fuerzas internas:

Dist. [m]	Módulo k [MN/m <sup>3</sup> ]	Deslizamiento [mm]	Rotación [mRad]	Tensión [kPa]	Resistencia al corte [kN]	Momento [kNm]
0.00	0.00	-7.80	15.43	107.86	-0.00	4.80
0.05	13.83	-7.07	15.06	97.75	0.99	4.78
0.07	13.83	-6.71	14.88	92.78	1.44	4.75
0.10	13.83	-6.35	14.70	87.87	1.88	4.71
0.12	13.83	-6.00	14.52	83.02	2.29	4.66
0.14	13.83	-5.66	14.34	78.23	2.67	4.60
0.17	13.83	-5.31	14.17	73.50	3.04	4.53
0.19	13.83	-4.98	14.00	68.83	3.38	4.45
0.22	13.83	-4.64	13.83	64.21	3.70	4.37
0.24	13.83	-4.31	13.66	59.65	4.00	4.27
0.26	13.83	-3.99	13.50	55.14	4.27	4.17
0.29	13.83	-3.66	13.34	50.68	4.53	4.07
0.31	13.83	-3.35	13.19	46.28	4.76	3.96
0.34	13.83	-3.03	13.04	41.93	4.97	3.84
0.36	13.83	-2.72	12.90	37.62	5.16	3.72
0.38	13.83	-2.41	12.76	33.36	5.33	3.59
0.41	13.83	-2.11	12.62	29.15	5.48	3.46
0.43	13.83	-1.81	12.49	24.98	5.61	3.33
0.46	13.83	-1.51	12.37	20.86	5.72	3.19



FESA							Cimentación Poste
Dist. [m]	Módulo k [MN/m <sup>3</sup> ]	Deslizamiento [mm]	Rotación [mRad]	Tensión [kPa]	Resistencia al corte [kN]	Momento [kNm]	
0.48	13.83	-1.21	12.25	16.77	5.81	3.06	
0.50	13.83	-0.92	12.13	12.73	5.88	2.92	
0.53	13.83	-0.83	12.03	8.72	5.93	2.77	
0.55	13.83	-0.34	11.92	4.74	5.97	2.63	
0.58	13.83	-0.06	11.82	0.80	5.98	2.49	
0.60	13.83	0.22	11.73	-3.11	5.97	2.34	
0.62	13.83	0.51	11.65	-6.99	5.95	2.20	
0.65	13.83	0.78	11.56	-10.84	5.91	2.06	
0.67	13.83	1.06	11.49	-14.67	5.85	1.92	
0.70	13.83	1.34	11.42	-18.47	5.77	1.78	
0.72	13.83	1.61	11.35	-22.25	5.67	1.64	
0.74	13.83	1.88	11.29	-26.00	5.55	1.51	
0.77	13.83	2.15	11.24	-29.74	5.42	1.37	
0.79	13.83	2.42	11.19	-33.46	5.27	1.25	
0.82	13.83	2.69	11.14	-37.17	5.10	1.12	
0.84	13.83	2.95	11.10	-40.86	4.91	1.00	
0.86	13.83	3.22	11.07	-44.54	4.71	0.89	
0.89	13.83	3.49	11.03	-48.21	4.48	0.78	
0.91	13.83	3.75	11.01	-51.87	4.24	0.67	
0.94	13.83	4.01	10.98	-55.52	3.99	0.57	
0.96	13.83	4.28	10.96	-59.16	3.71	0.48	
0.98	13.83	4.54	10.95	-62.79	3.42	0.39	
1.01	13.83	4.80	10.93	-66.42	3.11	0.32	
1.03	13.83	5.07	10.92	-70.05	2.78	0.25	
1.06	13.83	5.33	10.91	-73.68	2.43	0.18	
1.08	13.83	5.59	10.91	-77.30	2.07	0.13	
1.10	13.83	5.85	10.90	-80.92	1.69	0.08	
1.13	13.83	6.11	10.90	-84.54	1.30	0.05	
1.15	13.83	6.37	10.90	-88.15	0.88	0.02	
1.18	13.83	6.64	10.90	-91.77	0.45	0.01	
1.20	13.83	6.90	10.90	-95.39	0.00	-0.00	

Verificación de sección transversal - resultados detallados

Parámetros de sección transversal:

Área de la sección transversal  $A = 3,142E-02 \text{ m}^2$   
 Módulos seccional  $W = 7,854E-04 \text{ m}^3$   
 Momento de inercia  $I = 7,854E-05 \text{ m}^4$   
 Primer momento del área de la sección transversal  $S = 6,667E-04 \text{ m}^3$

Resistencias de diseño de la madera:

Diseño de resistencia a la tracción  $f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 3,85 \text{ MPa}$   
 Diseño de resistencia compresiva  $f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 6,54 \text{ MPa}$   
 Diseño de resistencia de flexión  $f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 6,15 \text{ MPa}$   
 Diseño de resistencia al corte  $f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 1,23 \text{ MPa}$

Máxima fuerza interna y de deformación:

Desplazamiento de la cabeza del pilote = -7,8 mm  
 Desplazamiento del pilote = 7,8 mm  
 Corte = 5,98 kN  
 Momento = 4,80 kNm



FESA Cimentación Poste

**Verificación de sección transversal de madera según EN 1995-1-1**

Sección transversal : circular, d = 0,20 m

**Verificación de flexión y compresión - carga Nro. 1:**

N = 1,80 kN; M = 4,80 kNm

Tensión compresiva  $\sigma_{c,0,d} = 0,06$  MPa

Esfuerzo de flexión  $\sigma_{m,d} = 6,11$  MPa

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,d}/f_{m,d} = 0,993 \leq 1$  **Es satisfactorio**

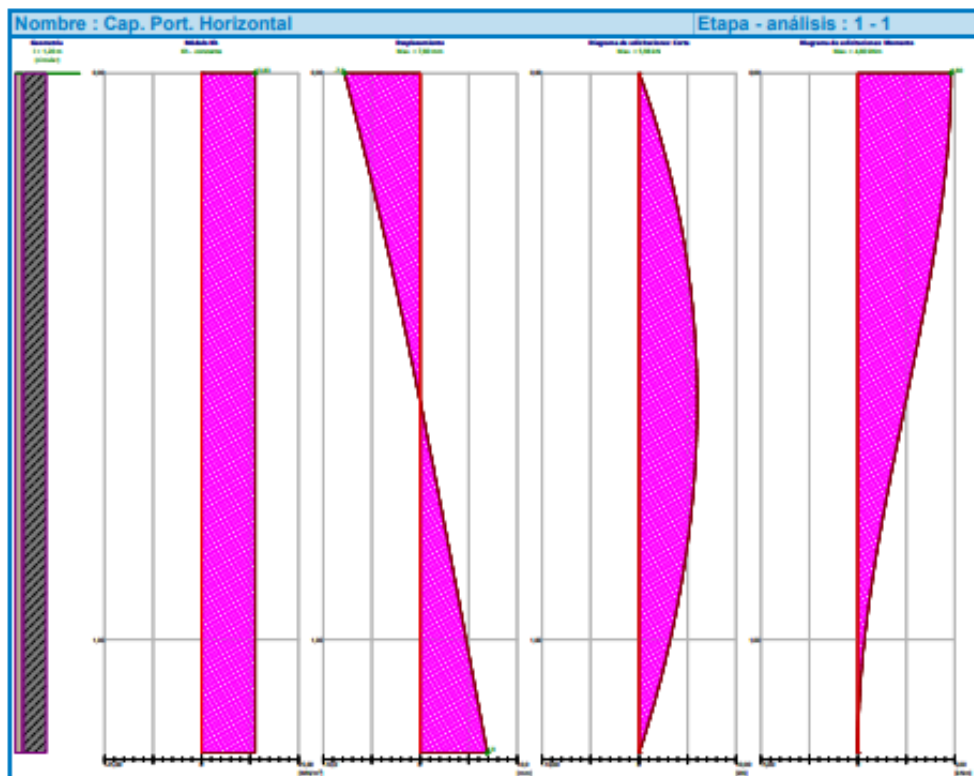
**Verificación del corte - carga Nro. 1:**

Q<sub>max</sub> = 5,98 kN

Tensión de corte  $\tau_d = 0,25$  MPa

$\tau_d/k_{\alpha}f_{v,d} = 0,308 \leq 1$  **Es satisfactorio**

**Sección transversal SATISFACTORIA**



7

[GEO5 - Pílole | versión 5.2021.62.0 | base de hardware 10981 / 1 | GEOTECH INGENIERIA SAS | Copyright © 2022 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.es]  
[ICC Colombia S.A.S. | (57) 311 475 0333 | comercial@icc-colombia.com.co | www.icc-colombia.com.co]

**Tabla 2. Resultados del programa GEO5 (Nivel Freatico)**

## Chequeo al volcamiento

Para las condiciones de la cimentación propuesta, luego de realizar una revisión bibliográfica al respecto, no se encontró una teoría que permita realizar el chequeo a volcamiento del poste bajo las condiciones en las cuales se encuentra para este diseño. Si bien el proveedor del poste de fibra de vidrio, indica que, para este tipo de elementos, con el hincamiento es suficiente para garantizar la resistencia a las cargas impuestas, según su especificación; y recomiendan la construcción de un dado en concreto sólo en casos extremos de contar con un suelo en muy malas condiciones por humedad o falta de capacidad de empotramiento como lo puede ser un suelo rocoso. Por lo tanto, con el fin de realizar el chequeo al volcamiento realizaremos la idealización que el poste es plano y la fuerza resistente del bloque de suelo, se aplica perpendicularmente a este oponiéndose al momento de vuelco que impone la fuerza de viento sobre los paneles.

Con el fin de realizar este chequeo, revisamos las condiciones de funcionamiento, en la cual los paneles estarán máximo a 20° de inclinación, con lo cual se tiene que la fuerza de viento estará actuando como se muestra en la hoja de cálculo a continuación, siguiendo la siguiente fórmula:

$$\text{Área de acción del viento en paneles} = \text{Seno}(20^\circ) \times 2.163\text{m} \times 1.03\text{m} \times 2 = 1.52\text{m}^2$$

Para el caso del cálculo del momento resistente que se calcula para el suelo, se tendrá en cuenta el empuje pasivo del suelo en función de la profundidad y el peso específico de este generando un momento con un brazo igual a 1/3 de la profundidad.

$$\text{Empuje pasivo del suelo} = K_p \times \text{Peso específico} \times \text{Profundidad}^2 / 2$$

$$\text{Donde } K_p = \tan(45^\circ + \phi/2)^2$$



Así queda finalmente:

Momento resistente del suelo =  $E_p \times 1/3$  Profundidad

### CHEQUEO AL VOLCAMIENTO

Lado excavación	0.21	m
Profundidad excavación	1.20	m
Diámetro poste	0.21	m

Peso específico suelo	17.00	kN/m <sup>3</sup>
$\phi$ suelo	25.00	Grados
Carga vertical actuante	1.32	kN

#### Momento resistente por concreto

Peso concreto	23.00	kN/m <sup>3</sup>
Volumen Poste	0.04	m <sup>3</sup>
Volumen Concreto	0.01	m <sup>3</sup>
Peso Concreto	0.26	kN
<b>Momento resistente 1</b>	<b>0.03</b>	<b>kN-m</b>

#### Momento resistente por suelo

Brazo	0.40	m
Kp (Coef. Emp. Pasivo)	2.46	
<b>Momento resistente 2</b>	<b>5.07</b>	<b>kN-m</b>

#### Momento resistente por carga axial

Brazo	0.11	m
<b>Momento resistente 3</b>	<b>0.14</b>	<b>kN-m</b>

#### Momento de vuelco

Ángulo inclinación	20.00	Grados
Área viento	1.52	m <sup>2</sup>
Carga de viento	0.40	kN/m <sup>2</sup>
Fuerza horizontal	0.61	kN
Brazo	3.80	m
<b>Momento Actuante</b>	<b>2.32</b>	<b>kN-m</b>

<b>Sumatoria de momentos resistentes</b>	<b>5.23</b>	<b>kN-m</b>
--	-------------	-------------

$$F_s = 2.26$$

Despreciando el momento resistente del concreto, el cual sólo actuaría en caso de complementar el llenado con este material, se tiene igualmente un factor de seguridad superior a 1.50, con lo cual se garantiza la estabilidad del poste ante las cargas actuantes.

## 6.6. Análisis de precios unitarios (APU's)

Tabla 3. Análisis de precios unitarios

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES: SOLUCIONES INDIVIDUALES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR RURAL, DE LOS MUNICIPIOS PDET DEL NORTE Y NORDESTE ANTIOQUEÑO						
A.P.U. - VIVIENDA TIPO (910Wp).						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Fecha:	AGOSTO 2022
3. SUMINISTRAR, TRANSPORTAR E INSTALAR ESTRUCTURA DE SOPORTE DE PANELES. INCLUYE POSTE FIBRA DE VIDRIO CAPACIDAD DE 510Kgf, ALTURA DE 4m, INCLUYE BASE EN ÁNGULO Y CIMENTACIÓN EN CONCRETO.					MUNICIPIO	SUBREGION DEL NORTE Y NORDESTE
					UNIDAD	UN
MATERIALES						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES ELÉCTRICOS	UNIDAD	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/ÍTEM	V/TOTAL
1	CONCRETO 21 Mpa Ó 210 Kgf INCLUYE ADITIVO PARA BAJO AGUA	M3	0,04	\$ 423.257	\$ 16.930,28	\$ 16.930,00
2	BASE DE GABINETE CON 8 LADRILLOS (15X20X40cm) INCLUYE MEZCLA Y TODO LO NECESARIO PARA SU INSTALACIÓN.	GL	1,0	\$ 36.217	\$ 36.217,00	\$ 36.217,00
3	POSTE FIBRA DE VIDRIO SOPORTE 510Kgf - 4m	UND	1,0	\$ 570.000	\$ 570.000,00	\$ 570.000,00
4	ABRAZADERA AJUSTABLE 6" - 10" PARA POSTE	UND	2,0	\$ 35.000	\$ 70.000,00	\$ 70.000,00
5	VIGA GALVANIZADA 2" 4 metros	UND	1,0	\$ 64.167	\$ 64.166,55	\$ 64.167,00
6	RIEL PARA MONTAJE DE PANELES 7R-4200mm	UND	1,0	\$ 151.316	\$ 151.315,50	\$ 151.316,00
7	CONECTOR END AJUSTABLE 35/40/45/50 mm	UND	4,0	\$ 9.834	\$ 39.337,20	\$ 39.337,00
8	CONECTOR MID AJUSTABLE 35/40/45/50 mm	UND	2,0	\$ 10.378	\$ 20.756,40	\$ 20.756,00



**SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES: SOLUCIONES INDIVIDUALES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR RURAL, DE LOS MUNICIPIOS PDET DEL NORTE Y NORDESTE ANTIOQUEÑO**

**A.P.U. - VIVIENDA TIPO (910Wp).**

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Fecha:

**AGOSTO  
2022**

**3. SUMINISTRAR, TRANSPORTAR E INSTALAR ESTRUCTURA DE SOPORTE DE PANELES. INCLUYE POSTE FIBRA DE VIDRIO CAPACIDAD DE 510Kgf, ALTURA DE 4m, INCLUYE BASE EN ÁNGULO Y CIMENTACIÓN EN CONCRETO.**

MUNICIPIO

**SUBREGION DEL NORTE Y  
NORDESTE**

UNIDAD

**UN**

**MATERIALES**

ÍTE M	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES ELÉCTRICOS	UNIDAD	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/ÍTEM	V/TOTAL
9	ABARCÓN CON TUERCAS PARA LA VIGA 2"	UND	6,0	\$ 8.400	\$ 50.400,00	\$ 50.400,00
10	UNION VIGA - RIEL 140mm	UND	4,0	\$ 3.267	\$ 13.066,20	\$ 13.066,00
11	TORNILLO hex-M8L25	UND	8,0	\$ 513	\$ 4.107,60	\$ 4.108,00
12	TORNILLO ALLEN M8L25	UND	4,0	\$ 758	\$ 3.032,40	\$ 3.032,00
13	TUERCA HEXAGONAL	UND	8,0	\$ 82	\$ 655,20	\$ 655,00
14	TUERCA CUADRADADA M8	UND	4,0	\$ 82	\$ 326,67	\$ 327,00
15	ARANDELA M8	UND	24,0	\$ 53	\$ 1.260,00	\$ 1.260,00
16	GROWER M8	UND	24,0	\$ 53	\$ 1.260,00	\$ 1.260,00
17	TERMINALES EMT DE 1/2"	UND	2,0	\$ 2.151	\$ 4.302,90	\$ 4.303,00
18	TUBERÍA EMT DE 1/2" X 3M	UND	1,0	\$ 21.894	\$ 21.893,55	\$ 21.894,00

**SUBTOTAL MATERIALES** \$ 1.069.028,00

**TRANSPORTE**

ÍTE M	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	PESO (kg)	RENDIMIENTO	V/PARCIAL	V/TOTAL
1	TRANSPORTE TERRESTRE MEDELLIN - SUBREGION NORTE Y NORDESTE (CARGA PESADA)	UND	1,0	60,5	1,0	\$94,00	\$5.687,00
2	TRANSPORTE TERRESTRE VALDIVIA - OTRO MUNICIPIOS	UND	1,0	60,5	1,0	\$509,00	\$ 30.795,00



**SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES: SOLUCIONES INDIVIDUALES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR RURAL, DE LOS MUNICIPIOS PDET DEL NORTE Y NORDESTE ANTIOQUEÑO**

**A.P.U. - VIVIENDA TIPO (910Wp).**

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Fecha:

**AGOSTO  
2022**

**3. SUMINISTRAR, TRANSPORTAR E INSTALAR ESTRUCTURA DE SOPORTE DE PANELES. INCLUYE POSTE FIBRA DE VIDRIO CAPACIDAD DE 510Kgf, ALTURA DE 4m, INCLUYE BASE EN ÁNGULO Y CIMENTACIÓN EN CONCRETO.**

MUNICIPIO

**SUBREGION DEL NORTE Y  
NORDESTE**

UNIDAD

**UN**

**MATERIALES**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES ELÉCTRICOS	UNIDAD	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/ÍTEM	V/TOTAL	
3	TRANSPORTE OTROS MUNICIPIOS - VEREDAS	UND	1,0	237,9	1,0	\$815,00	\$ 193.889,00

**SUBTOTAL TRANSPORTE \$ 230.371,00**

**EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	REND	TARIFA/DIA	V/PARCIAL	V/TOTAL
1	HERRAMIENTAS INSTALACIÓN ELÉCTRICA/BASICAS	UND	1,0	75,0	\$ 80.000	\$ 1.067,00	\$ 1.067,00
2	MOTOBOMBA A GASOLINA 2"	UND	1,0	30,0	\$80.000	\$ 2.667,00	\$ 2.667,00
3	HERRAMIENTAS OBRA CIVIL/MENOR	UND	1,0	75,0	\$ 45.000	\$ 600,00	\$ 600,00

**SUBTOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS \$ 4.334,00**

**MANO DE OBRA**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	HORAS	V/U DIA	V/PARCIAL	V/TOTAL
------	-------------	--------	------	-------	---------	-----------	---------



SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES: SOLUCIONES INDIVIDUALES PARA VIVIENDAS EN EL SECTOR RURAL, DE LOS MUNICIPIOS PDET DEL NORTE Y NORDESTE ANTIOQUEÑO							
A.P.U. - VIVIENDA TIPO (910Wp).							
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						Fecha:	AGOSTO 2022
3. SUMINISTRAR, TRANSPORTAR E INSTALAR ESTRUCTURA DE SOPORTE DE PANELES. INCLUYE POSTE FIBRA DE VIDRIO CAPACIDAD DE 510Kgf, ALTURA DE 4m, INCLUYE BASE EN ÁNGULO Y CIMENTACIÓN EN CONCRETO.					MUNICIPIO	SUBREGION DEL NORTE Y NORDESTE	
					UNIDAD	UN	
MATERIALES							
ÍTE M	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES ELÉCTRICOS	UNIDAD	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/ÍTEM	V/TOTAL	
1	TÉCNICO ELECTRICISTA	UND	1,0	1,3	\$ 185.449,00	\$ 30.135,00	\$ 30.135,00
2	AYUDANTE	UND	1,0	1,3	\$ 73.870,00	\$ 12.004,00	\$ 12.004,00
3	MAESTRO DE OBRA	UND	1,0	2,3	\$ 120.189,00	\$ 34.554,00	\$ 34.554,00
4	AUXILIAR DE OBRA CIVIL	UND	1,0	2,3	\$ 73.870,00	\$ 21.238,00	\$ 21.238,00
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>						<b>\$ 97.931,00</b>	
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>						<b>\$ 1.401.664,00</b>	

## OBSERVACIONES

- El transporte de los materiales, se calcula en 3 trayectos. El primer trayecto es desde Medellín al municipio de Valdivia como punto de distribución. El segundo trayecto es desde el municipio de Valdivia a cada municipios Anorí, Briceño, Ituango, Amalfi y Segovia. El tercer trayecto desde la cabecera municipal hacia cada una de las veredas.
- El peso de los materiales se encuentra desglosado en el documento "Lista de precios" del presupuesto.



El futuro  
es de todos

Agencia de  
Renovación  
del Territorio



GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA  
GERENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS



## ANEXOS

- Fichas técnicas civiles
- Información suelos. Anorí, Amalfi, Briceño, Ituango
- NN – Diseños estructurares
- INF SUELOS NORTE NORDESTE

---

JULIO CASTRO GUAMAN  
C.c. 71.791.505.  
Ingeniero Civil.  
Gerencia de Servicios Públicos.



El futuro  
es de todos

Agencia de  
Renovación  
del Territorio



GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA  
GERENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS



## BIBLIOGRAFIA

*Para Servicio Pesado de acero al carbono Abrazadera de tornillo doble - China Abrazadera de acero pesado, Abrazadera.* (s. f.). Recuperado 1 de febrero de 2023, de [https://es.made-in-china.com/co\\_nbmatchlight/product\\_Carbon-Steel-Heavy-Duty-Double-Bolt-Hose-Clamp\\_erinsosig.html](https://es.made-in-china.com/co_nbmatchlight/product_Carbon-Steel-Heavy-Duty-Double-Bolt-Hose-Clamp_erinsosig.html)

(DAS, PRINCIPIOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES, 1999)