BUSERCO

ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, EN EL MUNICIPIO DE SAN PELAYO, DEPARTAMENTO DE CORDOBA



INFORME FINAL

VERSIÓN 0

AJV INGENIEROS SAS

AJV INGENIEROS SAS

MONTERÍA, CÓRDOBA, DICIEMBRE DE 2020

INDICE DE MODIFICACIONES

INDICE REVISION	CAPÍTULO MODIFICADO	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACION	RESPONSABLE	OBSERVACIONES
0				Revisión del cliente

CONTROL DE RESPONSABILIDADES

	Elaboró	Aprobó	Control de Calidad
Responsable	N. OROZCO	A. JAIMES V.	D. DÍAZ
Fecha	10-12-2020	10-12-2020	10-12-2020
Firma			

Contenido

CAPITULO 1 1
OBJETIVOS Y ALCANCE 1
OBJETIVO GENERAL 1
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 2
ALCANCE 2
CAPITULO 2 3
LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO 3
CAPITULO 3 4
GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA 4
CAPITULO 4 8
4.1 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO 8
4.2 ENSAYOS DE LABORATORIO 9
CAPITULO 5 18
ESTRATIGRAFÍA Y CONDICIONES GEOTÉCNICAS DEL SUBSUELO 18
5.1 SONDEO 1 18
CAPITULO 6 22
ASPECTOS SISMICOS DEL SUBSUELO 22
CAPITULO 7 26
ANALISIS GEOTECNICO 26
7.1 PARÁMETRO GEOTÉCNICOS 26
7.1.1 Correlación ensayos de penetración estándar 26
7.1.2 Modelo Geológico - Geotécnico 27
7.1.3 Determinación de los parámetros de resistencia 28
CAPITULO 8 32
CIMENTACIÓN SUPERFICIAL 32
8.1 ALTERNATIVA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL – ZAPATA CUADRADA 32

8.2 TIPO Y PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN 33
8.3 MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRSANTE 36
8.4 CIMENTACION PROFUNDA 36
8.5 CAPACIDAD DE CARGA DE PUNTA, Qp 39
8.6 RESISTENCIA POR FRICCIÓN, Qs 42
8.7 CAPACIDAD NETA, ÚLTIMA, Y ADMISIBLE DE PILOTES 44
8.8 CALCULO DE ASENTAMIENTOS 44
8.9 CAPACIDAD DE CARGA HORIZONTAL, Qg 48
8.10 TIPO Y PROFUNDIDAD DE CIMENTACION 56
CAPÍTULO 9 60
CONDICIONES ESPECIALES DEL SUBSUELO 60
9.1 LICUACIÓN 60
9.2 POTENCIAL EXPANSIVO DE LOS SUELOS 61
9.3 POTENCIAL DE COLAPSO 66
CAPITULO 10 67
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 67
10.1 CONCLUSIONES 67
10.2 RECOMENDACIONES 67
CAPITULO 11 69
LIMITACIONES 69
CAPÍTULO 12 70
BIBLIOGRAFÍA 70

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. ENSAYOS DE LABORATORIO SONDEO 1 11
TABLA 2. ENSAYOS DE LABORATORIO SONDEO 2 12
TABLA 3. PROPIEDADES DEL SUELO SONDEO 1, ESTRATO 1 18
TABLA 4. PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO 1 19
TABLA 5. PROPIEDADES DEL SUELO SONDEO 2, ESTRATO 1 19
TABLA 6. PROPIEDADES DEL SUELO SONDEO 2, ESTRATO 2 20
TABLA 7. PROPIEDADES DEL SUELO SONDEO 2, ESTRATO 3 20
TABLA 8. PROPIEDADES DEL SUELO SONDEO 2, ESTRATO 4 20
TABLA 9. PROPIEDADES DEL SUELO SONDEO 2, ESTRATO 5 21
TABLA 10. PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO 2 21
TABLA 11. VALORES DE AA, AV, AE Y AD Y DEFINICIÓN DE AMENAZA SÍSMICA 23
TABLA 12. CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE LOS SUELOS 24
TABLA 13. PARÁMETROS DE DISEÑO DE ACUERDO AL RIESGO 25
TABLA 14. PARÁMETROS GEOMECANICOS 30
TABLA 15. PARÁMETROS EFECTIVOS DE SUELOS COHESIVOS 31
TABLA 16. CAPACIDAD PORTANTE Y ASENTAMIENTOS PUENTE BONGA MELLA 34
TABLA 17. MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE 36
TABLA 18. VALORES Ir 42
TABLA 19. VALORES K 43
TABLA 20. VALORES n_h 52
TABLA 21. CAPACIDAD PORTANTE (KN) COMPRESIÓN 56
TABLA 22. ASENTAMIENTOS (mm) 57
TABLA 23. MÓDULO DE REACCÓN HORIZONTAL (KN/M3) 58
TABLA 24. LICUACIÓN SONDEO 1 PUENTE BONGA MELLA 60
TABLA 25. LICUACIÓN SONDEO 2 PUENTE BONGA MELLA 61
TABLA 26. POTENCIAL EXPANSIVO DE LOS SUELOS 61
TABLA 27. CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA POTENCIAL DE EXPANSIÓN 64
TABLA 28. GRANULOMETRIA RELLENOS 68

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 3
FIGURA 2. UBICACIÓN DEL SONDEO 1 8
FIGURA 3. LOCALIZACIÓN DE SONDEOS 9
FIGURA 4. PARÁMETRO SÍSMICO Aa 22
FIGURA 5. PARÁMETRO SÍSMICO Av 23
FIGURA 6. CIMENTACIÓN SUPERFICIAL 32
FIGURA 7. CAPACIDAD PORTANTE Y ASENTAMIENTOS PUENTE BONGA MELLA 35
FIGURA 8. CARACTERÍSTICAS PILOTES 37
FIGURA 9. FRICCION NEGATIVA 54
FIGURA 10. FRICCION NEGATIVA EN RELLENOS 55
FIGURA 11. CAPACIDAD PORTANTE A COMPRESIÓN 57
FIGURA 12. ASENTAMIENTOS (mm) 58
FIGURA 13. MÓDULO DE REACCIÓN HORIZONTAL 59
FIGURA 14. PELIGROSIDAD DE EXPANSIVIDAD 62
FIGURA 15. MINERALES PRESENTES EN LOS SUELOS 63
FIGURA 16. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN A PARTIR DEL LÍMITE LÍQUIDO 64
FIGURA 17. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN A PARTIR DE LA PLASTICIDAD 65
FIGURA 18. POTENCIAL DE COLAPSO 66

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFIA 1. VISTA GENERAL SONDEO 1 13
FOTOGRAFIA 2. SONDEO 1 MUESTRA 2 13
FOTOGRAFIA 3. SONDEO 1 MUESTRA 3 14
FOTOGRAFIA 4. SONDEO 1 MUESTRA 5 14
FOTOGRAFIA 5. SONDEO 1 MUESTRA 6 15
FOTOGRAFIA 6. SONDEO 1 MUESTRA 7 15
FOTOGRAFIA 7. VISTA GENERAL SONDEO 2 16
FOTOGRAFIA 8. SONDEO 2 MUESTRA 3 16
FOTOGRAFIA 9. SONDEO 2 MUESTRA 5 17
FOTOGRAFIA 10. SONDEO 2 MUESTRA 7 17

BUSERCO

ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, EN EL MUNICIPIO DE SAN PELAYO, DEPARTAMENTO DE CORDOBA

INFORME FINAL

CAPITULO 1

OBJETIVOS Y ALCANCE

El presente informe contempla el diseño de fundaciones para el puente Bonga Mella ubicado en el municipio de San Pelayo, departamento de Cordoba. Dentro del mismo se describen las actividades adelantadas para la definición de la fundación de la superestructura, para ello se requirió de la ejecución de exploración del subsuelo e investigación del mismo con base en los requisitos exigidos por el Código Colombiano de Puentes CCP-14, la NSR, geología regional y local tomada con base en la información secundaria del Servicio Geológico Colombiano.

Para el diseño se ha definido el modelo geológico-geotécnico considerando la implantación del puente, la exploración del subsuelo y la investigación, a partir de ello se definen los parámetros de diseño (resistencia y deformabilidad) requeridos para la verificación de la cimentación revisando que la misma no presente falla en el subsuelo y que las deformaciones que sufra el mismo sean admisibles.

La condición de falla será revisada mediante la capacidad de carga y las deformaciones mediante teoría de la elasticidad, y consolidación, para ello se aplicaran teorías ampliamente aceptadas en el campo de la geotecnia y que son aplicables al tipo de suelo presente, las cargas actuantes con las cuales se realizará los diseños, han sido definidas en función de la tipología de la estructura.

Definido los análisis para la fundación, se realizará la verificación de excavaciones y proceso constructivo, para finalmente entregar las conclusiones y recomendaciones a tener presente durante la ejecución de las obras.

OBJETIVO GENERAL

Realizar los trabajos de campo y oficina necesarios para recomendar la capacidad portante y profundidad de cimentación de la estructura a implementar para la construcción del puente Bonga Mella, localizado en el municipio de San Pelayo, departamento de Cordoba.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar sondeos en el terreno a construir para recuperar muestras alteradas con el muestreador de cuchara partida Split Spoon.

- Realizar ensayos de laboratorio para caracterizar geomecánicamente los suelos que constituyen el subsuelo en la zona del proyecto.

- Definir capacidad portante y asentamiento para las estructuras a diseñar.

- Presentar recomendaciones para condiciones especiales del subsuelo, en el caso de presentarse.

- Elaborar el informe final.

ALCANCE

Complementar mediante sondeos la exploración del suelo de fundación de la obra proyectada y recomendar el tipo de cimentación más adecuada, incluyendo la capacidad portante de los suelos y los asentamientos esperados para el tipo de cimentación sugerida.

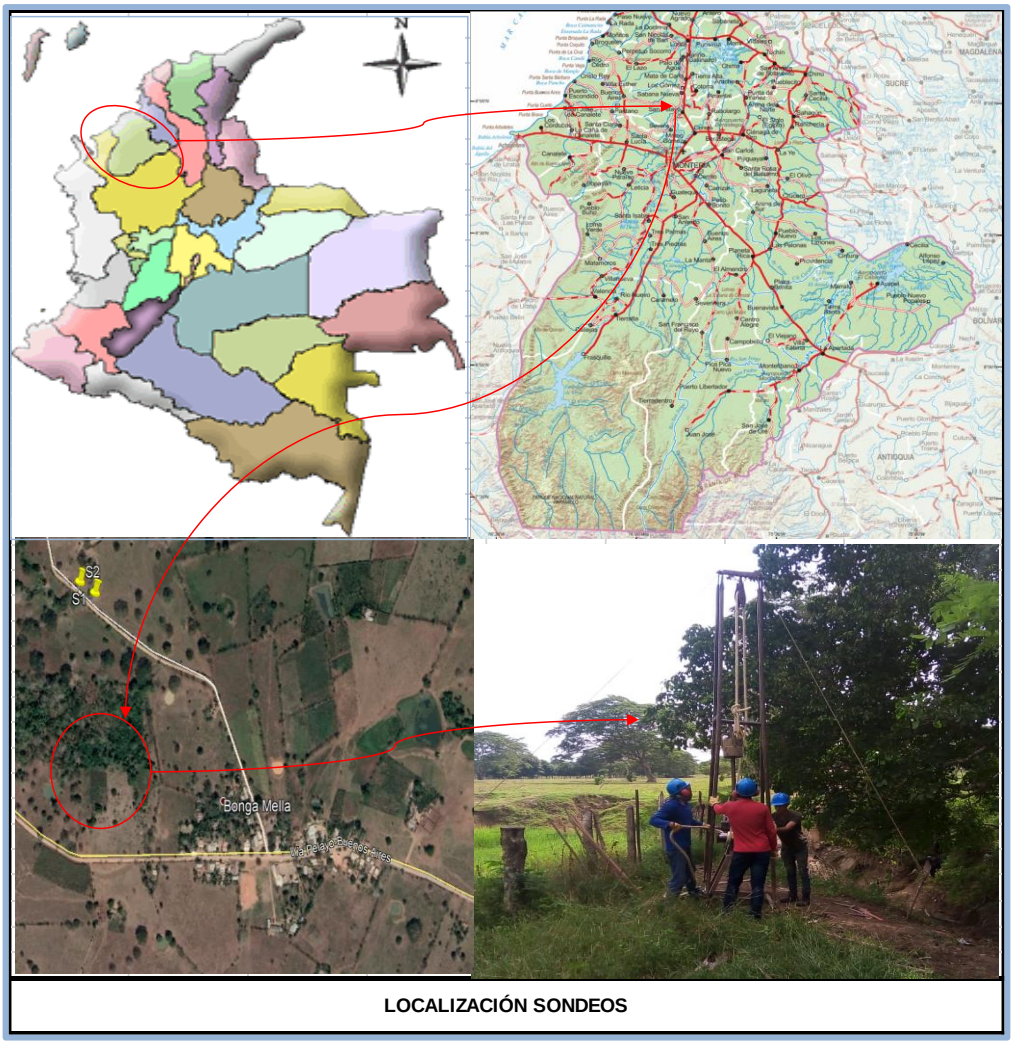
CAPITULO 2

LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La zona objeto del proyecto se encuentra localizada en el municipio de San Pelayo, departamento de Córdoba.

En la siguiente figura, se presenta la localización del puente a implementar.

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO



LOCALIZACIÓN SONDEOS

FUENTE. PROPIA (ADAPTADA DE GOOGLE EARTH)

CAPITULO 3

GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA

Los principales estudios geológicos en el área fueron realizados por el Geólogo Herman Duque-Caro, de Ingeominas en 1981, aunque este trabajo se encuentra enfocado principalmente al análisis estratigráfico del Valle del Río Sinú, se recolecta la información del subsuelo mediante los trabajos de prospección sísmica.

3.1. GEOLOGIA REGIONAL

El área evaluada forma parte de la parte media del Valle del Río Sinú, que en el sector atraviesa una llanura aluvial amplia, que geográficamente se enmarca entre la culminación de la Serranía de Abibe por el Sur y las estribaciones de la Serranía de San Jacinto por el Norte.

En el área evaluada el río Sinú atraviesa una amplia llanura aluvial y presenta relictos de antiguas terrazas aluviales en sus dos márgenes, el curso del río presenta una orientación Norte Sur y presenta pocos meandros, con algunos tramos inusualmente rectos, que pueden evidenciar un control estructural.

La llanura aluvial es generada como un producto de la actividad de fallas geológicas regionales, cuya interacción conforma una depresión tectónica, las fallas corresponden al denominado Lineamiento del Sinú al occidente y el Sistema de fallas de de Romeral al oriente.

3.1.1. Estratigrafía

El área evaluada está recubierta por sedimentos recientes de origen aluvial, que reposan discordantemente sobre rocas sedimentarias de edad Cretácica, Paleógena y Neógena, a continuación, se realizará una breve descripción de las mencionadas unidades.

- Formación Cansona (ksc): Descrita por (Wood 1940), Secuencia de chert y limolitas siliceas intercaladas con lutitas y ocasionalmente capas de micritas y arenitas hacia la base, diabasas aparentemente interpuestas con los chert, también diques y silos máficos.

Presenta un espesor de 88 m., Los contactos superior e inferior de la Formación Cansona no se observaron; su edad se estableció como Cretácico con base en contenido fósil, el ambiente de depósito es nerítico medio a batial por la presencia de radiolarios y foraminiferos silicíficados. (Ingeominas 2003).

- Formación San Cayetano (Pgsc): Secuencia rítmica de arenitas a lutitas o arenitas conglomeráticas en capas gruesas de aspecto macizo, que varían tanto lateral como verticalmente en secuencias granodecrecientes.

En algunos sectores se identificaron capas de carbón bituminosos, en otros sectores se identificaron concreciones calcáreas en los materiales lutiticos y arenitas calcáreas en los materiales lutiticos y arenitas calcáreas finogranulares.

Se estima un espesor de 800 m.; no se observaron los contactos inferior y superior de esta unidad. Se determinó que hacia el Oeste se encuentra en relación fallada con sedimentitas del cinturón del Sinú y que entre las subunidades Inferior y Superior existe una aparente concordancia. Su edad se ha estimado como Paleoceno-Eoceno Temprano, con base en contenido fósil. (Ingeominas 2003).

- Formación El Floral (Pgf): La formación Floral consiste de una sucesión de arcillolitas y lodositas de color pardo rojizo, hacia la base se presentan intercalaciones de areniscas de grano fino cuarzosas de con algunos desarrollos arenosos a la base.

En la fracción de arenitas de tamaño fino a mediano se reconocen marcas de corriente, gradación normal, se observan 3 tipos de estratificación, cruzada en artesa, Cruzada festoneada y horizontal.

El espesor promedio de la unidad es de 150 m., los contactos inferior y superior son discordantes; la Edad de la Formación Floral es considerada como Oligoceno Mioceno Inferior, (H, Duque Caro. 1968). Las características litofaciales de esta unidad permiten interpretar un ambiente de sedimentación marino somero.

- Formación El Cerrito (Ngc): Esta unidad fue definida por Werefels (1926), constituida por una secuencia de areniscas que varían de amarillo a gris, con intercalaciones de caliza y shales, altamente fosilifera.

La secuencia en general presenta hacia la base una alternancia de lutitas grisaceas y areniscas de grano fino, la parte media se compone de arcillolitas gris claras intercaladas con capas medianas de areniscas de grano fino, con cemento calcáreo, lumaquélicas.

La parte superior de la unidad se caracteriza por el predominio de arcillolitas grises y verdes e intercalaciones de areniscas de aspecto macizo, y niveles de turba. Al techo de este segmento se presentan areniscas de grano medio a grueso, en sectores conglomeráticas, que presentan estratificación cruzada y relictos de madera silicificada.

El espesor medido para esta unidad en la sección tipo es de 356 m., sus contactos son discordantes, su edad se ha establecido como Mioceno medio a superior. Por las características litofaciales se sugiere un ambiente marino somero a transicional y posibles áreas de depósito continental. (Ingeominas, 2003)

- Depósitos Cuaternarios: Los depósitos cuaternarios presentan una amplia continuidad regional. En general, se incluyen todos aquellos depósitos de sedimentos débilmente consolidados, de origen aluvial que recubren inconformemente las rocas sedimentarias estratificadas del Terciario.

- Terrazas aluviales (Qt): Unidad conformada por los depósitos aluviales antiguos del río Sinú, se presentan como terrazas altas, constituidas por bloques de grauvacas y chert negros y terrazas bajas compuestas por areniscas líticas de color gris, fragmentos de chert, vulcanitas y cuarcitas y niveles de conglomerados con intercalaciones de arenas arcillosas.

- Aluviones recientes (Qal): Unidad de mayor extensión en el sector evaluado. La unidad está integrada por sedimentos de grano fino constituida por horizontes de arena, arcilla, limo.

3.2. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Regionalmente el sector evaluado se encuentra en el denominado Cinturón de San Jacinto, que se encuentra limitado al oriente por el Lineamiento del Sinú y al occidente por el Sistema de Fallas de Romeral; el Cinturón de San Jacinto está integrado por una faja sedimentaria plegada y fallada. En general, las fallas principales en este cinturón tienen dirección NS a N 5° E y son de cabalgamiento con vergencia hacia el occidente. Las fallas NNE son principalmente de rumbo con desplazamiento sinestral. (Ingeominas 2001).

En superficie el área evaluada se presenta recubierta por depósitos aluviales de edad reciente, en el subsuelo se encuentran rocas sedimentarias afectadas por plegamiento y fallamiento que hacen parte del denominado “Cinturón de San Jacinto”.

3.3. VEGETACIÓN

La flora como elemento principal de los ecosistemas que se desarrollan, ha sufrido fuertes variaciones, en lo que corresponde a la composición, densidad y distribución debido a la destrucción que ha causado el hombre sobre los bosques.

En algunos sectores donde se dificulta el acceso, subsisten relictos de vegetación natural. Fuera de estos pequeños relictos la vegetación que se ha desarrollado es de tipo secundario, cuya composición florística se puede apreciar en sectores de descanso y en zonas en proceso de regeneración.

Los pastos son los sustitutos principales de toda la vegetación anteriormente existente; la vegetación arbórea es muy escasa y solamente hay algunos relictos en las colinas.

La vegetación de bosque seco tropical está dominada por los árboles que son utilizados para cercas vivas y sombrío.
La vegetación de bosque seco tropical está dominada por los árboles que son utilizados para cercas vivas y sombrío.

3.4. CLIMATOLOGÍA

El clima tropical está caracterizado por la ausencia de estaciones frías, gran cantidad de insolación, temperaturas altas, elevadas precipitaciones y considerable humedad contenida en el aire.

La situación geográfica del territorio cordobés determina una distribución temporal de la lluvia con tendencia monomodal, con un período de pocas lluvias de diciembre a marzo; el período húmedo corresponde a los meses de abril a noviembre, siendo agosto - octubre los meses con mayor pluviosidad.

- La temperatura media anual es de 28°C, teniendo la región condiciones isotermas, en promedio la temperatura no varía más de 2°C de un mes a otro.

- El brillo solar medio oscila entre 2000 y 2100 horas de luz solar al año.

- La humedad promedio relativa varía entre 73% y 83% con variaciones máximas absolutas entre 70% y 90%. Esta humedad se relaciona con la insolación a partir de la cual se originan intensos procesos de evapotranspiración, alcanzando valores cercanos a los 2200 mm.

- La precipitación media anual es de 1350 mm, siendo los meses de agosto a septiembre los de mayor precipitación, con un promedio de 190 mm mensuales. El período de verano abarca los meses de noviembre a marzo con promedio no mayor a 40 mm mensuales.

CAPITULO 4

INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

Con el propósito de conocer el perfil del subsuelo y evaluar los parámetros que rigen su comportamiento ante la imposición de cargas, se realizaron los siguientes trabajos:

4.1 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

Para determinar las características y propiedades geotécnicas del subsuelo, se realizaron dos (2) sondeos en la zona del proyecto, de Diez (10) metros de profundidad, con respecto al nivel actual del terreno. Para la perforación se empleó un equipo mecánico de percusión.

Los sondeos realizados se relacionan en las tablas siguientes.

FIGURA 2. UBICACIÓN DEL SONDEO 1

PUENTE BONGA MELLA			
Sondeo No.	Coordenadas		Cota GPS(m.s..n.m)
	ESTE	NORTE	
1	O75°56'28.1"	N08°59'46,4"	44
2	O75°56'29.4"	N08°59'45.7”	38

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA 3. LOCALIZACIÓN DE SONDEOS



FUENTE. PROPIA ADAPTADA DE GOOGLE EARTH.

Con el propósito de hacer un muestreo continuo y detallado del subsuelo a lo largo de toda la profundidad explorada se realizó el ensayo de penetración estándar (SPT) y la correspondiente toma de muestra alterada con la cuchara partida (Split Spoon) cada un (1) metro de profundidad.

4.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Todas las muestras obtenidas se identificaron visualmente y sobre una cantidad representativa de cada uno de los tipos de suelo encontrados, se realizaron los ensayos de laboratorio requeridos tanto para clasificar los materiales como para determinar sus propiedades mecánicas.
A continuación se presentan los ensayos de laboratorio realizados:

a) Clasificación

- Granulometría por tamizado y/o Pasa tamiz 200
- Límites de Atterberg líquido

b) Propiedades In-Situ

- Humedad Natural
- Materia orgánica

c) Resistencia

- SPT
- Veleta y penetrómetro de laboratorio

Con estos valores y correlaciones de la literatura geotécnica, se adoptaron los parámetros de resistencia del subsuelo para diseño.

En el Anexo No. 1, " Investigación del Subsuelo ", se presentan los ensayos de laboratorio realizados y en las figuras siguientes, el resumen de los mismos.

TABLA 1. ENSAYOS DE LABORATORIO SONDEO 1

LOCALIZACIÓN	SONDEO Nº.	MUESTRA No.	TIPO DE MUESTRA	PROFUNDIDAD DE LA MUESTRA	PROFUNDIDAD DEL ESTRATO		HUMEDAD (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	GRANULOMETRIA % QUE PASA					CLASIFICACION			Número de golpes por pie, N (gol/pie)	DESCRIPCIÓN
					LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR					3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200	Indice de grupo	AASTHO	USC		
O75°56'28,1" N08°59'46,4"	1	1	B	0,00-1,00	0,00 -	1,00	32,8	91	33	58	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	(20)	A-7-5	CH		Arcilla grasa de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad
	1	2	SPT	1,00-2,00	1,00 -	2,00	33,7	81	31	50	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	(20)	A-7-5	CH	19	Arcilla grasa habana, de consistencia muy firme, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad
	1	3	SPT	2,00-3,00	2,00 -	3,00	28,7	95	38	57	100,0	100,0	100,0	100,0	75,3	(20)	A-7-5	CH	30	Arcilla grasa arenoso (de grano fino), habana, de consistencia muy firme, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad
	1	4	SPT	3,00-4,00	3,00 -	4,00	28,6	83	31	52	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	(20)	A-7-5	CH	14	Arcilla grasa habana, de consistencia firme, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad
	1	5	SPT	4,00-5,00	4,00 -	5,00	27,1	71	31	40	100,0	97,8	96,6	95,8	84,8	(20)	A-7-5	CH	15	Arcilla grasa, con algo de arena de grano fino, con trazas de grava fina, habana, de consistencia firme, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad
	1	6	SPT	5,00-6,00	5,00 -	6,00	26,4	77	30	47	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	(20)	A-7-5	CH	40	Arcilla grasa habana, de consistencia dura, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad
	1	7	SPT	6,00-7,00	6,00 -	7,00	34,3	73	32	41	100,0	100,0	100,0	100,0	91,6	(20)	A-7-5	CH	37	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, habana, de consistencia dura, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad
	1	8	SPT	7,00-8,00	7,00 -	8,00	35,4	81	30	51	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	(20)	A-7-5	CH	39	Arcilla grasa habana, de consistencia dura, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad
	1	9	SPT	8,00-9,00	8,00 -	9,00	38,2	74	30	44	100,0	100,0	99,7	99,4	94,6	(20)	A-7-5	CH	27	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, habana, de consistencia muy firme, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad
	1	10	SPT	9,00-10,00	9,00 -	10,00	33,5	75	31	44	100,0	99,6	99,4	98,9	94,0	(20)	A-7-5	CH	35	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, con trazas de grava fina, habana, de consistencia dura, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad

TABLA 2. ENSAYOS DE LABORATORIO SONDEO 2

LOCALIZACIÓN	SONDEO Nº.	MUESTRA No.	TIPO DE MUESTRA	PROFUNDIDAD DE LA MUESTRA	PROFUNDIDAD DEL ESTRATO		HUMEDAD (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	GRANULOMETRIA % QUE PASA					CLASIFICACION			Número de golpes por pie, N (gol/pie)	DESCRIPCIÓN
					LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR					3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200	Indice de grupo	AASTHO	USC		
O75°56'29,4" N08°59'46,7"	2	1	B	0,00-1,00	0,00 -	1,00	31,6	77	33	44	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	(20)	A-7-5	CH		Arcilla grasa de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad
	2	2	SPT	1,00-2,00	1,00 -	2,00	23,6	68	34	34	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	(20)	A-7-5	MH	25	Limo elástico habana, de consistencia muy firme, de plasticidad alta y de alta compresibilidad
	2	3	SPT	2,00-3,00	2,00 -	3,00	17,8	50	24	26	100,0	99,5	97,7	94,5	90,9	(16)	A-7-5	CH	22	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, con trazas de grava fina, habana, de consistencia muy firme, de plasticidad alta y de alta compresibilidad
	2	4	SPT	3,00-4,00	3,00 -	4,00	20,7	49	27	22	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	(15)	A-7-5	CL	50	Arcilla magra carmelita, de consistencia dura, de plasticidad alta y de baja compresibilidad
	2	5	SPT	4,00-5,00	4,00 -	5,00	24,7	59	28	31	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	(20)	A-7-5	CH	30	Arcilla grasa carmelita, de consistencia muy firme, de plasticidad alta y de alta compresibilidad
	2	6	SPT	5,00-6,00	5,00 -	6,00	27,3	56	28	28	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	(18)	A-7-5	CH	22	Arcilla grasa carmelita, de consistencia muy firme, de plasticidad alta y de alta compresibilidad
	2	7	SPT	6,00-7,00	6,00 -	7,00	27,1	54	24	30	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	(19)	A-7-5	CH	24	Arcilla grasa carmelita, de consistencia muy firme, de plasticidad alta y de alta compresibilidad
	2	8	SPT	7,00-8,00	7,00 -	8,00	28,7	52	25	27	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	(17)	A-7-5	CH	24	Arcilla grasa carmelita, de consistencia muy firme, de plasticidad alta y de alta compresibilidad
	2	9	SPT	8,00-9,00	8,00 -	9,00	27,7	50	25	25	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	(16)	A-7-5	CH	26	Arcilla grasa carmelita, de consistencia muy firme, de plasticidad alta y de alta compresibilidad

En las Fotografías siguientes, se presenta un registro fotografico de los sondeos realizados en cada sitio

FOTOGRAFIA 1. VISTA GENERAL SONDEO 1



FOTOGRAFIA 2. SONDEO 1 MUESTRA 2



FOTOGRAFIA 3. SONDEO 1 MUESTRA 3



FOTOGRAFIA 4. SONDEO 1 MUESTRA 5



FOTOGRAFIA 5. SONDEO 1 MUESTRA 6



FOTOGRAFIA 6. SONDEO 1 MUESTRA 7



FOTOGRAFIA 7. VISTA GENERAL SONDEO 2



FOTOGRAFIA 8. SONDEO 2 MUESTRA 3



FOTOGRAFIA 9. SONDEO 2 MUESTRA 5



FOTOGRAFIA 10. SONDEO 2 MUESTRA 7



CAPITULO 5

ESTRATIGRAFÍA Y CONDICIONES GEOTÉCNICAS DEL SUBSUELO

Con base en los trabajos realizados en campo y en los resultados obtenidos en el laboratorio, se pudo establecer el perfil estratigráfico del subsuelo, de cada sondeo, el cual se presenta en forma resumida a continuación:

A continuación se hace una descripción del tipo de suelos encontrado.

5.1 SONDEO 1

Estrato 1

A partir de la superficie actual del terreno y hasta una profundidad de 10.00, se encontró una Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, habana, de consistencia dura, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad.

TABLA 3. PROPIEDADES DEL SUELO SONDEO 1, ESTRATO 1

SONDEO 1	Clasificación USC	Humedad natural, Wn (%)	Límite líquido (%)	Indice de Plasticidad (%)
	CH	26.4-38.2	71-91	40-58

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA

Durante la perforación, no se detectó el nivel freático.

El perfil estratigráfico obtenido, se presenta a continuación:

TABLA 4. PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO 1

Estrato No.	Profundidad		Simbolo	Descripción
	Desde	Hasta		
1	0	10	CL	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, habana, de consistencia dura, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA

5.1. SONDEO 2

Estrato 1

A partir de la superficie actual del terreno y hasta una profundidad de 1.00, se encontró una Arcilla grasa de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad.

TABLA 5. PROPIEDADES DEL SUELO SONDEO 2, ESTRATO 1

SONDEO 2	Clasificación USC	Humedad natural, Wn (%)	Límite líquido (%)	Indice de Plasticidad (%)
	CH	31.6	77	44

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA

Estrato 2

Luego de la profundidad anterior y hasta una profundidad de 2.00 metros, se encontró un Limo elástico habana, de consistencia muy firme, de plasticidad alta y de alta compresibilidad.

En la siguiente tabla se muestran las propiedades de los suelos recuperados

TABLA 6. PROPIEDADES DEL SUELO SONDEO 2, ESTRATO 2

SONDEO 2	Clasificación USC	Humedad natural, Wn (%)	Límite líquido (%)	Indice de Plasticidad (%)
	MH	23.6	68	34

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA

Estrato 3

Desde profundidad anterior y hasta la profundidad explorada de 3.00 metros, se encontró Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, con trazas de grava fina, habana, de consistencia muy firme, de plasticidad alta y de alta compresibilidad.

En la siguiente tabla se muestran las propiedades de los suelos recuperados

TABLA 7. PROPIEDADES DEL SUELO SONDEO 2, ESTRATO 3

SONDEO 2	Clasificación USC	Humedad natural, Wn (%)	Límite líquido (%)	Indice de Plasticidad (%)
	CH	17.8	50	26

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA

Estrato 4

Desde profundidad anterior y hasta la profundidad explorada de 4.00 metros, se encontró Arcilla magra carmelita, de consistencia dura, de plasticidad alta y de baja compresibilidad.

En la siguiente tabla se muestran las propiedades de los suelos recuperados

TABLA 8. PROPIEDADES DEL SUELO SONDEO 2, ESTRATO 4

SONDEO 2	Clasificación USC	Humedad natural, Wn (%)	Límite líquido (%)	Indice de Plasticidad (%)
	CL	20.7	49	22

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA

Estrato 5

Desde profundidad anterior y hasta la máxima profundidad explorada de 9.00 metros, se encontró Arcilla grasa carmelita, de consistencia muy firme, de plasticidad alta y de alta compresibilidad.

En la siguiente tabla se muestran las propiedades de los suelos recuperados

TABLA 9. PROPIEDADES DEL SUELO SONDEO 2, ESTRATO 5

SONDEO 2	Clasificación USC	Humedad natural, Wn (%)	Límite líquido (%)	Indice de Plasticidad (%)
	CH	24.7-28.7	50-59	25-31

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA

Durante la perforación, no se detectó el nivel freático.
El perfil obtenido, se muestra a continuación:

TABLA 10. PERFIL ESTRATIGRÁFICO SONDEO 2

Estrato No.	Profundidad		Simbolo	Descripción
	Desde	Hasta		
1	0	1	CH	Arcilla grasa de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad
2	1	2	MH	Limo elástico habana, de consistencia muy firme, de plasticidad alta y de alta compresibilidad
3	2	3	CH	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, con trazas de grava fina, habana, de consistencia muy firme, de plasticidad alta y de alta compresibilidad
4	3	4	CL	Arcilla magra carmelita, de consistencia dura, de plasticidad alta y de baja compresibilidad
5	4	9	CH	Arcilla grasa carmelita, de consistencia muy firme, de plasticidad alta y de alta compresibilidad

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA

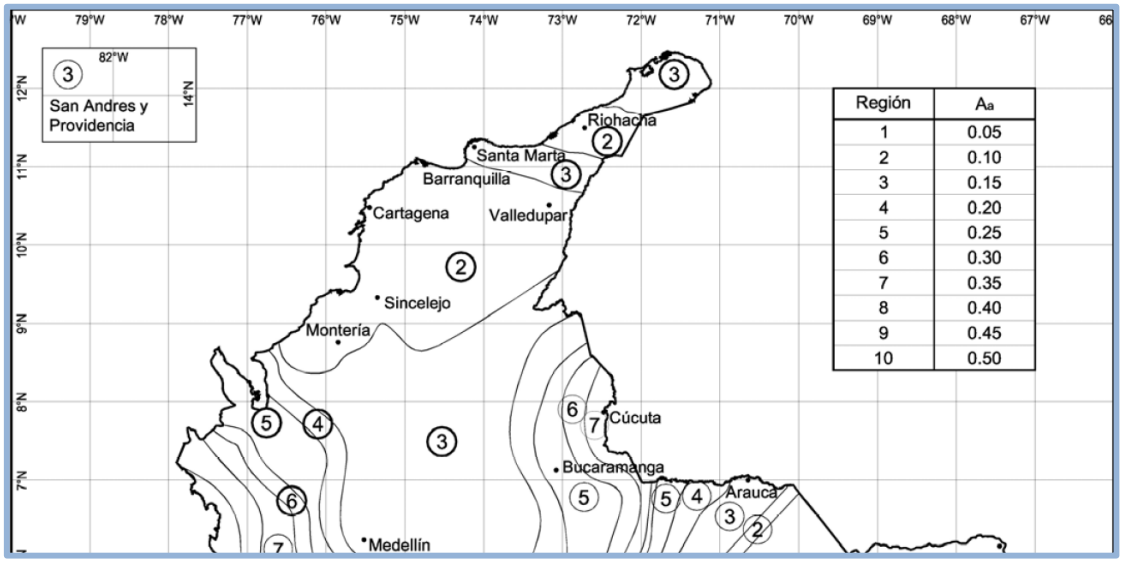
CAPITULO 6

ASPECTOS SISMICOS DEL SUBSUELO

De acuerdo con los resultados obtenidos de los trabajos de Evaluación geotécnica visual del subsuelo, y de acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, se pudo determinar que el perfil del subsuelo corresponde al tipo D. La velocidad máxima esperada es de Av = 0.15 y la aceleración máxima esperada en superficie del terreno es Aa = 0.10. La zona presenta riesgo sísmico intermedio.

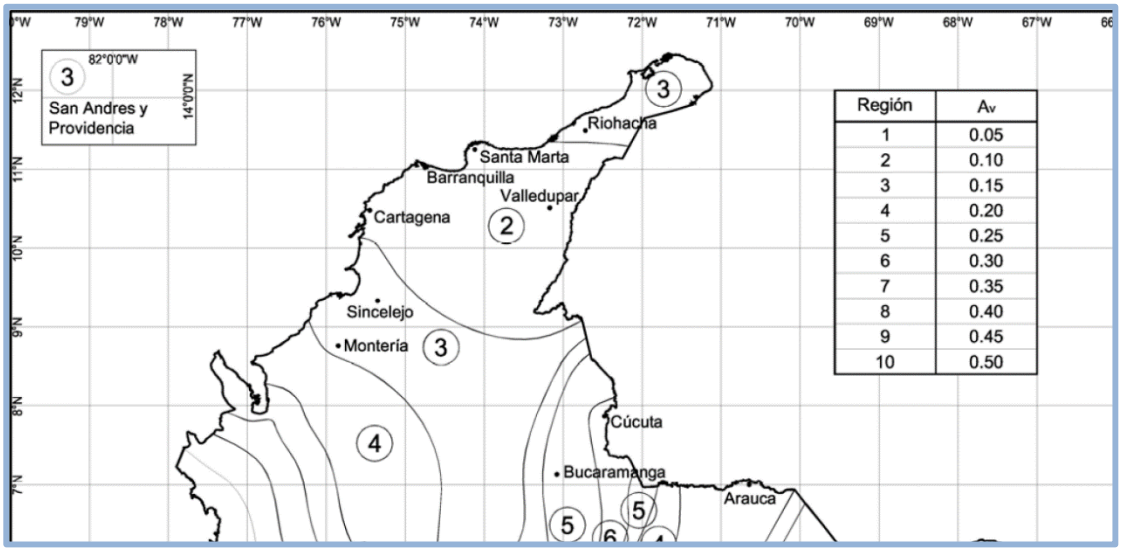
Los valores se adoptaron, considerando los perfiles del subsuelo encontrados durante la Investigación del subsuelo, que en su mayoría correspondió a suelos finos.

FIGURA 4. PARÁMETRO SÍSMICO Aa



FUENTE. NSR-10

FIGURA 5. PARÁMETRO SÍSMICO Av



FUENTE. NSR-10

TABLA 11. VALORES DE AA, AV, AE Y AD Y DEFINICIÓN DE AMENAZA SÍSMICA

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Montería	23001	0.10	0.20	Intermedia	0.07	0.04
Ayapel	23068	0.15	0.15	Intermedia	0.07	0.04
Buenavista	23079	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.04
Canalete	23090	0.10	0.20	Intermedia	0.08	0.04
Cereté	23162	0.10	0.15	Intermedia	0.06	0.04
Chimá	23168	0.10	0.15	Intermedia	0.07	0.04
Chinú	23182	0.10	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Ciénaga de Oro	23189	0.10	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Cotorra	23300	0.10	0.15	Intermedia	0.06	0.03
La Apartada	23350	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.04
Lorica	23417	0.10	0.15	Intermedia	0.05	0.03
Los Córdobas	23419	0.10	0.20	Intermedia	0.08	0.05
Moñitos	23500	0.10	0.15	Intermedia	0.05	0.03
Momil	23464	0.10	0.15	Intermedia	0.07	0.03
Montelíbano	23466	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.04
Planeta Rica	23555	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.04
Pueblo Nuevo	23570	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.05
Puerto Escondido	23574	0.10	0.20	Intermedia	0.06	0.04
Puerto Libertador	23580	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.04
Purísima	23586	0.10	0.15	Intermedia	0.06	0.03
Sahagún	23660	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
San Andrés de Sotavento	23670	0.10	0.15	Intermedia	0.08	0.04
San Antero	23672	0.10	0.15	Intermedia	0.05	0.03
San Bernardo del Viento	23675	0.10	0.15	Intermedia	0.05	0.03
San Carlos	23678	0.10	0.15	Intermedia	0.08	0.04
San Pelayo	23686	0.10	0.15	Intermedia	0.06	0.03

FUENTE. NSR-10

TABLA 12. CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE LOS SUELOS

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s> $\bar{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (≈1 kgf/cm²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\bar{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	50 > $\bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈1 kgf/cm²) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa (≈0.5 kgf/cm²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\bar{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total **H** mayor de 3 m de arcillas blandas	**IP** > 20 **w** ≥ 40% 50 kPa (≈0.50 kgf/cm²) > $\bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo **F** requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (**H** > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad (**H** > 7.5 m con Índice de Plasticidad **IP** > 75) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (**H** > 36 m)	

FUENTE. NSR-10

Para el caso del proyecto, localizado en el departamento de Cordoba de acuerdo con lo establecido por EL Reglamento Colombiano de Construcción Sismoresistente NSR-10 (Ley 400 de 1997 y Decreto 926 del 19 de marzo de 2010) Titulo A, La zona del proyecto se encuentra en un área de riesgo sísmico Intermedio, por lo tanto se considera de acuerdo con Titulo A los siguientes parametros de diseño para el sector en estudio.

TABLA 13. PARÁMETROS DE DISEÑO DE ACUERDO AL RIESGO

Ubicación	San Pelayo
Zona de riesgo sísmico	Intermedio
Coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva. Aa	0.10
Coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva. Av	0.15
Tipo de perfil de suelo	D
Coeficiente amplificación periodos cortos. Fa	D - 1.6
Coeficiente amplificación periodos intermedios. Fv	D - 2.2
Grupo de Uso	I
Coeficiente de Importancia	I = 1.0
Coeficiente de disipación de energía	DMO
Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva, para el umbral de daño (Ad)	0,03

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA

CAPITULO 7

ANALISIS GEOTECNICO

7.1 PARÁMETRO GEOTÉCNICOS

Para la realización del estudio, fue necesario conocer la variabilidad de los parámetros del suelo (especialmente los de resistencia: cohesión y ángulo de fricción), datos que fueron adoptados mediante los resultados obtenidos del ensayo de penetración estándar SPT, los cuales suministran información constante del perfil estratigráfico a partir del parámetro N, mediante el cual se pudo calcular de manera indirecta los parámetros de resistencia al corte drenados c' y de ϕ' del suelo, que serán empleados posteriormente para evaluar la estabilidad de corte, rellenos y estructuras de contención.

7.1.1 Correlación ensayos de penetración estándar

Para las correlaciones del ensayo de penetración estándar, se utilizó la metodología propuesta por el Ingeniero Álvaro González[1], A continuación se enuncian los pasos realizados para obtener los parámetros de resistencia de los materiales:

El primer paso consiste en obtener el valor de N (golpes/pie) en campo, con la profundidad respectiva e identificar al tipo de suelo en el cual se hizo el ensayo. Aunque el ensayo se denomina "estándar", tiene muchas variantes y fuentes de diferencia, en especial a la energía que llega al toma muestras, por lo tanto se utilizó una energía de 45% (N_{45}) usual en Colombia.

De acuerdo a lo anterior, para casi todas estas variantes hay factores de corrección a la energía teórica de referencia Er y el valor de N de campo debe corregirse de la siguiente forma (Bowles,1988):

$$N_i^{'} = C_N * N * \eta_1 * \eta_2 * \eta_3 * \eta_4$$

En donde:

N'$_i$: Número de golpes corregido para un determinado nivel de transmisión de energía i
C_N: Factor de ajuste para tener en cuenta el esfuerzo geostático, □'$_v$ se evaluó con base en la propuesta de Sedd-Idriss, cuidando siempre que este factor no resultara mayor que 2,0. En caso de que el valor de C_N de mayor de 2 se evaluó con Skempton.
η_1. Factor de corrección por eficiencia de energía trasmitida del martillo al varillaje y la toma muestras.
η_2: Factor de corrección por longitud del varillaje

[1] González, A. (1999). **ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS EFECTIVOS DE RESISTENCIA CON EL SPT**. X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería de Colombia. SCI – SCG. Santafé de Bogotá D.C.

η_3: Factor de corrección por presencia de revestimiento, debido a que no se utilizó revestimiento, el factor de corrección es 1.0.
η_4: Factor de corrección por diámetro de la perforación. Los diámetros de las perforaciones fueron inferiores a 0,12 m, por lo cual el factor de corrección es 1.0.

Existen numerosas correlaciones entre N y ϕ', que se obtuvieron en la mayoría con materiales granulares donde la cohesión c' = 0, por lo tanto, se obtuvo la relación entre esfuerzos cortantes y esfuerzos normales efectivos, como se expresa a continuación:

$$\phi'_{SPT} = \phi'_{Eq} = \arctan\left(\frac{\tau}{\sigma'_v}\right)$$

Una vez obtenido N_{45} = Ncorr = N'_i se calcula el valor del ángulo de fricción interna (ϕ_{eq}) por medio de la correlación de Kishida o Peck, realizando comparaciones con los ensayos de corte directo en los sectores que cuentan con estos ensayos:

$$\phi'eq = 15 + (12.5 \times N1_{45})^{0.5}$$

$$\phi'eq = 28.5 + 0.25 \times N1_{45}$$

Siguiendo el criterio de falla de Mohr – Coulomb, se procede a calcular el valor correspondiente al esfuerzo cortante con una cohesión de cero (suponiendo que el ϕ hallando anteriormente es el ángulo de fricción total).

Se realiza una gráfica esfuerzo normal efectivo Vs esfuerzo cortante obteniendo de la correlación lineal los valores de c' y ϕ'.

Es importante anotar que esta metodología de estimación de los parámetros de resistencia al corte de los suelos subestima de manera importante los valores de la cohesión, especialmente en suelos arcillosos.

7.1.2 Modelo Geológico - Geotécnico

Para el establecimiento de los parámetros de resistencia de los materiales del modelo geotécnico se tuvieron en cuenta los valores obtenidos del ensayo de penetración estándar SPT y los resultados de laboratorio, estos valores se presentan en los anexos.

Teniendo en cuenta que en algunos sondeos no se realizó el ensayo de determinación del peso unitario total, este se estimó mediante la siguiente expresión:

$$\gamma = \left[\frac{G_s \lambda_w (1+w)}{(1+e)} \right]$$

Donde:

γ_w = Peso específico agua =9,81Kn/m^3
Gs Gravedad específica Gs (obtenida de la tabla 1.3. Braja M.Das)
e= relación de vacios = Gs*w
w = humedad (%)

Es decir,

$$\gamma = \left[\frac{G_s \left(\frac{1+w\%}{100} \right)}{\left(1+\left(\frac{G_s * w\%}{100} \right) \right)} * 9{,}81 Kn/m^3 \right]$$

Fuente: Fundamentos de ingeniería geotécnica - Braja M. Das

7.1.3 Determinación de los parámetros de resistencia

Los parámetros de resistencia que hacen parte del diseño de obras de contención, dependen del programa de exploración de suelos dentro del proyecto, el cual debe permitir obtener la siguiente información para los análisis de la estabilidad.

- Formaciones geológicas
- Ubicación y espesor de las unidades de suelo y roca
- Propiedades mecánicas de las unidades de suelo y roca, incluyendo su densidad, resistencia al corte y compresibilidad
- Condiciones del agua freática
- Topografía del terreno
- Consideraciones locales, en cuanto a potenciales de inestabilidad de taludes.

Igualmente, los parámetros derivados de los ensayos in situ, tales como los ensayos de penetración estándar, ensayos con penetrómetro de cono, ensayos con penetrómetro dinámico y ensayos presiométricos, también se pueden utilizar directamente en los cálculos de diseño considerando relaciones empíricas.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se presentan como valores semilla de diseño los indicados en la tabla siguiente.

TABLA 14. PARÁMETROS GEOMECANICOS

Cuadro 1
Hoja 1 de 1

RESUMEN PARAMETROS POR CORRELACIONES

Gs	2,65	Resultados de ensayos de campo y laboratorio														Correción del número de golpes por efecto del confinamiento C_N									ϕ [°]												Su [Kg/cm^2]						Es [kPa]		
Sondeo	Profundidad [m]				SPT			Ncampo	w_n	Límites de Atterberg [%]			Granulometría [%]			Clasificación	γ_t	γ_t-calculado	σ'_{VO}	0.77Log(20/(σ'_{vo}/Pa))	1.7/(0.7+σ'_{vo})	2/(1+(σ'_{vo}/Pa))	1-1.25Log(σ'_{vo}/Pa)	C_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$	$(18(N_1)_{60})^{0.5}$ + 15	$0,36N_{75}$ +27	$28+0,15*(25*\sigma'_{vo}{}^{0,12}*N_{60}{}^{0,46})$	$27,1+0,30(N_1)_{60}$ - 0,00054($(N_1)_{60}$)^2	$\tan^{-1}((N_{60}/(12,2+23,3*\sigma'_v/P_a))^{0,34})$	$(20(N_1)_{60})^{0,5}$ + 20	Percentil 75 de las correlaciones	Resultados de ensayos de corte directo		Para (7<IP<30), q_u=NIA A=80.43*I$P^{-0.87}$	Para (20<IP<30), 6.7*N_{60}	Para (IP < 20), 4.4*N_{60}	$e^{(0.026-1.21IL)}$	Para (IP < 20), 3.75*N_{60} Para (20<IP<30), 7.5*N_{60} Para (IP > 30), 12.5*N_{60}	Percentil 75 de las correlaciones	Resistencia a la compresión inconfinada	Para Cohesivos: 300*Su; Para granulares: 500*(N+15)	8*N60*100	Promedio
No.	DE	-	A	prom.	0-6"	6-12"	12-18"	g/pie	[%]	LL	LP	IP	Gravas	Arenas	Finos	USCS	[kN/m^3]	[kN/m^3]	[kN/m^2]	Peck et al, 1974	Tokimatsu et al, 1983	Skempton, 1986	Seed et al, 1975	Diseño	g/pie	g/pie		Japanaise Railway Standars, 1982		Meyerhof, 1959	Peck, et al, 1974	Schmertmann, 1975	Hatanaka & Uchida, 1996		ϕ' [°]	c' [Kg/cm^2]	Schmertmann, 1975	Terzaghi & Peck, 1967	Stroud, 1974	Yilmaz, 2000	Sower, 1954		Qu/2	Bowles 1996	Schmertmann 1970	
S-1	0,00	-	1,00	0,50					33	91	33	58	0	0	100	CH		18,5	4,23	2,06	2,29	1,92	2,72	1,00																			0,00		0		0
S-1	1,00	-	2,00	1,50			19	19	34	81	31	50	0	0	100	CH		18,4	12,54	1,70	2,06	1,78	2,13	1,00	11	11	28	30	36	30	33	35	30			0,55					0,28		8163	8550	8356
S-1	2,00	-	3,00	2,50			30	30	29	95	38	57	0	0	100	CH		19,0	22,51	1,50	1,84	1,63	1,81	1,00	17	17	31	32	37	32	33	38	32			0,88					0,44		12889	13500	13194
S-1	3,00	-	4,00	3,50			14	14	29	83	31	52	0	0	100	CH		19,0	31,56	1,39	1,67	1,52	1,63	1,00	8	8	26	29	34	29	25	33	27			0,41					0,20		6015	6300	6157
S-1	4,00	-	5,00	4,50			15	15	27	71	31	40	2	13	85	CH		19,2	41,54	1,30	1,52	1,41	1,48	1,00	10	10	27	30	35	30	24	34	28			0,50					0,25		7304	7650	7477
S-1	5,00	-	6,00	5,50			40	40	26	77	30	47	0	0	100	CH		19,3	51,34	1,22	1,40	1,32	1,36	1,00	26	26	35	35	38	34	31	43	35			1,32					0,66		19477	20400	19938
S-1	6,00	-	7,00	6,50			37	37	34	73	32	41	0	8	92	CH		18,3	53,88	1,21	1,37	1,30	1,34	1,00	26	26	35	35	38	35	31	43	35			1,37					0,68		20135	21090	20613
S-1	7,00	-	8,00	7,50			39	39	35	81	30	51	0	0	100	CH		18,2	61,21	1,17	1,30	1,24	1,27	1,00	28	28	36	36	39	35	30	44	35			1,44					0,72		21224	22230	21727
S-1	8,00	-	9,00	8,50			27	27	38	74	30	44	0	5	95	CH		17,9	66,76	1,14	1,24	1,20	1,22	1,00	19	19	32	33	37	33	27	40	32			1,00					0,50		14693	15390	15042
S-1	9,00	-	10,00	9,50			35	35	34	75	31	44	0	6	94	CH		18,4	79,65	1,08	1,14	1,11	1,12	1,00	25	25	35	35	38	34	27	42	34			1,29					0,65		19047	19950	19498
S-2	0,00	-	1,00	0,50					32	77	33	44	0	0	100	CH		18,6	4,31	2,05	2,29	1,92	2,71	1,00																			0,00		0		0
S-2	1,00	-	2,00	1,50			25	25	24	68	34	34	0	0	100	MH		19,8	14,65	1,64	2,01	1,74	2,04	1,00	14	14	30	31	37	31	35	37	31			0,73					0,37		10741	11250	10995
S-2	2,00	-	3,00	2,50			22	22	18	50	24	26	1	9	91	CH		20,8	27,02	1,44	1,75	1,57	1,71	1,00	12	12	29	31	36	31	29	36	30			0,64	0,85			0,95	0,74		21889	9900	15894
S-2	3,00	-	4,00	3,50			50	50	21	49	27	22	0	0	100	CL		20,3	35,92	1,34	1,60	1,47	1,56	1,00	28	28	36	36	39	35	34	44	35			1,46	1,92			2,15	1,69		49747	22500	36124
S-2	4,00	-	5,00	4,50			30	30	25	59	28	31	0	0	100	CH		19,6	43,17	1,28	1,50	1,40	1,46	1,00	19	19	32	33	37	33	30	40	32			0,99					0,50		14607	15300	14954
S-2	5,00	-	6,00	5,50			22	22	27	56	28	28	0	0	100	CH		19,2	50,61	1,23	1,41	1,33	1,37	1,00	14	14	30	31	36	31	26	37	30			0,73	0,96			1,07	0,84		24807	11220	18014
S-2	6,00	-	7,00	6,50			24	24	27	54	24	30	0	0	100	CH		19,2	60,00	1,17	1,31	1,25	1,28	1,00	17	17	31	32	36	32	26	38	31			0,89				2,18	0,89		26121	13680	19901
S-2	7,00	-	8,00	7,50			24	24	29	52	25	27	0	0	100	CH		19,0	67,53	1,13	1,24	1,19	1,21	1,00	17	17	31	32	36	32	26	38	31			0,89	1,17			1,31	1,03		30246	13680	21963
S-2	8,00	-	9,00	8,50			26	26	28	50	25	25	0	0	100	CH		19,1	77,73	1,09	1,15	1,13	1,14	1,00	19	19	32	33	37	32	25	39	32			0,96	1,27			1,42	1,11		32767	14820	23793

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA

Para el caso de los parámetros efectivos se ha considerado conveniente seleccionar estos a partir de la recomendación dada por Burt Look, siendo estos indicados en la tabla siguiente.

TABLA 15. PARÁMETROS EFECTIVOS DE SUELOS COHESIVOS

Tipo	Descripción del suelo /estado	Cohesión Efectiva [KPa]	Ángulo de fricción [Grados]
Cohesivo	Blando – Orgánico	5 – 10	10 – 20
	Blando – No orgánico	10 – 20	15 – 25
	Rígido	20 – 50	20 – 30
	Denso	50 - 100	25 - 30

FUENTE. Burt Look [2]

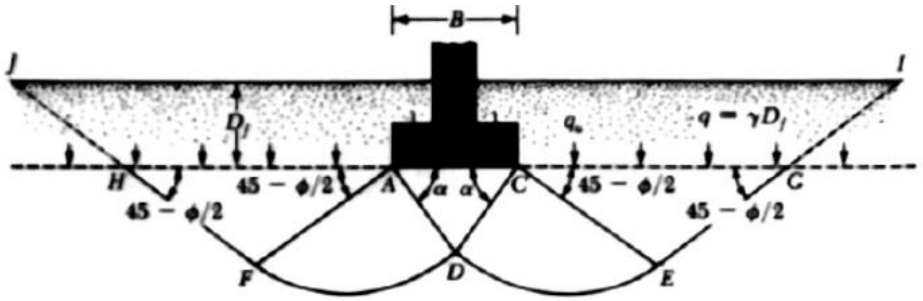
CAPITULO 8

CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

8.1 ALTERNATIVA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL – ZAPATA CUADRADA

El problema de la capacidad portante de cimientos superficiales se ha solucionado mediante la teoría de plasticidad desde hace ya bastante tiempo (por ejemplo Prandtl, 1923 y Reissner, 1924; Terzaghi, 1943; Brinch-Hansen, 1950; Meyerhof, 1953; Vesic, 1975), suponiendo siempre el terreno de apoyo del cimiento horizontal y de extensión lateral infinita.

FIGURA 6. CIMENTACIÓN SUPERFICIAL



FUENTE. BRAJA M. DAS, "PRINCIPIOS DE INGENIERA EN CIMENTACIONES"

De acuerdo con la formulación propuesta en la literatura geotécnica, la ecuación de capacidad portante para un suelo con rozamiento interno (□) y algo de cohesión (C') está dada, para resistencia mohr-Coulomb, por:

$$q_{ult} = cN_c s_c d_c + \bar{q} N_q s_q d_q + 0.5\gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

Donde: q_{ult} = Capacidad portante última del subsuelo de fundación (Ton/m²)

C = Resistencia al corte no drenado del subsuelo (Ton/m²)

Nx = Factores de capacidad de carga:

Nq= $(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi)\cdot e^{\pi \text{tag}\phi}$
$\text{Tan}^2(45+\phi/2)^* e^{\pi \text{tag}\phi}$
Nc = $(Nq-1)^*\cot\phi$
Nγ = $2^*(Nq+1)^*\text{tag}\phi$

Sx = Factores de forma por la cimentación,

Sq = $1+\text{sen}\phi$

Sc = $(S_q*N_q-1)/(N_q-1)$
S_γ =$1-0,3*(B/L)$

dx = Factores de profundidad de la cimentación, **dc, dq** y **dγ**
γ_S = Peso unitario suelo por encima de la cota de cimentación (T/m3)

Df = Profundidad de cimentación (m)

B y L = ancho y largo de la cimentación, respectivamente, en m.

Por su parte,

$q_{adm} = q_{ult}$ **FS**

Siendo:

q_{adm} = Capacidad portante admisible del subsuelo de fundación (Ton/m²)

FS = Factor de seguridad básico

Para las posibles cimentaciones superficiales que se implementen en este proyecto particular, se obtuvieron los siguientes resultados:

8.2 TIPO Y PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN

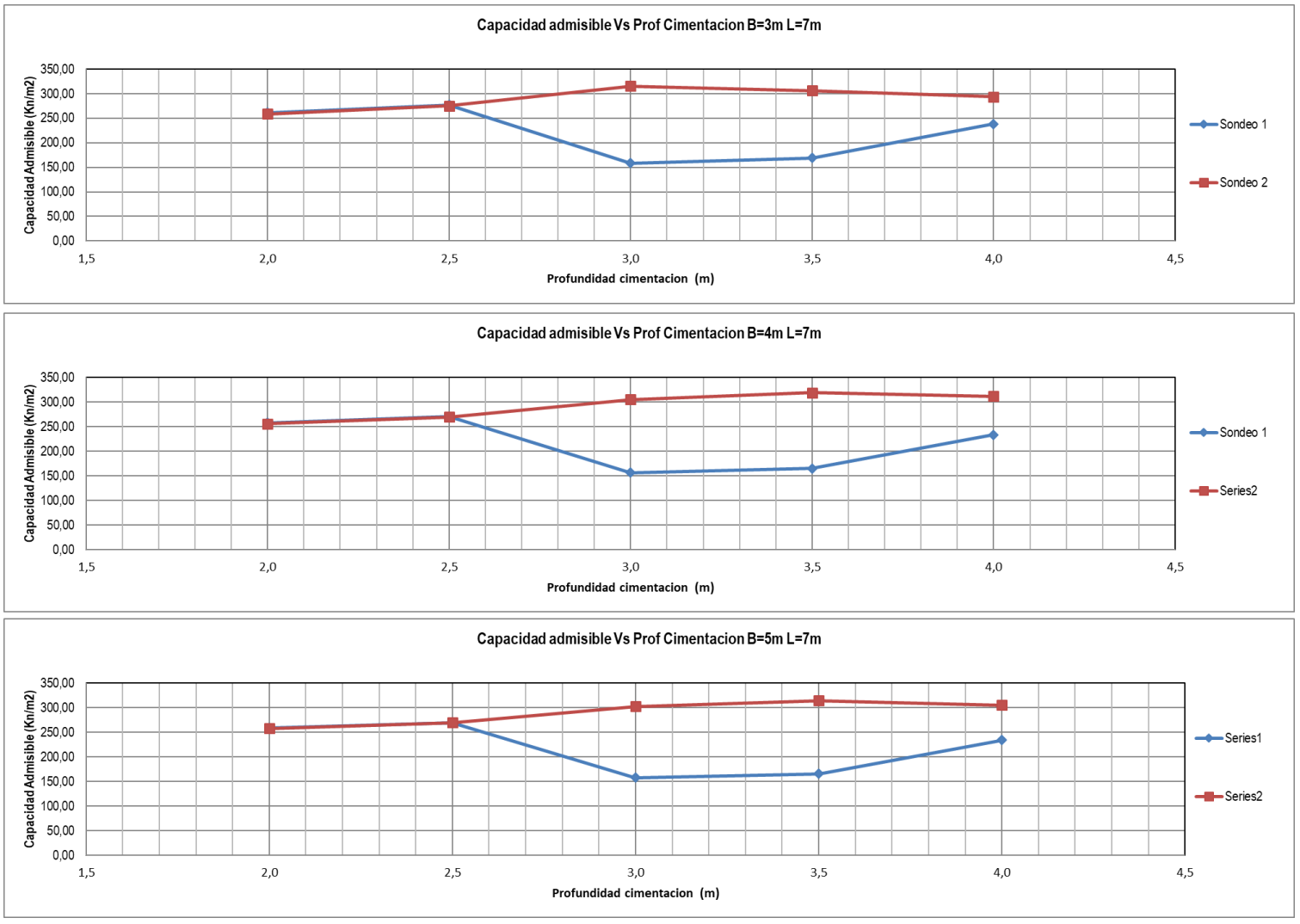
Se presenta a continuación un abaco de capacidades portantes, variando el ancho de la cimentación y a profundidad.

TABLA 16. CAPACIDAD PORTANTE Y ASENTAMIENTOS PUENTE BONGA MELLA

ABACO		SONDEO 1				SONDEO 2			
B;L	PROFUNDIDAD (M)	CAP ADMISIBLE (KN/M2)	ASENTAMIENTO ELÁSTICO (MM)	ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN (MM)	ASENTAMIENTO TOTAL (MM)	CAP ADMISIBLE (KN/M2)	ASENTAMIENTO ELÁSTICO (MM)	ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN (MM)	ASENTAMIENTO TOTAL (MM)
3;7	2,0	261,32	6,54	51,25	57,79	258,50	7,15	38,06	45,21
	2,5	277,20	6,54	52,24	58,78	275,14	7,15	38,77	45,92
	3,0	158,35	11,16	53,43	64,59	315,61	6,10	43,18	49,28
	3,5	168,81	11,16	53,78	64,94	306,07	6,10	43,45	49,55
	4,0	238,41	11,16	51,75	62,91	293,65	6,54	48,98	55,52
4;7	2,0	257,58	5,45	45,86	51,31	255,71	5,97	33,97	39,93
	2,5	270,35	5,45	46,79	52,24	269,29	5,97	34,64	40,60
	3,0	156,62	9,31	47,90	57,22	304,94	5,09	38,64	43,73
	3,5	165,18	9,31	48,24	57,55	319,21	5,09	38,90	43,99
	4,0	233,12	9,31	46,43	55,74	311,39	5,45	43,93	49,38
5;7	2,0	258,69	4,65	41,54	46,19	257,68	5,09	30,70	35,79
	2,5	269,62	4,65	42,41	47,07	269,45	5,09	31,33	36,42
	3,0	157,80	7,95	43,47	51,42	302,23	4,34	35,01	39,36
	3,5	165,25	7,95	43,79	51,73	314,45	4,34	35,26	39,61
	4,0	233,64	7,95	42,16	50,11	305,01	4,65	39,87	44,52

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 7. CAPACIDAD PORTANTE Y ASENTAMIENTOS PUENTE BONGA MELLA



En el anexo 2 se incluyen los cálculos realizados.

8.3 MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRSANTE

Con base en la capacidad portante del suelo calculada y los asentamientos previstos se estimó el modulo de reacción de la subrasante a corto y largo plazo para cada sondeo en los distintos sitios, como se muestra en las figuras siguientes:

TABLA 17. MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE

MÓDULO DE REACCIÓN CORTO PLAZO (KN/M3)			MÓDULO DE REACCIÓN LARGO PLAZO (KN/M3)	
B ; L	SONDEO 1	SONDEO 2	SONDEO 1	SONDEO 2
3,7	10925,9	9989,4	1236,1	1580,0
	10925,9	9989,4	1215,1	1555,4
	6399,5	11706,3	1105,9	1449,5
	6399,5	11706,3	1100,0	1441,5
	6399,5	10925,9	1135,4	1286,5
4;7	9822,9	8981,0	1044,1	1341,5
	9822,9	8981,0	1025,4	1319,4
	5753,4	10524,6	936,3	1225,0
	5753,4	10524,6	930,9	1217,7
	5753,4	9822,9	961,0	1084,9
5;7	9209,1	8419,8	927,8	1197,3
	9209,1	8419,8	910,6	1176,7
	5393,9	9866,9	833,5	1088,9
	5393,9	9866,9	828,5	1082,1
	5393,9	9209,1	855,3	962,6

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA

8.4 CIMENTACION PROFUNDA

A continuación se explica el procedimiento llevado a cabo para el cálculo de capacidades de carga y asentamientos mediante teorías de Meyerhof y Vesic, en PILOTES DE CONCRETO PREEXCAVADOS, los cuales se registran en el ANEXO 2.

La resistencia de los pilotes se debe determinar mediante una adecuada combinación de estudios de suelo, ensayos en laboratorio y/o in situ, métodos analíticos, y también se deberán considerar los siguientes factores:

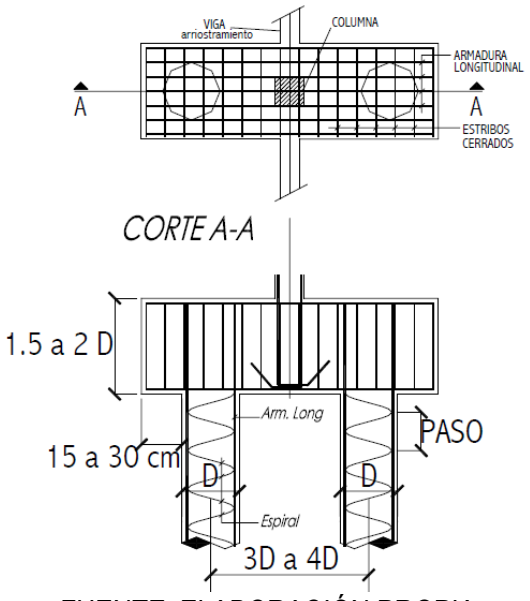
- La diferencia entre la resistencia de un pilote individual y la de un grupo de pilotes;
- La capacidad de los estratos subyacentes para soportar la carga del grupo de pilotes;
- Los efectos del hincado de los pilotes sobre las estructuras adyacentes;
- La posibilidad de socavación y sus consecuencias;
- La transmisión de esfuerzos del suelo al consolidarse, como por la fricción negativa.

Se deberá considerar el posible desarrollo de fricción negativa en los pilotes cuando: se evidencian arcillas compresibles, limos o turbas, cuando hay un relleno sobre la superficie, y cuando el nivel freático se ha reducido considerablemente. Dicha fricción negativa se considera como una carga a diferencia de la fricción superficial que es una resistencia (Q_s). Cuando un depósito de suelo a través del cual se han instalado pilotes, estos están sujetos a consolidación y asentamientos, y por lo tanto se inducen fuerzas de fricción negativa.

De acuerdo con lo anterior, para evaluar el asentamiento en el estado límite de servicio, a la carga permanente vertical aplicada a la fundación profunda se deberá incluir las cargas de fricción negativa.

Las separaciones entre los centros de los pilotes no deberán ser menores que 3 veces el diámetro o el ancho de los pilotes. La distancia entre el lateral de un pilote y el borde más próximo del cabezal deberá ser mayor que 225 mm y las partes superiores de los pilotes se deberán proyectar como mínimo 300 mm hacia el interior de los cabezales.

FIGURA 8. CARACTERÍSTICAS PILOTES



FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA

En caso de la presencia de nivel freático, la capacidad de carga se deberá determinar usando el nivel freático consistente con el nivel utilizado para calcular las solicitaciones debidas a las cargas. En el diseño se deberá considerar el efecto de la presión hidrostática.

Los pilotes que se han de hincar a través de un terraplén deberán penetrar como mínimo 3000 mm en el suelo original, a menos que a una penetración menor ocurra rechazo o haya un estrato de apoyo competente. El relleno usado para construir terraplenes deberá consistir en un material seleccionado que no obstruya la penetración de los pilotes hasta la profundidad requerida. El tamaño máximo de cualquier partícula del relleno deberá ser menor o igual que 150 mm.

Con el fin de estimar la longitud adecuada del pilote se debe considerar tres análisis que dependen del mecanismo de transferencia de carga al suelo: Carga de punta, de fricción y de compactación. En el cálculo de capacidades de carga en los anexos se involucró la longitud de los cabezales como 1,5D.

Pilotes de carga de punta

Si los registros de perforación establecen la presencia de lechos rocosos o material rocoso a una profundidad razonable, los pilotes se deben extender hasta la roca. En caso de que la capacidad ultima (Qu) de los pilotes dependan por completo de la capacidad de carga del material subyacente, se denominaran pilotes de carga de punta, y si en vez de lecho rocoso se encuentra un estrato de suelo bastante compacto y duro a una profundidad razonable, los pilotes se deben prolongar unos cuantos metros dentro del estrato duro. El cálculo de capacidad de carga ultima del pilote se evalúa con la siguiente formula:

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

Donde,

Q_p = Carga tomada de la punta del pilote
Q_s= Carga tomada por la fricción superficial desarrollada lateralmente en el pilote
(causada por la resistencia cortante entre el suelo y el pilote) Si es muy pequeño este valor, entonces

$$Q_u \approx Q_p$$

En este caso la longitud requerida para el pilote se estima exactamente si se dispone de los registros apropiados de la exploración del subsuelo.
Donde,

Pilotes de friccion

Dichos pilotes se llaman pilotes de fricción, porque la mayoría de la resistencia se obtiene de la fricción superficial. La Longitud de los pilotes depende de la resistencia cortante del suelo, de la carga aplicada y del tamaño del pilote.

Si no se tiene una capa de roca o material duro a una profundidad razonable, los pilotes de carga resultan muy largos y antieconómicos. Para este tipo de suelo la capacidad de carga ultima se expresa con la siguiente formula considerando que la carga en la punta del pilote Qp es relativamente pequeño:

$$Q_u \approx Q_s$$

Pilotes de compactacion

Son pilotes por lo general cortos, que se hincan en suelos granulares para lograr una compactación apropiada del suelo cercano a la superficie del terreno. Su longitud depende de factores como la compacidad relativa del suelo antes de la compactación, después de la compactación y la profundidad requerida de compactación.

8.5 CAPACIDAD DE CARGA DE PUNTA, Qp

Las cimentaciones con pilotes son profundas. Sin embargo la resistencia última (q_p) por área unitaria desarrollada en la punta de un pilote se expresa con la siguiente ecuación,

$$q_u = q_p = \left(cNc^* + q'Nq^*\right)$$

Por lo tanto la capacidad de carga Q_p es:

$$Q_p = A_p q_p = A_p\left(cNc^* + q'Nq^*\right)$$

Donde,

A_p = área de la punta del pilote
D= Diámetro pilote
c=cohesión del suelo que soporta la punta del pilote
q_p = Resistencia de la punta unitaria (se calculó con Meyerhof)
q´= σ´v= Esfuerzo vertical efectivo a nivel de la punta del pilote
Nc* y Nq* = Factores de capacidad de carga (fig. 9,14 Braja M. Das)

Teoría Meyerhof

Para cálculo de capacidades de carga admisibles de los pilotes se deben tener en cuenta algunas dimensiones estimadas por el especialista estructural.

Teniendo en cuenta algunos pesos específicos tomados de resultados de laboratorio, y otros calculados mediante resultados de humedad y gravedad específica dependiendo del material, se obtuvo el valor de esfuerzos efectivos verticales (q´) para las diferentes longitudes de los apoyos.

Para pilotes en suelos cohesivos como arcillas en condiciones no drenadas ϕ =0, el cálculo de capacidad de carga se realiza con la siguiente formula, teniendo en cuenta que la Cu (Resistencia al corte no drenada debajo de la punta del pilote).

$$Q_p = Nc * c_u A_p = 9 c_u A_p$$

En casos donde hay suelos granulares, se considera que c= 0. Por lo tanto la formula a aplicar para cálculo de capacidad de carga es

$$Q_p = A_p q_p = A_p \left(cNc^* + q´Nq^* \right)$$
$$Q_p = A_p q_p = A_p q´Nq*$$

Dicho cálculo debe verificarse con la siguiente formula, en la cual Qp debe ser menor a la resistencia límite de punta (q_l), es decir

$$Q_p = A_p q´Nq* \leq A_p q_l$$
$$q_l (KN / m^2) = 50 Nq * \tan\theta$$

De los resultados se toma el menor valor.

Con base en las observaciones de campo, Meyerhof (1976) también sugirió que la resistencia última de punta, qp, en un suelo homogéneo granular se puede obtener de los números de penetración estándar como:

$$q_p \left(KN / m^2 \right) = 40 N_{corr} \frac{L}{D} \leq 400 N_{corr}$$

Teoría Vesic (1977)

Para estimar la capacidad de carga de punta de un pilote con base en la expansión de cavidades, Vesic propuso el siguiente cálculo:

$$Q_p = A_p q_p = A_p \left(c N_c^* + \sigma'_0 N_\sigma^* \right)$$

$$\sigma'_0 = \frac{\left(1 + 2K_0\right)}{3} q'$$

Donde,

σ'_0= Esfuerzo (efectivo) normal medio del terreno al nivel de la punta del pilote
K_0 =Coeficiente de presión de tierra en reposo = 1-senϕ
N_c^*, N_σ^*=Factores de capacidad de carga, se evalúan mediante la tabla D.6 (apéndice D- Braja M.Das) o con las siguientes formulas

$$N_\sigma^* = \frac{3 N_q^*}{\left(1 + 2K_0\right)}$$
$$N_c^* = \left(N_q^* - 1\right) \cot \phi$$

Se calcula el Nq* para establecer los siguientes parámetros de N_c^* y N_σ^* asi:

$$N_q^* = \frac{3}{3 - sen\phi} \left\{ \exp\left[\left(\frac{\pi}{2} - \phi \right) \tan \phi \right] \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) I_{rr}^{\frac{1.333 sen\phi}{1 + sen\phi}} \right\}$$

De acuerdo con la teoría de Vesic,

$$N_\sigma^* = f\left(I_{rr}\right)$$
$$I_{rr} = \frac{I_r}{1 + I_r \Delta}$$
$$I_r = \frac{E_s}{2\left(1 + \mu_s\right)\left(c + q' \tan \phi\right)} = \frac{G_s}{c + q' \tan \phi}$$

Donde,

I_{rr}= Indice de rigidez reducida para el suelo
I_r= Indice de rigidez
E_s= Modulo de elasticidad del suelo
μ_s= relación de Poisson del suelo
G_s= Modulo cortante del suelo

Δ= deformación unitaria promedio en la zona plástica debajo de la punta del pilote
Para condiciones sin cambio de volumen (arena densa o arcilla saturada) Δ=0 por lo que $I_r = I_{rr}$
Para condición no drenada donde ϕ=0 :

$$N_c^* = \frac{4}{3}\left(\ln I_{rr} + 1\right) + \frac{\pi}{2} + 1$$

Los valores de Ir recomendados según Braja M. Das es

TABLA 18. VALORES Ir

Tipo de suelo	Ir
Arena	70-150
Limos y arcillas(condición drenada)	50-100
Arcillas (Condición no drenada)	100-200

8.6 RESISTENCIA POR FRICCIÓN, Qs

A continuación se hacen los respectivos análisis de resistencia por fricción mediante las formulaciones de Meyerhof y Vesic.

Existen tres procedimientos para el cálculo de resistencia a fricción de las arcillas: Método ʎ, método α y método β. Aunque existen variables que no son fácilmente cuantificables se determinó evaluar la resistencia por fricción superficial de pilotes mediante el método α representada por la ecuación:

$$f = \alpha C_u$$

Donde,
α =factor empírico de adhesión (fig. 9,22- Braja M Das)

La resistencia a fricción corresponde a:

$$Q_s = \sum p\Delta L f = \sum \alpha c_u \, p\Delta L$$

Donde,

p = Perímetro de la sección del pilote (πD)
ΔL =Longitud incremental del pilote sobre la cual p y *f* se consideran constantes. En el siguiente cuadro se registran las longitudes por estrato, sin embargo dicha magnitud de profundidad se puede considerar de manera conservadora como L´= 15D.

La resistencia por fricción en arenas de un pilote se calcula de manera similar a las arcillas mediante la siguiente formula:

$$Q_s = \sum p\Delta Lf$$

Donde,

f = resistencia unitaria por fricción a cualquier profundidad z

Es importante considerar para dicho cálculo, la naturaleza de instalación del pilote, ya que la vibración causada durante el hincado ayuda a densificar el suelo a su alrededor 2,5 veces el diámetro del pilote aproximadamente. Adicionalmente la fricción unitaria superficial crece con la profundidad más o menos lineal pero después se vuelve una constante. Dicha magnitud de la profundidad se estableció como la longitud por estrato.

Cuando se hincan pilotes con chorro de agua, la fricción unitaria superficial es menor, por lo tanto la resistencia unitaria por fricción a la profundidad de z =0 a L´es:

$$f = K\sigma'_v \tan\delta$$

Donde
K= coeficiente efectivo de tierra
σ´v =Esfuerzo vertical efectivo a la profundidad bajo consideración
δ = ángulo de fricción entre suelo y pilote (esta entre 0,5ϕ y 0,8ϕ)
La magnitud de K varia con la profundidad, es aproximadamente igual al coeficiente Kp, de presión pasiva de Rankine en la parte superior del pilote y menor que el coeficiente K_0 de la presión de reposo a una profundidad mayor. Los siguientes valores de K son recomendados para usarse en la formula anterior:

TABLA 19. VALORES K

Tipo de pilote	K
Perforado	≈K_0= 1 – Sen ø
Hincado, de bajo desplazamiento	≈K_0= 1.4(1 – Sen ø)
Hincado, de alto desplazamiento	≈K_0= 1.8(1 – Sen ø)

Fuente: Braja M. Das

El esfuerzo efectivo vertical (σ´v) se estableció por longitud de estrato (L´), descontando la presión de poros, mediante la siguiente formula:

$$\sigma'v = \sigma v - u$$

Por lo tanto la resistencia unitaria por fricción se calcula:

$$f = K\sigma'_v \tan\delta$$

Según la teoría de Meyerhof para pilotes hincados de gran desplazamiento, indica otra fórmula para cálculo de resistencia por fricción unitaria promedio f_{prom}:

$$f_{prom}(KN/m^2) = 2\ Ncor$$

8.7 CAPACIDAD NETA, ÚLTIMA, Y ADMISIBLE DE PILOTES

Para el cálculo de capacidad neta, se tiene la siguiente formula donde se le debe restar el peso del pilote a la capacidad de carga total de la punta del pilote:

$$Q_{neta} = Q_{p(total} - q'A_p$$

Después de haber calculado la capacidad de carga de punta y la resistencia por fricción, se determinó la capacidad de carga última de un pilote sobre un factor de seguridad razonable para obtener la carga admisible total para cada pilote:

$$Q_{adm} = \frac{Q_u}{FS} = \frac{Q_p + Q_s}{FS}$$

FS = Factor de seguridad (varía entre 2,5 y 4 depende de las incertidumbres en el cálculo de carga ultima). Se adoptó el factor de seguridad de 3 para la capacidad de carga por punta, y 2 para capacidad por fuste.

8.8 CALCULO DE ASENTAMIENTOS

En el estado límite de servicio se deberá investigar el movimiento de las fundaciones tanto en la dirección del asentamiento vertical como en la dirección del desplazamiento lateral.

Se deberá evaluar el desplazamiento lateral de una estructura cuando:

- Hay cargas horizontales o inclinadas,
- La fundación está dispuesta sobre un terraplén inclinado,
- Existe la posibilidad de pérdida de apoyo de la fundación debido a la erosión o socavación, o

- Los estratos portantes tienen una inclinación significativa

Los cambios de volumen asociados con la reducción del contenido de agua del subsuelo se denominan consolidación; la consolidación se puede estimar y medir. En todos los suelos se produce asentamiento por consolidación. En los suelos no cohesivos la consolidación ocurre rápidamente y en general no se puede distinguir de la deformación elástica. En los suelos cohesivos, tales como las arcillas, la consolidación puede producirse durante un período de tiempo considerable.
Diferentes cargas pueden afectar significativamente la magnitud de los asentamientos o desplazamientos laterales de los suelos. Para estimar los asentamientos se deberían considerar los siguientes factores:

- Relación entre la carga sostenida o de larga duración y la carga total,
- Duración de las cargas sostenidas, e
- Intervalo de tiempo durante el cual se produce el asentamiento o el desplazamiento lateral.

En los suelos cohesivos los asentamientos por consolidación dependen del tiempo; en consecuencia, las cargas transitorias tendrán un efecto despreciable. Sin embargo, en los suelos no cohesivos en los cuales la permeabilidad es lo suficientemente elevada, las cargas transitorias pueden producir deformación elástica en el suelo. Debido a que en los suelos sin cohesión la deformación a menudo ocurre durante la construcción, es decir durante la etapa de aplicación de las cargas, la estructura puede acomodar esta deformación en cierta medida, dependiendo del tipo de estructura y el método constructivo utilizado. En los suelos no cohesivos o granulares, la deformación a menudo ocurre tan pronto como se aplican las cargas. En consecuencia, en los suelos no cohesivos los asentamientos debidos a las cargas transitorias pueden ser significativos y por lo tanto deben ser incluidos en los análisis de asentamiento.

Es importante desarrollar criterios para el movimiento vertical y horizontal que sean consistentes con el tipo y la función de la estructura, su vida de servicio anticipada y las consecuencias de los movimientos inaceptables sobre el comportamiento de la estructura. Los criterios de movimiento admisible se deberán establecer mediante procedimientos empíricos o mediante análisis estructurales, o bien considerando ambos tipos de métodos.

Los asentamientos de las fundaciones se estimaron usando análisis de deformaciones basados en los resultados de ensayos en laboratorio o ensayos in situ. Los parámetros del suelo usados en los análisis se seleccionaron de manera que reflejen el historial de carga del terreno, la secuencia de la construcción y el efecto de la estratificación del suelo. Se consideraron tanto los asentamientos totales como los asentamientos diferenciales, incluyendo los efectos dependientes del tiempo. El asentamiento total, incluyendo el asentamiento elástico, el asentamiento por consolidación y el asentamiento secundario, se puede tomar como:

$$S_t = S_e + S_c + S_s$$

Donde,

$S_e = s_1$= asentamiento elástico (mm)
$S_c = s_2$ = asentamiento por consolidación (mm)
$S_s = s_3$ = asentamiento secundario (mm)

Para los cálculos de los asentamientos se tomó como referencia las fórmulas de Vesic y en los anexos se registran los resultados de acuerdo a la longitud por estrato.

Asentamiento Elástico

El asentamiento inmediato, a veces denominado asentamiento elástico debido al método que se utiliza para calcularlo, es la deformación instantánea de la masa de suelo que ocurre al cargar el suelo. Dicho asentamiento que predomina en suelos cohesivos saturados o saturados, la carga aplicada es inicialmente soportada por la presión del agua intersticial. A medida que la carga aplicada hace que el agua intersticial salga de los vacíos del suelo, la carga se transfiere al esqueleto del suelo.

Si el material del pilote se supone elástico, la deformación del fuste se evalúa mediante la siguiente formula:

$$s_1 = \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws})L}{A_p E_p}$$

Donde,

Q_{wp} = Carga en la punta del pilote bajo condición de carga de trabajo

Q_{ws} =Carga por resistencia de fricción (superficial) bajo condición de carga de trabajo
A_p =área de sección transversal del pilote
L = Longitud pilote
E_p = Modulo de elasticidad del material del pilote

La magnitud de ξ dependerá de la distribución de la resistencia por fricción (superficial) unitaria a lo largo del fuste. Si la distribución de *f* es uniforme o parabólica ξ = 0.5, y si la distribución es triangular ξ = 0.67 aproximadamente (vesic).

Asentamiento por consolidación (causado por la carga en la punta del pilote)

El asentamiento por consolidación es la compresión gradual del esqueleto del suelo a medida que el agua intersticial sale de los vacíos del suelo. Allí predominan en los suelos cohesivos de grano fino que tienen un grado de saturación mayor que aproximadamente 80 por ciento.

El asentamiento de un pilote causado por la carga en la punta se expresa en forma similar a la de cimentaciones superficiales:

$$s_2 = \frac{q_{wp} D}{E_s}(1+\mu_s) I_{wp}$$

Donde,

D = ancho o diámetro de pilote
q_{wp}= Carga puntual por área unitaria en la punta del pilote = Q_{wp}/A_p
E_s = Modulo de elasticidad del suelo en o bajo la punta del pilote
μ_s = Relación de Poisson del suelo
I_{wp}= Factor de influencia ≈ 0.85

Asentamiento por fricción (Causado por la carga trasmitida a lo largo del fuste del pilote)

El asentamiento por fricción o secundario ocurre como resultado de la deformación plástica del esqueleto del suelo bajo una tensión efectiva constante. Este asentamiento es una consideración fundamental en los suelos altamente plásticos o que contienen depósitos orgánicos.

El cálculo del asentamiento se realiza mediante la siguiente formula:

$$s_3 = \left(\frac{Q_{ws}}{pL}\right)\frac{D}{E_S}\left(1-\mu_S{}^2\right) I_{ws}$$

$$I_{ws} = 2 + 0.35\sqrt{\frac{L}{D}}$$

Donde,

p =Perímetro del pilote
L = Longitud empotrada del pilote
I_{ws}= Factor de influencia

Para cálculo de asentamientos del pilote empotrado en roca se utilizo la siguiente expresión extraída del capítulo 10 (C10.8.3.5-2) de Fundaciones de la AASHTO :

$$\rho_{base} = \frac{(\Sigma P_i) I_{wp}}{D_s E_r}$$

Donde,

Iwp = Coeficiente de Influencia= 0,85
Ds = Diámetro pilote (mm)
Er = Modulo de elasticidad de la roca (Mpa)
Pi = Carga de trabajo en laparte superior del empotramiento (N)

8.9 CAPACIDAD DE CARGA HORIZONTAL, Qg

Un pilote vertical resiste cargas laterales movilizando la presión pasiva en el suelo que lo rodea. El grado de distribución de la reacción del suelo depende de:

- La rigidez del pilote
- La rigidez del suelo
- La restricción de los extremos del pilote

Para este análisis se debe considerar que dependiendo de la longitud pueden clasificarse en pilotes cortos o rígidos y largos o elásticos. De acuerdo al método de Meyerhof un pilote se clasifica como flexible si:

$$K_r = \frac{E_p I_p}{E_s L^4} < 0.01$$

Kr = Rigidez relativa del pilote (< 0,01, "Pilote flexible", >0,01 "pilote Rigido")
Es= Módulo de elasticidad horizontal promedio del suelo
Ep = Módulo de elasticidad del material del pilote
Ip =Momento de inercia de la sección del pilote

Pilotes cortos o rígidos en arcillas

La carga lateral ultima $Q_{u(g)}$, aplicada en la superficie del terreno a pilotes cortos (rígidos) hincados en arcilla se da como:

$$Q_{u(g)} = 0.4 c_u K_{cr} DL \leq 0.4 p_l DL$$

Donde,

p_l =Presión límite de prueba del presurimetros dada por
p_l =8Cu
K_{cr}= Coeficiente de presión neta del suelo (fig 9,46 Braja M. Das)

El momento flexionante máximo en el pilote debido a $Q_{u(g)}$ es :

$$M_{\max} = 0.22 Q_{u(g)} L \leq M_y$$

$$M_y = SF_y$$

Pilotes largos o flexibles en arcillas

En pilotes largos (flexibles) como es el caso del proyecto en el primer puente, se debe utilizar la misma fórmula de pilotes cortos, sustituyendo L por una longitud efectiva (L_e), donde:

$$\frac{L_e}{L} = 1.5 K_r^{\,0.12} \leq 1$$

Momento máximo

El momento máximo en un pilote flexible debido a una carga lateral de trabajo Q_g aplicada en la superficie del terreno es:

$$M_{\max} = 0.30 K^{0.2} Q_g L \leq 0.15 Q_g L$$

Para el cálculo de la carga lateral Q_g se tuvo en cuenta soluciones similares a las utilizadas en suelos granulares, desarrolladas por Davisson y Gill (1963) mediante la siguiente ecuación para suelos cohesivos:

$$x_z(z) = A'_x \frac{Q_g R^3}{E_p I_p} + B'_x \frac{M_g R^2}{E_p I_p}$$

Para evaluar el Q_g, se tuvo en cuenta los siguientes parámetros:

x_z= Desplazamiento admisible en la parte superior del pilote
Profundidad z=0 (se evalúa en la superficie)
Momento Mg = 0
A'_x = (Figura 9.40 Braja M. Das)
I_p = π*r^4/4 (Inercia – pilote circuar)
$E_{p\ Concreto}$ = 12.500√ f´c = 12.500√ 210 Kg/cm^2 *100 ≈ 18.114.220.9 KN/m^2

Para conocer la magnitud de la longitud característica (R) se debe aplicar la siguiente formula:

$$R = \sqrt[5]{\frac{E_p I_p}{k}}$$

Donde,
k= Constante del módulo de reacción del subsuelo

En caso de las arenas dicho coeficiente muestra una variación lineal con la profundidad, mientras que en suelos cohesivos la reacción del subsuelo se supone aproximadamente constante con la profundidad. Vesic (1961) propuso la siguiente ecuación para estimar el valor *k*.

$$k = \frac{0.65}{D}\sqrt[12]{\frac{E_s D^4}{E_p I_p}}\frac{E_s}{1-\mu_s{}^2}$$

La magnitud de la longitud característica es:

$$R = \sqrt[5]{\frac{E_p I_p}{k}}$$

la carga lateral es:

$$Q_g = \frac{x_z(z) E_p I_p}{A'_x R^3}$$

De acuerdo a lo anterior, el momento máximo en la superficie del terreno es:

$$M_{\max} = 0.30 K^{0.2} Q_g L \le 0.15 Q_g L$$

Se verifica que el resultado anterior sea menor a la siguiente expresión:

$$M_{\max} = 0.15 Q_g L$$

De los dos resultados se toma el menor valor.

El momento de fluencia para el pilote flexible al igual que el rígido corresponde a

$$M_y = SF_y$$

Donde,
S= Modulo de sección del pilote = Ip/d_1 /2

d_1= profundidad pilote
Fy= Esfuerzo de fluencia del material de pilote (acero de refuerzo)= 4200 Kg/cm^2 = 420000 KN/m^2

Pilotes cortos en arena

En caso de ser pilotes cortos (rígidos) la resistencia por carga última se expresa como:

$$Q_{u(g)} = 0.12\gamma DL^2 k_{br} \leq 0.4\, p_l DL$$
$$p_l = 40 N_q \tan\phi (Kpa)$$

Donde,

γ = Peso específico del suelo
K_{br} = Coeficiente de presión neta resultante del suelo (figura 9,45 Braja M. Das)
p_l= Presión limite obtenida en prueba de presurimetros

Adicionalmente, el momento máximo M_{max}, debido a la carga lateral ultima $Q_{u(g)}$ es:

$$M_{\max} = 0.35 Q_{u(g)} L \leq M_y$$
$$M_y = SF_y$$

Donde,
S= Modulo de sección del pilote = Ip/d_1/2
Fy= Esfuerzo de fluencia del material de pilote = 4200 Kg/cm^2 = 411852 KN/m^2
d_1= profundidad pilote

Pilotes largos en arena

En pilotes largos (flexibles) como es el caso del proyecto en el primer puente, se debe utilizar la misma fórmula de pilotes cortos, sustituyendo L por una longitud efectiva (L_e), donde:

$$\frac{L_e}{L} = 1.65 K_r{}^{0.12} \leq 1$$
$$\frac{L_e}{L} = 1.65(4.4x10^{-3})^{0.12} = 0.86$$

El cálculo de resistencia por carga última, se calculó bajo los siguientes parámetros:

$$Q_{u(g)} = 0.12\gamma D\frac{L_e}{L}^2 k_{br} \le 0.4 p_l D\frac{L_e}{L}$$

Momento máximo

El momento máximo en un pilote flexible debido a una carga lateral Q_g de trabajo aplicada en la *superficie* del terreno es:

$$M_{\max} = 0.30K^{0.2}Q_g L \le 0.3Q_g L$$

Para el cálculo de Q_g se contó con el modelo simple de Winkler, en un medio elástico sobre suelos granulares donde existe un módulo de reacción del subsuelo que se define como,

$k_z = n_h z$
n_h = Constante del módulo de la reacción horizontal del subsuelo
z = Profundidad variable

Dicha constante permite analizar la longitud (T) característica del sistema suelo- pilote mediante la siguiente fórmula

$$T = \sqrt[5]{\frac{E_p I_p}{n_h}}$$

El valor de n_h se puede establecer mediante los siguientes valores representativos (tabla 9,10)

TABLA 20. VALORES n_h

Tipo de suelo	n_h (KN/m^3)
Arena seca o húmeda	
Suelta	1800-2200
Media	5500-7000
Densa	15000-18000
Arena sumergida	
Suelta	1000-1400
Media	3500-4500
Densa	9000-12000

Fuente: Braja M.Das

Cuando la longitud proyectada del pilote es ≥ 5T se considera largo y flexible y si es ≤ 2 T es un pilote rígido.

A continuación se realiza el cálculo de la carga lateral mediante la siguiente formula

$$x_z(z) = A_x \frac{Q_g T^3}{E_p I_p} + B_x \frac{M_g T^2}{E_p I_p}$$

$$x_z(z) = A_x \frac{Q_g T^3}{E_p I_p}$$

De los dos resultados se toma el menor valor.

El momento de fluencia para el pilote corresponde a

$$M_y = SF_y$$

Donde,
S= Modulo de sección del pilote = Ip/d_1 /2
d_1= profundidad pilote
Fy= Esfuerzo de fluencia del material de pilote (acero de refuerzo)= 4200 Kg/cm^2 = 420000 KN/m^2

$$S = \frac{\frac{I_p}{d_1}}{2}$$

En el caso de las Rocas, para determinar la resistencia lateral de los pilotes perforados empotrados en roca, se debe realizar el ensayo de resistencia a compresión inconfinada o a compresión uniaxial de la roca. Si dicha resistencia es menor o igual a 1,9 Mpa, la resistencia lateral unitaria qs, se puede tomar con la siguente formula referida en el libro de Fundaciones de la AASHTO de acuerdo a las teorías de Carter y Kulhawy (1988)

Qs = 0,15 qu (C10.8.3.5-4)

donde qu es la resistencia a la compresión uniaxial de la roca.

Por el contrario, si la resistencia a la compresión uniaxial de la roca o del hormigón del pilote perforado es mayor o igual que 1,9 MPa, qs se puede tomar de acuerdo con Horvath y Kenney (1979):

$q_s = 0{,}21\sqrt{q_u}$ (C10.8.3.5-5)

donde qs y qu se expresan en MPa.

Fricción superficial negativa, Qn

La fricción superficial negativa es una fuerza de arrastre hacia abajo ejercida sobre el pilote por el suelo que lo rodea, lo cual ocurre bajo las siguientes condiciones:

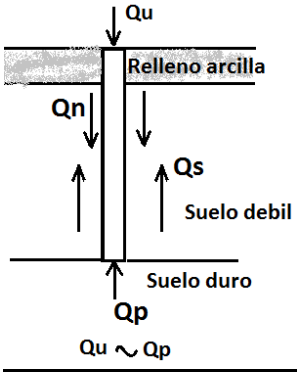
- Si un relleno de suelo arcilloso se coloca sobre un estrato de suelo granular en el que se hinca un pilote, el relleno se consolidara gradualmente, esto ejercerá una fuerza de arrastre hacia abajo sobre el pilote, durante el periodo de consolidación.
- Si un relleno de suelo granular se coloca sobre un estrato de arcilla blanda, inducirá el proceso de consolidación en el estrato de arcilla y ejercerá entonces una fuerza de arrastre hacia abajo sobre el pilote.
- El descenso del nivel freático incrementara el esfuerzo vertical efectivo sobre el suelo a cualquier profundidad, lo que inducirá asentamientos por consolidación en la arcilla. Si un pilote se localiza en el estrato de arcilla, quedara sometido a una fuerza de arrastre hacia abajo.

La fricción negativa se puede evaluar de dos maneras:

- Relleno de arcilla sobre suelo granular
- Relleno de suelo granular sobre arcilla

Relleno de arcilla sobre suelo granular

FIGURA 9. FRICCION NEGATIVA



Considerando la misma fórmula de la resistencia por fricción superficial en arenas,

$$f_n = K' \sigma'_v \tan \delta$$

Donde
K´= K_0= coeficiente de presión de tierra
σ'_v =Esfuerzo vertical efectivo a la profundidad bajo consideración
γ'_f = Peso específico efectivo de relleno
δ = ángulo de fricción entre suelo y pilote (≈ 0,5ϕ y 0,7ϕ)
La fuerza de arrastre total hacia abajo, Q_n sobre un pilote es:

$$Q_n = \frac{pK'\gamma_f' H_f^{\,2} \tan\delta}{2}$$

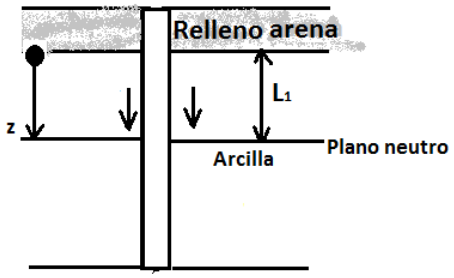
Hf= Altura de relleno

Si el relleno está arriba del nivel freático, el peso específico efectivo γ_f' debe ser reemplazado por el peso específico húmedo

Arena sobre Arcillas

Cuando existe un estrato de arena sobre un material cohesivo, el esfuerzo de fricción negativa sobre el pilote se da entre z= 0 a z= L_1, denominado profundidad neutra.

FIGURA 10. FRICCION NEGATIVA EN RELLENOS



Dicha profundad neutra se calcula:

$$L_1 = \frac{(L - H_f)}{L_1}\left[\frac{L - H_f}{2} + \frac{\gamma_f' H_f}{\gamma'}\right] - \frac{2\gamma_f' H_f}{\gamma'}$$

L =Longitud pilote
L_1= L-*Hf* (para pilote de punta)

H_f= Espesor relleno (Se estimó como
γ'_f = Peso específico efectivo de relleno
γ' = Peso específico de estrato de arcilla subyacente

La fuerza de arrastre total hacia abajo, desde z= 0 a z= L_1 es

$$Q_n = \left(pK'\gamma_f' H_f \tan\delta\right)L_1 + \frac{L_1^{\,2}\, pK'\gamma' \tan\delta}{2}$$

De acuerdo con la teoría expuesta, se presentan a continuación los resultados obtenidos de capacidad portante y asentamientos para la estructura proyectada.

8.10 TIPO Y PROFUNDIDAD DE CIMENTACION

Teniendo en cuenta la información de los numerales anteriores, se logró estimar la capacidad portante para diferentes diámetros y longitudes de pilotes (pilas).

Los valores de capacidad portante y asentamientos, se presentan en las siguientes figuras

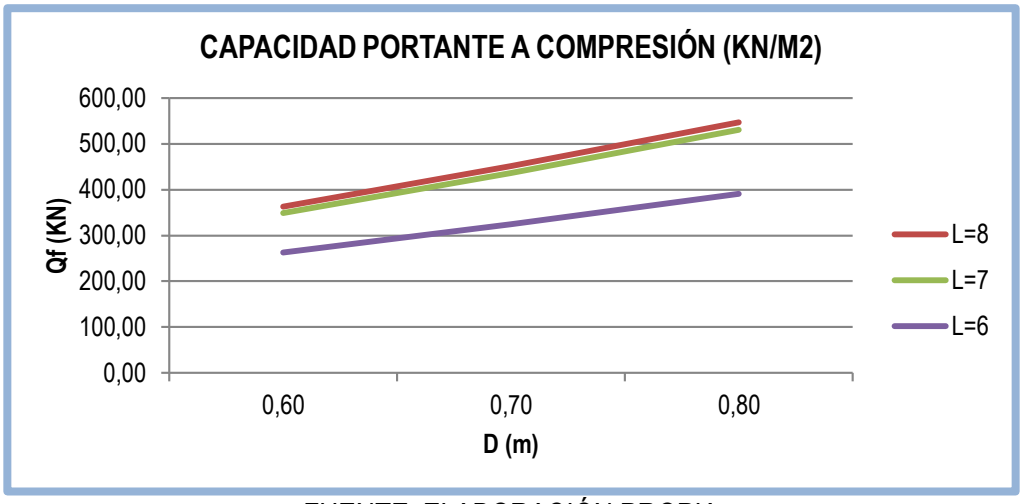
TABLA 21. CAPACIDAD PORTANTE (KN) COMPRESIÓN

CAPACIDAD PORTANTE (KN) COMPRESIÓN			
PILOTES PREEXCAVADOS			
D (m)	L=6	L=7	L=8
0,60	262,66	349,10	363,20
0,70	324,16	435,86	450,88
0,80	390,72	530,78	546,31

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA

En la siguiente figura se presentan los resultados obtenidos en la tabla anterior.

FIGURA 11. CAPACIDAD PORTANTE A COMPRESIÓN



FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA

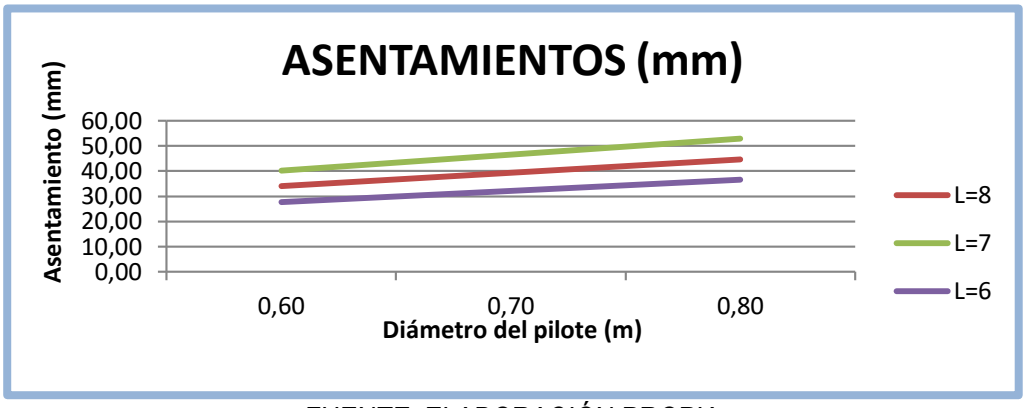
TABLA 22. ASENTAMIENTOS (mm)

ASENTAMIENTOS (mm)			
PILOTES PREEXCAVADOS			
D (m)	L=6	L=7	L=8
0,60	27,76	40,16	34,11
0,70	32,16	46,54	39,43
0,80	36,57	52,93	44,76

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA

En la siguiente figura se muestran los resultados obtenidos

FIGURA 12. ASENTAMIENTOS (mm)



FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA

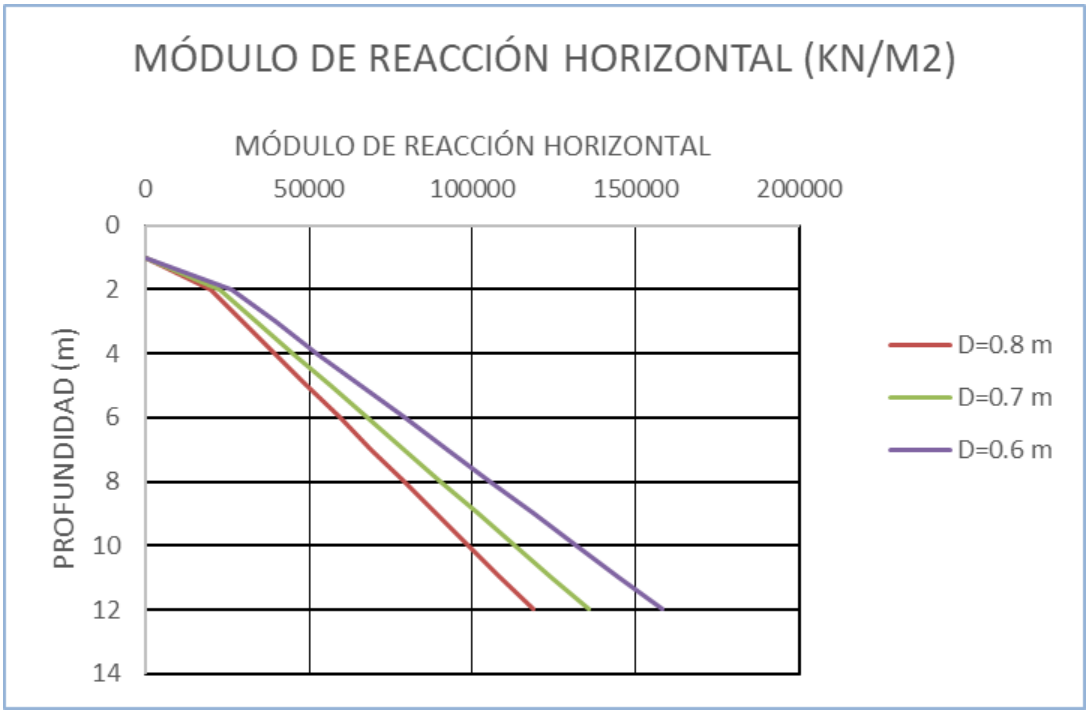
TABLA 23. MÓDULO DE REACCÓN HORIZONTAL (KN/M3)

MÓDULO DE REACCÓN HORIZONTAL (KN/M3)			
PILOTES PREEXCAVADOS SONDEO 3			
D (m)	L=6	L=7	L=8
0,60	13178,46	13178,46	13178,46
0,70	11295,82	11295,82	11295,82
0,80	9883,85	9883,85	9883,85

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA

En la figura siguiente se muestran los resultados obtenidos.

FIGURA 13. MÓDULO DE REACCIÓN HORIZONTAL



FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA

CAPÍTULO 9

CONDICIONES ESPECIALES DEL SUBSUELO

9.1 LICUACIÓN

Durante las exploraciones de campo sobre el sector donde se proyectó la estructura, se registraron suelos arcillosos en los estratos.

El fenómeno de licuación se da en suelos arenosos principalmente, de bajos pesos unitarios. Este no es el caso que nos ocupa, por cuanto los suelos encontrados clasificaron como densos, según el ensayo SPT, sin embargo, se realizó la estimación de la posible licuación y sus resultados se muestran a continuación.

TABLA 24. LICUACIÓN SONDEO 1 PUENTE BONGA MELLA

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUACIÓN
Metodología Seed , Idriss, Arango (1983)
Decenio Internacional para la reducción de los desastres naturales (Sistema Nacional para la Atención y Prevención de Desastres de Colombia)

Proyecto= ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA

Fecha= NOVIEMBRE DE 2020
Localización=San Pelayo, Cordoba
Sondeo utilizado= SONDEO 1

Descripción del suelo= Arcillas y limos

Propiedades de suelo=

Peso específico de sólidos (Gs)	2,65
Peso unitario del agua (Ton/m³)	1,00
Nivel freático (m)	-
Aceleración máxima del terreno (g)	0,07

						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
De (m)	Hasta (m)	% FINOS	IP (%)	w (%)	γ (T/m³)	σ v (T/m²)	U (T/m²)	σ 'v (T/m²)	rd	τprom/σ'v	N medido	Cn	CF	N(1)60	CP	τlic/σ'v	CONDICIÒN DE LICUACIÒN
0,00	1,00	100,00	58,00	32,80	1,85	1,850	0,00	1,850	0,999	0,020	0	2,033	10,000	10,000	2,166	0,051	NO LICUABLE
1,00	2,00	100,00	50,00	33,70	1,84	3,680	0,00	3,680	0,995	0,022	19	1,612	10,000	32,973	1,990	0,173	NO LICUABLE
2,00	3,00	100,00	57,00	28,70	1,90	5,700	0,00	5,700	0,990	0,020	30	1,344	10,000	40,245	2,144	NO LICUABLE	NO LICUABLE
3,00	4,00	100,00	52,00	28,60	1,90	7,600	0,00	7,600	0,983	0,021	14	1,168	10,000	22,265	2,034	0,122	NO LICUABLE
4,00	5,00	84,80	40,00	27,10	1,92	9,600	0,00	9,600	0,974	0,024	15	1,025	9,642	21,173	1,770	0,133	NO LICUABLE
5,00	6,00	100,00	47,00	26,40	1,93	11,580	0,00	11,580	0,965	0,022	40	0,941	10,000	38,242	1,924	0,226	NO LICUABLE
6,00	7,00	91,60	41,00	34,30	1,83	12,810	0,00	12,810	0,954	0,023	37	0,901	9,809	34,814	1,792	0,209	NO LICUABLE
7,00	8,00	100,00	51,00	35,40	1,82	14,560	0,00	14,560	0,941	0,020	39	0,850	10,000	34,859	2,012	0,187	NO LICUABLE
8,00	9,00	94,60	44,00	38,20	1,79	16,110	0,00	16,110	0,928	0,022	27	0,809	9,879	26,271	1,858	0,157	NO LICUABLE
9,00	10,00	94,00	44,00	33,50	1,84	18,400	0,00	18,400	0,914	0,021	35	0,756	9,866	29,720	1,858	0,178	NO LICUABLE

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA.

TABLA 25. LICUACIÓN SONDEO 2 PUENTE BONGA MELLA

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUACIÓN
Metodología Seed , Idriss, Arango (1983)
Decenio Internacional para la reducción de los desastres naturales (Sistema Nacional para la Atención y Prevención de Desastres de Colombia)

Proyecto= ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA

Fecha= NOVIEMBRE DE 2020
Localización=San Pelayo, Cordoba
Sondeo utilizado= SONDEO 2

Descripción del suelo= Arcillas y limos

Propiedades de suelo=

Peso específico de sólidos (Gs)	2,65
Peso unitario del agua (Ton/m³)	1,00
Nivel freático (m)	-
Aceleración máxima del terreno (g)	0,07

						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
De (m)	Hasta (m)	% FINOS	IP (%)	w (%)	γ (T/m³)	σ v (T/m²)	U (T/m²)	σ 'v (T/m²)	rd	τprom/σ'v	N medido	Cn	CF	N(1)60	CP	τlic/σ'v	CONDICIÒN DE LICUACIÒN
0,00	1,00	100,00	44,00	31,60	1,86	1,860	0,00	1,860	0,999	0,023	0	2,030	10,000	10,000	1,858	0,060	NO LICUABLE
1,00	2,00	100,00	34,00	23,60	1,98	3,960	0,00	3,960	0,995	0,026	25	1,567	10,000	39,386	1,638	0,278	NO LICUABLE
2,00	3,00	90,90	26,00	17,80	2,08	6,240	0,00	6,240	0,990	0,029	22	1,289	9,793	31,058	1,462	0,215	NO LICUABLE
3,00	4,00	100,00	22,00	20,70	2,03	8,120	0,00	8,120	0,983	0,031	50	1,128	10,000	52,282	1,374	NO LICUABLE	NO LICUABLE
4,00	5,00	100,00	31,00	24,70	1,96	9,800	0,00	9,800	0,974	0,027	30	1,012	10,000	32,778	1,572	0,217	NO LICUABLE
5,00	6,00	100,00	28,00	27,30	1,92	11,520	0,00	11,520	0,965	0,028	22	0,943	10,000	25,567	1,506	0,188	NO LICUABLE
6,00	7,00	100,00	30,00	27,10	1,92	13,440	0,00	13,440	0,954	0,027	24	0,882	10,000	25,874	1,550	0,185	NO LICUABLE
7,00	8,00	100,00	27,00	28,70	1,90	15,200	0,00	15,200	0,941	0,027	24	0,833	10,000	24,989	1,484	0,187	NO LICUABLE
8,00	9,00	100,00	25,00	27,70	1,91	17,190	0,00	17,190	0,928	0,028	26	0,784	10,000	25,279	1,440	0,195	NO LICUABLE

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA.

9.2 POTENCIAL EXPANSIVO DE LOS SUELOS

De acuerdo con los ensayos de laboratorio, algunos de los suelos analizados, presentan indices de plasticidad medios y altos, que los clasifica dentro de suelos potencialmente expansivos. En la siguiente tabla se muestra, el potencial expansivo de los suelos, de acuerdo con el indice de plasticidad.

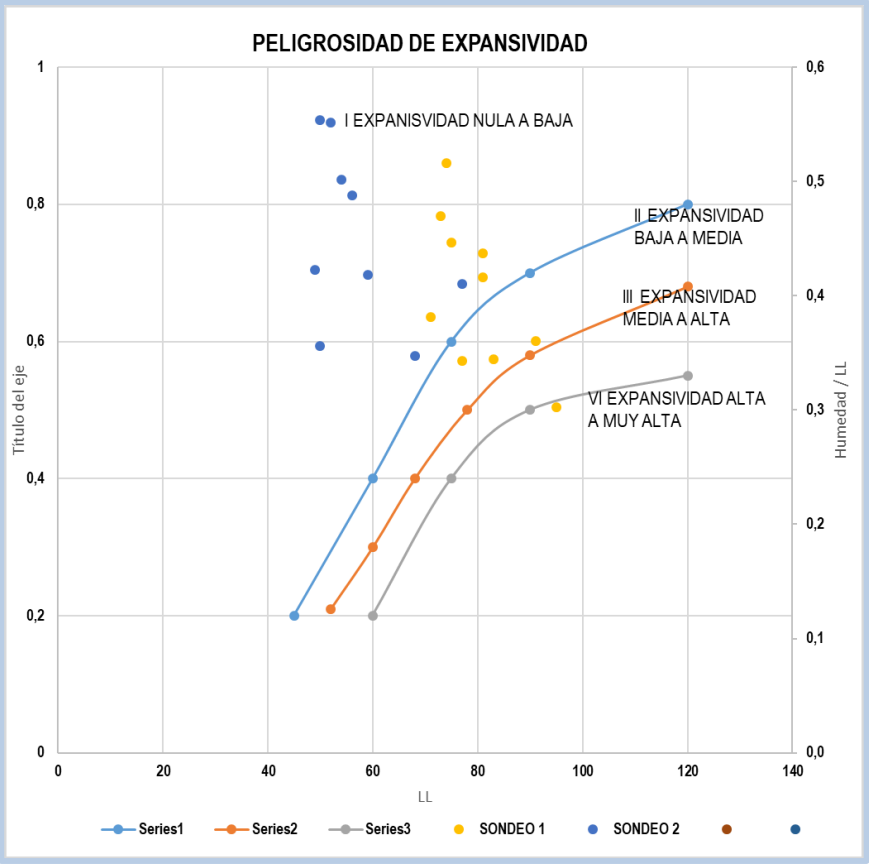
TABLA 26. POTENCIAL EXPANSIVO DE LOS SUELOS

GRADO DE EXPANSIÓN	ÍNDICE DE PLASTICIDAD		
	HOLTZ Y GIBBS	CHEN	NORMA IS 1498
Bajo	< 20	0 – 15	< 12
Medio	12 – 34	10 – 35	12 – 23
Alto	23 – 45	20 – 55	23 – 32
Muy alto	> 32	> 35	> 32

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA.

En la figura siguiente se muestra la peligrosidad de la expansividad de acuerdo con su potencial expansivo.

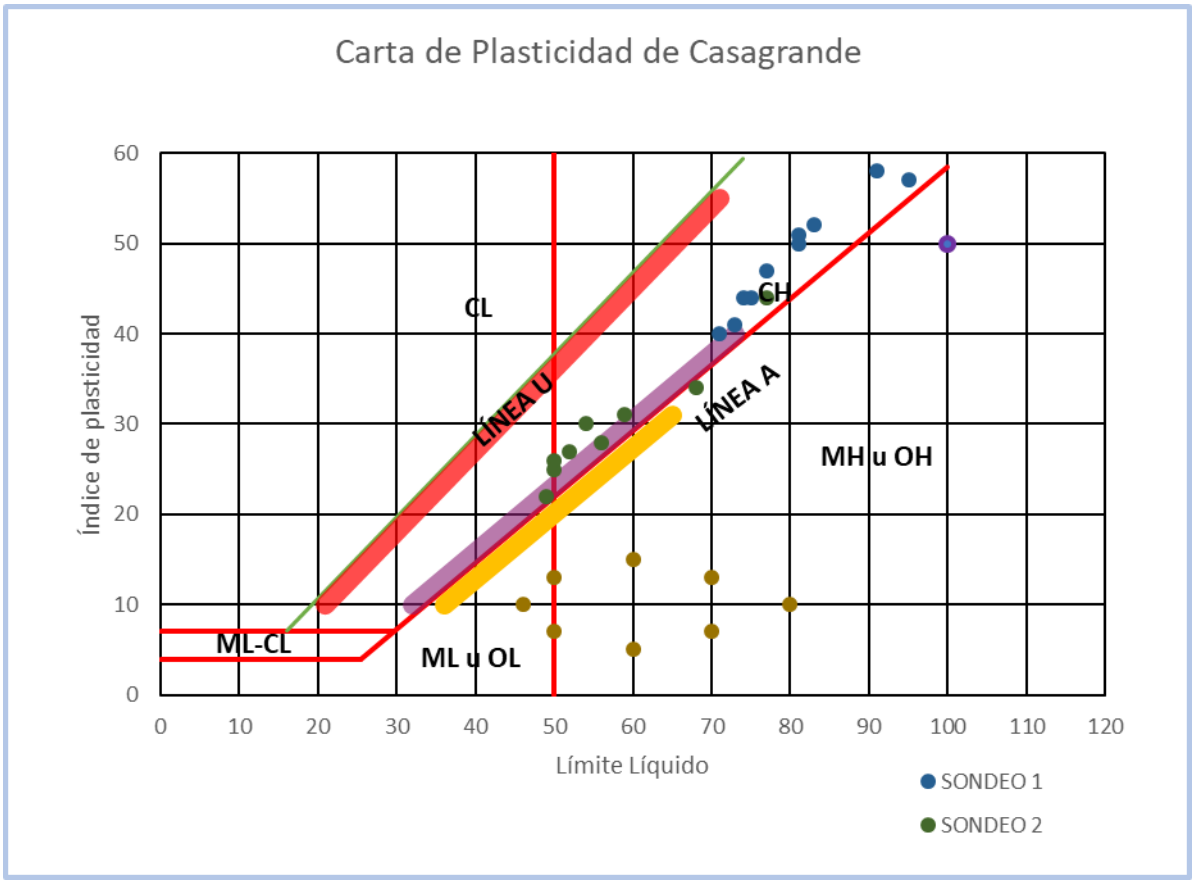
FIGURA 14. PELIGROSIDAD DE EXPANSIVIDAD



FUENTE. INGENIERÍA GEOLÓGICA, GONZÁLEZ VALLEJO

La figura anterior muestra que existe riesgo bajo a medio en la mayoría de estratos de expansividad en los suelos analizados.

FIGURA 15. MINERALES PRESENTES EN LOS SUELOS



FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA.

De acuerdo con la figura anterior, los suelos analizados se alejan de la composición mineralógica de la Montmorrillonita, que es el mineral más perjudicial desde el punto de vista de expansividad y se acercan a la composición mineralógica de la Ilita y la Caolinita.

Con base en las propiedades índice de los suelos encontrados se evaluó el potencial de expansión de estas arcillas a partir de los criterios definidos en la Norma Sismo Resistente NSR 10 tabla H.9.1 – 1, siendo este potencial evaluado mediante resultados de límite líquido, índice de plasticidad, o ensayos de expansión, los criterios mencionados son indicados en la tabla siguiente.

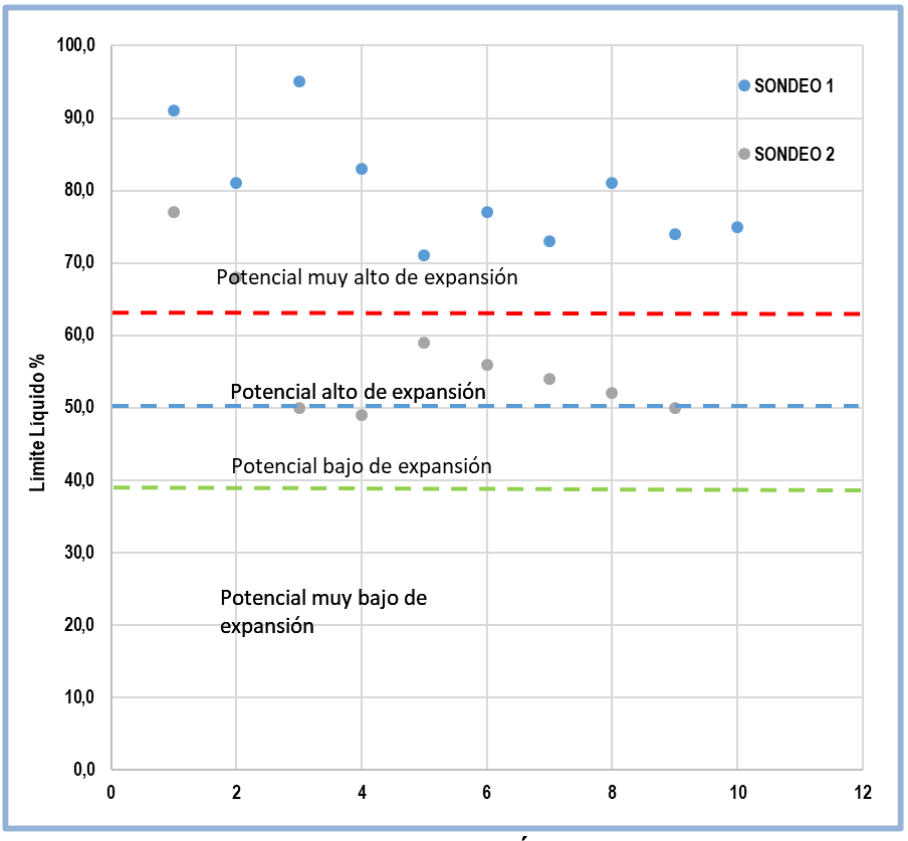
TABLA 27. CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA POTENCIAL DE EXPANSIÓN

Potencial de Expansión	Limite Líquido [%]	Índice de plasticidad [%]
Muy Alto	> 63	>32
Alto	50 -63	23 – 45
Bajo	39 – 50	12 – 34
Muy Bajo	< 39	> 20

FUENTE. NSR-10.

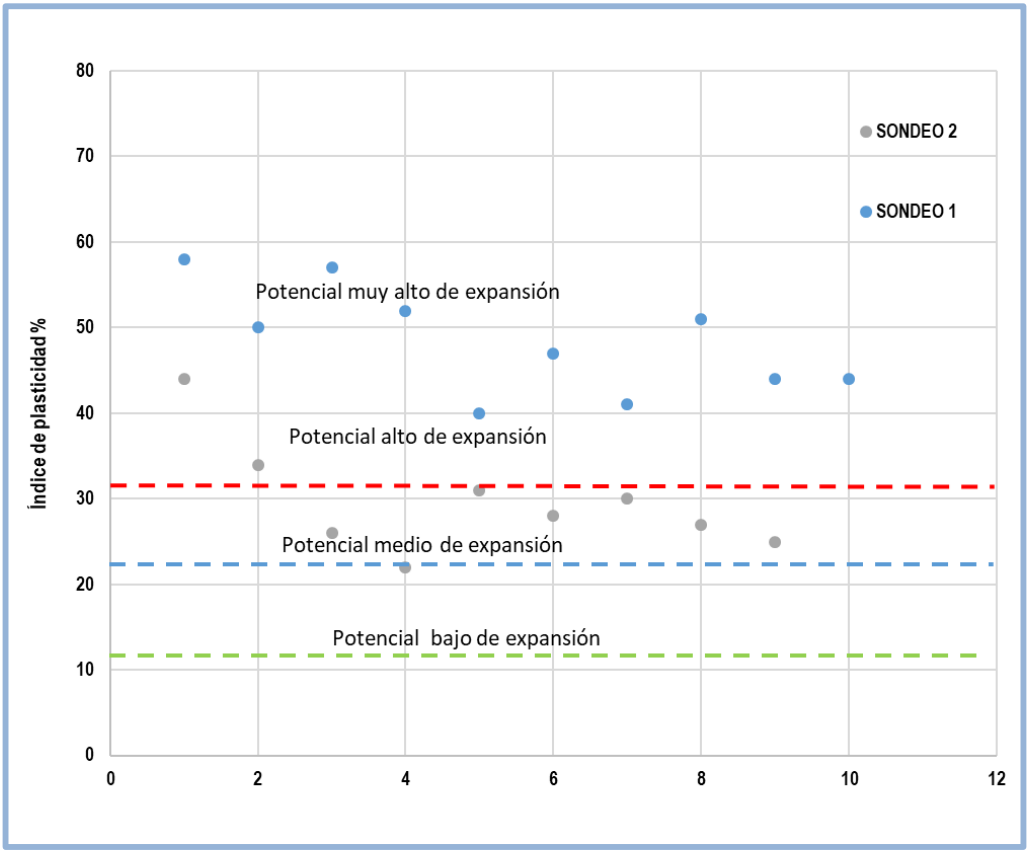
Bajo los resultados de límite líquido e indice de plasticidad ,obtenido para los sondeos de cada sitio, se encontró un potencial de expansión alto en los suelos presentes hasta la profundidad de exploración, como se observa en las figuras siguientes:

FIGURA 16. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN A PARTIR DEL LÍMITE LÍQUIDO



FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA 17. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN A PARTIR DE LA PLASTICIDAD



FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA.

La expansión de los suelos de fundación se encuentra relacionada con el cambio estacional que establece la humedad natural, siendo asociada a procesos de filtración y percolación de las aguas provenientes de la precipitación, por lo tanto para que el cambio volumétrico sea presentado, será necesario que exista flujo de agua a través del suelo y que se desarrolle una atracción de las partículas de agua con las del material arcilloso dando inicio al aumento de volumen del suelo.

Estos eventos son producto de la existencia de vacíos en el suelo arcilloso que son los canales por los cuales puede viajar el agua, sin embargo, estos procesos pueden ser controlados por sobrecargas externas en el material reduciendo el volumen al disminuir la relación de vacíos actual.

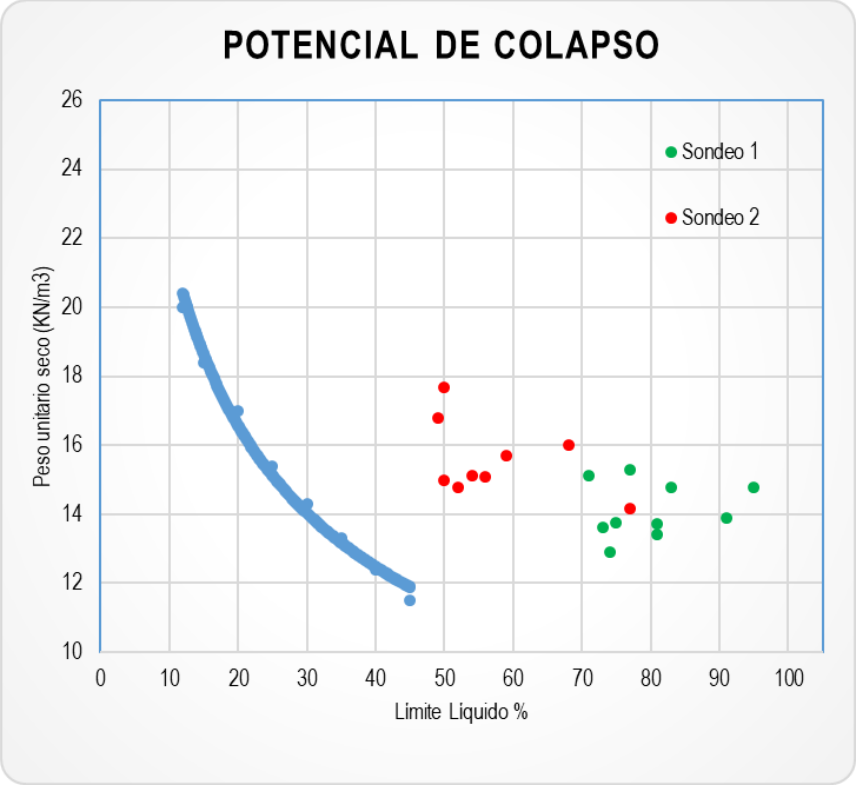
Con base en los resultados obtenidos, se desarrollan algunos suelos con un potencial de expansión entre medio a muy alto, asociado al contenido de humedad presente y su correspondiente capacidad de cambio volumétrico, el proceso se asocia a la composición y mineralogía del suelo y las dinámica hidrológica de la región.

La clasificación de potencial de expansión de los suelos se basa en los resultados de ensayos destructivos del suelo, que debe ser confirmada en campo al inicio y durante las actividades de construcción de la estructura proyectada a fin de poder realizar las recomendaciones para el tratamiento de este tipo de suelo, sin embargo, es importante resaltar que los esfuerzos que inducen los rellenos a implementar se consideran precargas en el suelo que contribuyen al control de estos materiales, por cuanto la correcta ejecución implica una de las soluciones viables en la atención de los problemas de cambio volumétrico en el material de fundación.

9.3 POTENCIAL DE COLAPSO

Considerado la tipología de los suelos, a continuación se presenta en la figura siguiente, la posibilidad de colapso de los suelos de la zona.

FIGURA 18. POTENCIAL DE COLAPSO



FUENTE. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA DE CIMENTACIONES. BRAJA M. DAS

De acuerdo con la figura anterior, los suelos con potencial de colapso, deben caer por debajo de la línea límite. En este caso, ningún punto cae por debajo de la línea límite y se puede concluir que no existe riesgo de colapso de los suelos.

CAPITULO 10

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 CONCLUSIONES

- Se realizó el estudio de suelos y cimentaciones para la construcción de un puente Bonga Mella, Municipio de San Pelayo – Cordoba.

- Los suelos analizados fueron arcilla de densidad firme.

- Del análisis de licuación de los suelos se concluyó que los suelos analizados son no licuables.

- Dentro del punto de vista de la expansividad, no se espera que se presente una alta expansión para la construcción del puente, pero de igual manera se recomienda que se realicen ensayos complementarios.

10.2 RECOMENDACIONES

- Desde el punto de vista técnico y constructivo, se recomienda adoptar una cimentación conformada por losa de concreto de dimensiones definidas por el ingeniero estructural, colocada a una profundidad mínima de 3 m, para colocar los estribos del puente.

- La geometría y distribución de la cimentación será escogida por el ingeniero estructural, de acuerdo con las cargas que se tengan estimadas para cada estructura y con base en los ábacos de diseño.

- En la excavación para la construcción de la cimentación, se debe revisar el tipo de suelo, de tal manera que se identifiquen los materiales mencionados en el presente informe, para cimentar la estructura en los suelos apropiados. Se recomienda dejar un talud de 0.75 H: 1 V. Si se evidencia la presencia de agua o se detectan suelos débiles, se recomienda entibar la excavación.

- En caso de requerir materiales de relleno, estos deberán construirse con material granular seleccionado, con un bajo contenido de finos, libre de materia orgánica, límite líquido inferior al 30%, índice de plasticidad menor al 15% y cumplir con los siguientes requisitos de granulometría aproximada:

TABLA 28. GRANULOMETRIA RELLENOS

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA
75 mm	100
2 mm	<=80
75 μm	<=25

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA.

- El material granular se deberá compactar por capas sueltas no mayores de 0.25 m hasta alcanzar como mínimo un peso unitario seco equivalente al 95% del obtenido en el ensayo Próctor modificado.

- En general debe cumplir el artículo 220 – 13 del INVIAS, clasificándolo de acuerdo con su ubicación, es decir, cimiento, cuerpo o corona del terraplén.

- Se recomienda realizar controles periódicos de los asentamientos durante la construcción y enviar estos datos al Ingeniero de suelos para su correspondiente análisis.

- Se recomienda realizar la construcción en temporada seca para evitar los posibles cambios volumétricos del suelo. Si el agua aparece, se recomienda mantener en obra una motobomba para las posibles aguas que aparezcan

CAPITULO 11

LIMITACIONES

Los análisis de ingeniería, conclusiones y recomendaciones que en éste informe se presentan, se fundamentan en la información obtenida de los trabajos de investigación del subsuelo. Si durante el proceso de construcción del proyecto se encuentran condiciones diferentes a las aquí consideradas como típicas, deberá informarse al Ingeniero de Suelos para introducir las modificaciones del caso.

CAPÍTULO 12

BIBLIOGRAFÍA

BRAJA M. DAS. Principio de Ingeniería de cimentaciones. Quinta Edición. Thomson, 2006

BOWLES J. Foundation Analysis and Design. Quinta Edición. Mc Graw Hill, 1996

GONZÁLEZ, A. (1999). ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS EFECTIVOS DE RESISTENCIA CON EL SPT. X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería de Colombia. SCI – SCG. Santafé de Bogotá D.C.

Información secundaria IGAC, INGEOMINAS IDEAM

"Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10". Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Marzo de 2010.

"Ingeniería de Fundaciones". Manuel Delgado Vargas. 2001.

ANEXO 1 INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

CLASIFICACIÓN PRIMARIA

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

	CLASIFICACION PRIMARIA	Codigo: F-COC-04
AJV INGENIEROS SAS	AJV INGENIEROS	Fecha: 2-05-2019
	CONSULTORIA OBRAS CIVILES	Versión: 01
		Pagina 1 de 1

No. PROYECTO	147	FECHA DE EJECUCION	26/11/2020
ENTIDAD CONTRATANTE	BUSERCO	ABSCISA	NA
OBJETO	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, MUNICIPIO DE PELAYO	PROFUNDIDAD	0,00-1,00
SONDEO / APIQUE	1	MUESTRA	1

DETERMINACION EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) FR SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO - AGREGADO

INV E-122-2013

Recipiente No.	67B
Muestra humeda + recipiente	213,7
Mestra seca + recipiente	178,5
Peso recipiente	71,3
Humedad natural, en %	32,8

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ORGÁNICO EN SUELOS MEDIANTE PÉRDIDA POR IGNICIÓN

INV E-121-2013

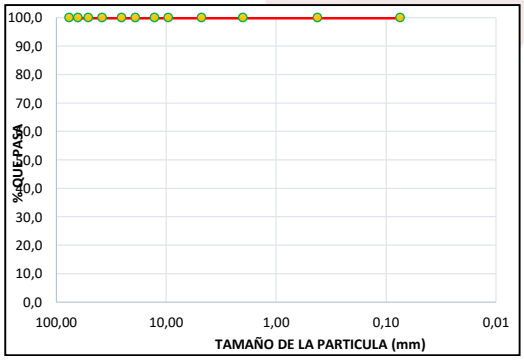
Recipiente No.	
Muestra seca + recipiente	
Muestra calcinada + recipiente	
Peso recipiente (g).	
Contenido de materia orgánica %	

Indice de Consistencia, IC	1,00
Indice de Líquidez, IL	0,00

LAVADO SOBRE TAMIZ No 200

INV E-214-2013

Recipiente No.	67B
Muestra seca + recipiente	178,5
Muestra seca lavada + recipiente	71,3
Peso recipiente (g)	71,3
% Que pasa el tamiz No 200.	100,0



PESO UNITARIO MEDIDO

INV E-136-2013

ALTURA DE LA MUESTRA (Cm)	
DIAMETRO (Cm)	
VOLUMEN MEDIDO (Cm3)	
PESO DE LA MUESTRA (g)	
PESO UNITARIO HÚMEDO (Ton/m3)	
PESO UNITARIO SECO (Ton/m3)	

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS

INV. E- 125 - 2013

LIMITE LIQUIDO

VIDRIO No.	109	L28	X1	
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	26,7	27,7	28,6	
Peso suelo seco + Rec. (g)	17,4	17,7	18,0	
Peso del Recipiente (g)	6,8	6,7	6,9	
% HUMEDAD	88,19	91,52	94,71	
No. GOLPES	35	25	15	

INV. E- 126 - 2013

LIMITE PLASTICO			RESULTADOS		
VIDRIO No.	YR	OO2	LIMITE LIQUIDO		91
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	16,0	15,9	LIMITE PLASTICO		33
Peso suelo seco + Rec. (g)	13,5	13,4	INDICE DE PLASTICIDAD		58
Peso del Recipiente (g)	5,8	5,8	PLASTICIDAD MUY ALTA		
% HUMEDAD	32,99	33,03	U.S.C.	CH	Fracción Fina

COLAPSABILIDAD	0,77	CONTRACCIÓN LINEAL (%)	27,2

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

INV E-123-2013

Recipiente No.	67B	67B
Peso suelo seco + recipiente	178,5	71
Peso recipiente	71,3	71,3
Peso suelo seco	107,2	0,0

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	RETENIDO %	RETENIDO ACUMULADO %	% QUE PASA
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,7	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 40	0,4	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 200	0,074	0,0	0,0	0,0	100,0
FONDO	0	0,0	0,0	0,0	100,0

ERROR DE ENSAYO

RESULTADOS DEL ENSAYO

PORCENTAJE DE GRAVAS	0,0	
Porcentaje de gravas gruesas	0,0	
Porcentaje de gravas medias	0,0	
Porcentaje de gravas finas	0,0	MATERIAL FINO (CL,CH o ML,MH)
PORCENTAJE DE ARENAS	0,0	
Porcentaje de arenas gruesas	0,0	
Porcentaje de arenas medias	0,0	
Porcentaje de arenas finas	0,0	
PORCENTAJE DE FINOS	100,0	

OBSERVACIONES	

ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
ROCIO ORTIZ	NICOLAS OROZCO	AZAEL JAIMES VILLAMIZAR

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

	CLASIFICACION PRIMARIA	Codigo: F-COC-04
AJV INGENIEROS SAS	AJV INGENIEROS	Fecha: 2-05-2019
	CONSULTORIA OBRAS CIVILES	Versión: 01
		Pagina 1 de 1

No. PROYECTO	147	FECHA DE EJECUCION	26/11/2020
ENTIDAD CONTRATANTE	BUSERCO	ABSCISA	NA
OBJETO	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, MUNICIPIO DE PELAYO	PROFUNDIDAD	1,00-2,00
SONDEO / APIQUE	1	MUESTRA	2

DETERMINACION EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) FR SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO - AGREGADO

INV E-122-2013

Recipiente No.	M54
Muestra humeda + recipiente	239,6
Mestra seca + recipiente	195,8
Peso recipiente	65,7
Humedad natural, en %	33,7

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ORGÁNICO EN SUELOS MEDIANTE PÉRDIDA POR IGNICIÓN

INV E-121-2013

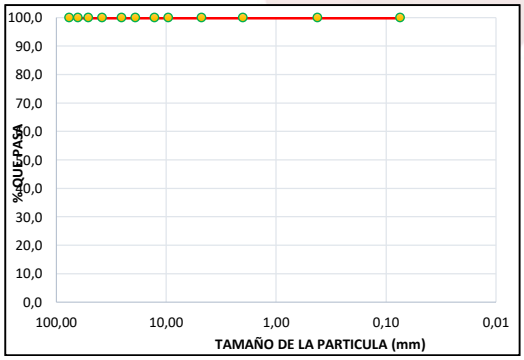
Recipiente No.	
Muestra seca + recipiente	
Muestra calcinada + recipiente	
Peso recipiente (g).	
Contenido de materia orgánica %	

Indice de Consistencia, IC	0,95
Indice de Líquidez, IL	0,05

LAVADO SOBRE TAMIZ No 200

INV E-214-2013

Recipiente No.	M54
Muestra seca + recipiente	195,8
Muestra seca lavada + recipiente	65,7
Peso recipiente (g)	65,7
% Que pasa el tamiz No 200.	100,0



PESO UNITARIO MEDIDO

INV E-136-2013

ALTURA DE LA MUESTRA (Cm)	
DIAMETRO (Cm)	
VOLUMEN MEDIDO (Cm3)	
PESO DE LA MUESTRA (g)	
PESO UNITARIO HÚMEDO (Ton/m3)	
PESO UNITARIO SECO (Ton/m3)	

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS

INV. E- 125 - 2013

LIMITE LIQUIDO

VIDRIO No.	67A	1XT	Q24	
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	31,4	32,1	32,3	
Peso suelo seco + Rec. (g)	20,8	21,5	20,9	
Peso del Recipiente (g)	7,5	8,4	7,5	
% HUMEDAD	79,43	80,02	85,23	
No. GOLPES	35	25	15	

INV. E- 126 - 2013

LIMITE PLASTICO			RESULTADOS		
VIDRIO No.	O36	M31	LIMITE LIQUIDO		81
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	18,4	18,4	LIMITE PLASTICO		31
Peso suelo seco + Rec. (g)	15,7	15,8	INDICE DE PLASTICIDAD		50
Peso del Recipiente (g)	7,4	7,4	PLASTICIDAD MUY ALTA		
% HUMEDAD	31,38	31,38	U.S.C.	CH	Fracción Fina

COLAPSABILIDAD	0,84	CONTRACCIÓN LINEAL (%)	23,4

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

INV E-123-2013

Recipiente No.	M54	M54
Peso suelo seco + recipiente	195,8	66
Peso recipiente	65,7	65,7
Peso suelo seco	130,1	0,0

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	RETENIDO %	RETENIDO ACUMULADO %	% QUE PASA
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,7	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 40	0,4	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 200	0,074	0,0	0,0	0,0	100,0
FONDO	0	0,0	0,0	0,0	100,0

ERROR DE ENSAYO

RESULTADOS DEL ENSAYO

PORCENTAJE DE GRAVAS	0,0	
Porcentaje de gravas gruesas	0,0	
Porcentaje de gravas medias	0,0	
Porcentaje de gravas finas	0,0	MATERIAL FINO (CL,CH o ML,MH)
PORCENTAJE DE ARENAS	0,0	
Porcentaje de arenas gruesas	0,0	
Porcentaje de arenas medias	0,0	
Porcentaje de arenas finas	0,0	
PORCENTAJE DE FINOS	100,0	

OBSERVACIONES	

ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
ROCIO ORTIZ	NICOLAS OROZCO	AZAEL JAIMES VILLAMIZAR

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

	CLASIFICACION PRIMARIA	Codigo: F-COC-04
AJV INGENIEROS SAS	AJV INGENIEROS	Fecha: 2-05-2019
	CONSULTORIA OBRAS CIVILES	Versión: 01
		Pagina 1 de 1

No. PROYECTO	147	FECHA DE EJECUCION	26/11/2020
ENTIDAD CONTRATANTE	BUSERCO	ABSCISA	NA
OBJETO	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, MUNICIPIO DE PELAYO	PROFUNDIDAD	2,00-3,00
SONDEO / APIQUE	1	MUESTRA	3

DETERMINACION EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) FR SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO - AGREGADO

INV E-122-2013

Recipiente No.	771
Muestra humeda + recipiente	234
Mestra seca + recipiente	195,9
Peso recipiente	63,1
Humedad natural, en %	28,7

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ORGÁNICO EN SUELOS MEDIANTE PÉRDIDA POR IGNICIÓN

INV E-121-2013

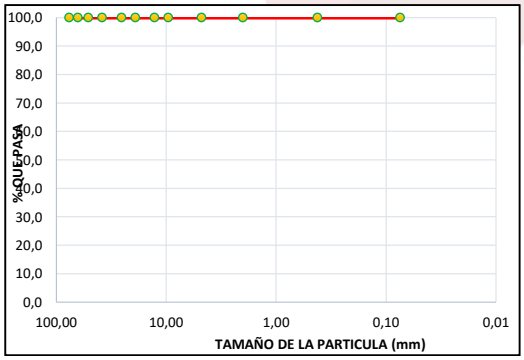
Recipiente No.	
Muestra seca + recipiente	
Muestra calcinada + recipiente	
Peso recipiente (g).	
Contenido de materia orgánica %	

Indice de Consistencia, IC	1,15
Indice de Líquidez, IL	-0,15

LAVADO SOBRE TAMIZ No 200

INV E-214-2013

Recipiente No.	771
Muestra seca + recipiente	195,9
Muestra seca lavada + recipiente	63,1
Peso recipiente (g)	63,1
% Que pasa el tamiz No 200.	100,0



PESO UNITARIO MEDIDO

INV E-136-2013

ALTURA DE LA MUESTRA (Cm)	
DIAMETRO (Cm)	
VOLUMEN MEDIDO (Cm3)	
PESO DE LA MUESTRA (g)	
PESO UNITARIO HÚMEDO (Ton/m3)	
PESO UNITARIO SECO (Ton/m3)	

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS

INV. E- 125 - 2013

LIMITE LIQUIDO

VIDRIO No.	115D	52	L87	
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	26,8	27,6	28,5	
Peso suelo seco + Rec. (g)	17,9	18,3	18,6	
Peso del Recipiente (g)	8,4	8,5	8,5	
% HUMEDAD	92,26	95,40	98,61	
No. GOLPES	35	25	15	

INV. E- 126 - 2013

LIMITE PLASTICO			RESULTADOS		
VIDRIO No.	H6	A	LIMITE LIQUIDO		95
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	15,1	15,1	LIMITE PLASTICO		38
Peso suelo seco + Rec. (g)	12,3	12,3	INDICE DE PLASTICIDAD		57
Peso del Recipiente (g)	4,9	5,0	PLASTICIDAD MUY ALTA		
% HUMEDAD	37,53	37,55	U.S.C.	CH	Fracción Fina

COLAPSABILIDAD	0,75	CONTRACCIÓN LINEAL (%)	27,0

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

INV E-123-2013

Recipiente No.	771	771
Peso suelo seco + recipiente	195,9	63
Peso recipiente	63,1	63,1
Peso suelo seco	132,8	0,0

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	RETENIDO %	RETENIDO ACUMULADO %	% QUE PASA
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,7	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 40	0,4	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 200	0,074	0,0	0,0	0,0	100,0
FONDO	0	0,0	0,0	0,0	100,0

ERROR DE ENSAYO

RESULTADOS DEL ENSAYO

PORCENTAJE DE GRAVAS	0,0	
Porcentaje de gravas gruesas	0,0	
Porcentaje de gravas medias	0,0	
Porcentaje de gravas finas	0,0	MATERIAL FINO (CL,CH o ML,MH)
PORCENTAJE DE ARENAS	0,0	
Porcentaje de arenas gruesas	0,0	
Porcentaje de arenas medias	0,0	
Porcentaje de arenas finas	0,0	
PORCENTAJE DE FINOS	100,0	

OBSERVACIONES	

ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
ROCIO ORTIZ	NICOLAS OROZCO	AZAEL JAIMES VILLAMIZAR

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

	CLASIFICACION PRIMARIA	Codigo: F-COC-04
AJV INGENIEROS SAS	AJV INGENIEROS	Fecha: 2-05-2019
	CONSULTORIA OBRAS CIVILES	Versión: 01
		Pagina 1 de 1

No. PROYECTO	147	FECHA DE EJECUCION	26/11/2020
ENTIDAD CONTRATANTE	BUSERCO	ABSCISA	NA
OBJETO	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, MUNICIPIO DE PELAYO	PROFUNDIDAD	3,00-4,00
SONDEO / APIQUE	1	MUESTRA	4

DETERMINACION EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) FR SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO - AGREGADO

INV E-122-2013

Recipiente No.	55B
Muestra humeda + recipiente	219,6
Mestra seca + recipiente	185
Peso recipiente	63,9
Humedad natural, en %	28,6

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ORGÁNICO EN SUELOS MEDIANTE PÉRDIDA POR IGNICIÓN

INV E-121-2013

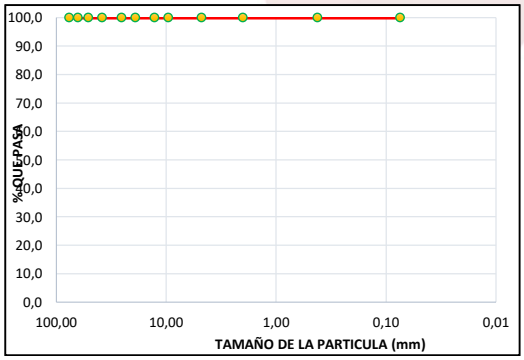
Recipiente No.	
Muestra seca + recipiente	
Muestra calcinada + recipiente	
Peso recipiente (g).	
Contenido de materia orgánica %	

Indice de Consistencia, IC	1,05
Indice de Líquidez, IL	-0,05

LAVADO SOBRE TAMIZ No 200

INV E-214-2013

Recipiente No.	55B
Muestra seca + recipiente	185
Muestra seca lavada + recipiente	63,9
Peso recipiente (g)	63,9
% Que pasa el tamiz No 200.	100,0



PESO UNITARIO MEDIDO

INV E-136-2013

ALTURA DE LA MUESTRA (Cm)	
DIAMETRO (Cm)	
VOLUMEN MEDIDO (Cm3)	
PESO DE LA MUESTRA (g)	
PESO UNITARIO HÚMEDO (Ton/m3)	
PESO UNITARIO SECO (Ton/m3)	

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS

INV. E- 125 - 2013

LIMITE LIQUIDO

VIDRIO No.	R7	937	76	
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	26,8	27,7	28,8	
Peso suelo seco + Rec. (g)	18,0	18,2	18,6	
Peso del Recipiente (g)	6,9	6,8	6,7	
% HUMEDAD	79,80	82,98	86,26	
No. GOLPES	35	25	15	

INV. E- 126 - 2013

LIMITE PLASTICO			RESULTADOS		
VIDRIO No.	224	O3	LIMITE LIQUIDO		83
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	14,3	14,3	LIMITE PLASTICO		31
Peso suelo seco + Rec. (g)	11,9	11,9	INDICE DE PLASTICIDAD		51
Peso del Recipiente (g)	4,2	4,2	PLASTICIDAD MUY ALTA		
% HUMEDAD	31,34	31,21	U.S.C.	CH	Fracción Fina

COLAPSABILIDAD	0,83	CONTRACCIÓN LINEAL (%)	24,1

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

INV E-123-2013

Recipiente No.	55B	55B
Peso suelo seco + recipiente	185,0	64
Peso recipiente	63,9	63,9
Peso suelo seco	121,1	0,0

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	RETENIDO %	RETENIDO ACUMULADO %	% QUE PASA
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,7	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 40	0,4	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 200	0,074	0,0	0,0	0,0	100,0
FONDO	0	0,0	0,0	0,0	100,0

ERROR DE ENSAYO

RESULTADOS DEL ENSAYO

PORCENTAJE DE GRAVAS	0,0	
Porcentaje de gravas gruesas	0,0	
Porcentaje de gravas medias	0,0	
Porcentaje de gravas finas	0,0	MATERIAL FINO (CL,CH o ML,MH)
PORCENTAJE DE ARENAS	0,0	
Porcentaje de arenas gruesas	0,0	
Porcentaje de arenas medias	0,0	
Porcentaje de arenas finas	0,0	
PORCENTAJE DE FINOS	100,0	

OBSERVACIONES	

ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
ROCIO ORTIZ	NICOLAS OROZCO	AZAEL JAIMES VILLAMIZAR

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

AJV INGENIEROS SAS	CLASIFICACION PRIMARIA	Codigo: F-COC-04
	AJV INGENIEROS	Fecha: 2-05-2019
	CONSULTORIA OBRAS CIVILES	Versión: 01
		Pagina 1 de 1

No. PROYECTO	147	FECHA DE EJECUCION	26/11/2020
ENTIDAD CONTRATANTE	BUSERCO	ABSCISA	NA
OBJETO	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, MUNICIPIO DE PELAYO	PROFUNDIDAD	4,00-5,00
SONDEO / APIQUE	1	MUESTRA	5

DETERMINACION EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) FR SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO - AGREGADO

INV E-122-2013

Recipiente No.	65R
Muestra humeda + recipiente	223,1
Mestra seca + recipiente	190,9
Peso recipiente	71,9
Humedad natural, en %	27,1

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ORGÁNICO EN SUELOS MEDIANTE PÉRDIDA POR IGNICIÓN

INV E-121-2013

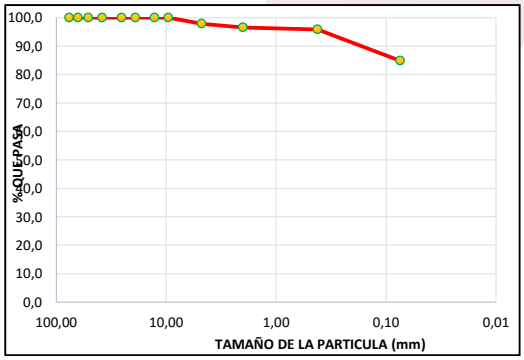
Recipiente No.	
Muestra seca + recipiente	
Muestra calcinada + recipiente	
Peso recipiente (g).	
Contenido de materia orgánica %	

Indice de Consistencia, IC	1,11
Indice de Líquidez, IL	-0,11

LAVADO SOBRE TAMIZ No 200

INV E-214-2013

Recipiente No.	65R
Muestra seca + recipiente	190,9
Muestra seca lavada + recipiente	90
Peso recipiente (g)	71,9
% Que pasa el tamiz No 200.	84,8



PESO UNITARIO MEDIDO

INV E-136-2013

ALTURA DE LA MUESTRA (Cm)	
DIAMETRO (Cm)	
VOLUMEN MEDIDO (Cm3)	
PESO DE LA MUESTRA (g)	
PESO UNITARIO HÚMEDO (Ton/m3)	
PESO UNITARIO SECO (Ton/m3)	

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS

INV. E- 125 - 2013

LIMITE LIQUIDO

VIDRIO No.	88	30	86	
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	33,5	30,8	36,0	
Peso suelo seco + Rec. (g)	23,5	20,9	24,0	
Peso del Recipiente (g)	8,5	7,0	8,4	
% HUMEDAD	66,87	71,41	77,16	
No. GOLPES	35	25	15	

INV. E- 126 - 2013

LIMITE PLASTICO			RESULTADOS		
VIDRIO No.	27X	82L	LIMITE LIQUIDO		71
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	17,3	17,3	LIMITE PLASTICO		31
Peso suelo seco + Rec. (g)	14,9	14,9	INDICE DE PLASTICIDAD		40
Peso del Recipiente (g)	7,1	7,2	PLASTICIDAD MUY ALTA		
% HUMEDAD	31,24	31,39	U.S.C.	CH	Fracción Fina

COLAPSABILIDAD	0,91	CONTRACCIÓN LINEAL (%)	18,7

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

INV E-123-2013

Recipiente No.	65R	65R
Peso suelo seco + recipiente	190,9	90
Peso recipiente	71,9	71,9
Peso suelo seco	119,0	18,1

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	RETENIDO %	RETENIDO ACUMULADO %	% QUE PASA
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,7	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	2,6	2,2	2,2	97,8
No10	2	1,5	1,3	3,4	96,6
No. 40	0,4	0,9	0,8	4,2	95,8
No. 200	0,074	13,1	11,0	15,2	84,8
FONDO	0	0,0	0,0	15,2	84,8

ERROR DE ENSAYO

RESULTADOS DEL ENSAYO

PORCENTAJE DE GRAVAS	2,2	
Porcentaje de gravas gruesas	0,0	
Porcentaje de gravas medias	0,0	
Porcentaje de gravas finas	2,2	MATERIAL FINO (CL,CH o ML,MH)
PORCENTAJE DE ARENAS	13,0	
Porcentaje de arenas gruesas	1,3	
Porcentaje de arenas medias	0,8	
Porcentaje de arenas finas	11,0	
PORCENTAJE DE FINOS	84,8	

OBSERVACIONES	

ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
ROCIO ORTIZ	NICOLAS OROZCO	AZAEL JAIMES VILLAMIZAR

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

	CLASIFICACION PRIMARIA	Codigo: F-COC-04
AJV INGENIEROS SAS	AJV INGENIEROS	Fecha: 2-05-2019
	CONSULTORIA OBRAS CIVILES	Versión: 01
		Pagina 1 de 1

No. PROYECTO	147	FECHA DE EJECUCION	26/11/2020
ENTIDAD CONTRATANTE	BUSERCO	ABSCISA	NA
OBJETO	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, MUNICIPIO DE PELAYO	PROFUNDIDAD	5,00-6,00
SONDEO / APIQUE	1	MUESTRA	6

DETERMINACION EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) FR SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO - AGREGADO

INV E-122-2013

Recipiente No.	83R
Muestra humeda + recipiente	213
Mestra seca + recipiente	181,6
Peso recipiente	62,6
Humedad natural, en %	26,4

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ORGÁNICO EN SUELOS MEDIANTE PÉRDIDA POR IGNICIÓN

INV E-121-2013

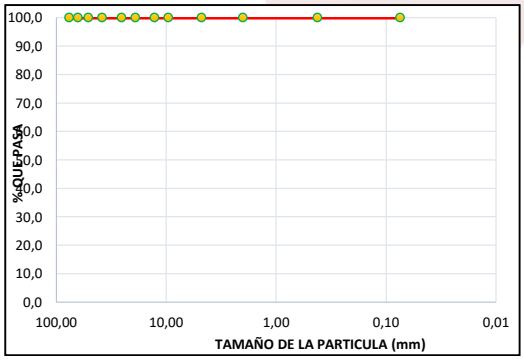
Recipiente No.	
Muestra seca + recipiente	
Muestra calcinada + recipiente	
Peso recipiente (g).	
Contenido de materia orgánica %	

Indice de Consistencia, IC	1,08
Indice de Líquidez, IL	-0,08

LAVADO SOBRE TAMIZ No 200

INV E-214-2013

Recipiente No.	83R
Muestra seca + recipiente	181,6
Muestra seca lavada + recipiente	62,6
Peso recipiente (g)	62,6
% Que pasa el tamiz No 200.	100,0



PESO UNITARIO MEDIDO

INV E-136-2013

ALTURA DE LA MUESTRA (Cm)	
DIAMETRO (Cm)	
VOLUMEN MEDIDO (Cm3)	
PESO DE LA MUESTRA (g)	
PESO UNITARIO HÚMEDO (Ton/m3)	
PESO UNITARIO SECO (Ton/m3)	

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS

INV. E- 125 - 2013

LIMITE LIQUIDO

VIDRIO No.	AR	HR	18R	
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	26,7	27,7	28,7	
Peso suelo seco + Rec. (g)	18,2	18,5	18,9	
Peso del Recipiente (g)	6,6	6,7	6,9	
% HUMEDAD	74,31	77,71	81,35	
No. GOLPES	35	25	15	

INV. E- 126 - 2013

LIMITE PLASTICO			RESULTADOS		
VIDRIO No.	D14	L4	LIMITE LIQUIDO		77
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	14,5	14,4	LIMITE PLASTICO		30
Peso suelo seco + Rec. (g)	12,1	12,1	INDICE DE PLASTICIDAD		47
Peso del Recipiente (g)	4,5	4,4	PLASTICIDAD MUY ALTA		
% HUMEDAD	30,46	30,09	U.S.C.	CH	Fracción Fina

COLAPSABILIDAD	0,86	CONTRACCIÓN LINEAL (%)	22,1

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

INV E-123-2013

Recipiente No.	83R	83R
Peso suelo seco + recipiente	181,6	63
Peso recipiente	62,6	62,6
Peso suelo seco	119,0	0,0

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	RETENIDO %	RETENIDO ACUMULADO %	% QUE PASA
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,7	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 40	0,4	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 200	0,074	0,0	0,0	0,0	100,0
FONDO	0	0,0	0,0	0,0	100,0

ERROR DE ENSAYO

RESULTADOS DEL ENSAYO

PORCENTAJE DE GRAVAS	0,0	
Porcentaje de gravas gruesas	0,0	
Porcentaje de gravas medias	0,0	
Porcentaje de gravas finas	0,0	MATERIAL FINO (CL,CH o ML,MH)
PORCENTAJE DE ARENAS	0,0	
Porcentaje de arenas gruesas	0,0	
Porcentaje de arenas medias	0,0	
Porcentaje de arenas finas	0,0	
PORCENTAJE DE FINOS	100,0	

OBSERVACIONES	

ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
ROCIO ORTIZ	NICOLAS OROZCO	AZAEL JAIMES VILLAMIZAR

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

AJV INGENIEROS SAS	CLASIFICACION PRIMARIA	**Codigo:** F-COC-04
	AJV INGENIEROS	**Fecha:** 2-05-2019
	CONSULTORIA OBRAS CIVILES	**Versión:** 01
		Pagina 1 de 1

No. PROYECTO	147	**FECHA DE EJECUCION**	26/11/2020
ENTIDAD CONTRATANTE	BUSERCO	**ABSCISA**	NA
OBJETO	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, MUNICIPIO DE PELAYO	**PROFUNDIDAD**	6,00-7,00
SONDEO / APIQUE	1	**MUESTRA**	7

DETERMINACION EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) FR SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO - AGREGADO

INV E-122-2013

Recipiente No.	4R
Muestra humeda + recipiente	213,3
Mestra seca + recipiente	176,2
Peso recipiente	68,1
Humedad natural, en %	34,3

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ORGÁNICO EN SUELOS MEDIANTE PÉRDIDA POR IGNICIÓN

INV E-121-2013

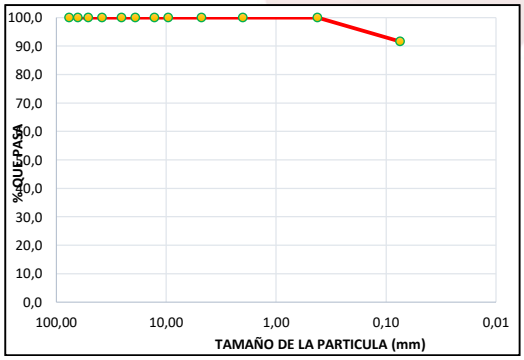
Recipiente No.	
Muestra seca + recipiente	
Muestra calcinada + recipiente	
Peso recipiente (g).	
Contenido de materia orgánica %	

Indice de Consistencia, IC	0,93
Indice de Líquidez, IL	0,07

LAVADO SOBRE TAMIZ No 200

INV E-214-2013

Recipiente No.	4R
Muestra seca + recipiente	176,2
Muestra seca lavada + recipiente	77,2
Peso recipiente (g)	68,1
% Que pasa el tamiz No 200.	91,6



PESO UNITARIO MEDIDO

INV E-136-2013

ALTURA DE LA MUESTRA (Cm)	
DIAMETRO (Cm)	
VOLUMEN MEDIDO (Cm3)	
PESO DE LA MUESTRA (g)	
PESO UNITARIO HÚMEDO (Ton/m3)	
PESO UNITARIO SECO (Ton/m3)	

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS

INV. E- 125 - 2013

LIMITE LIQUIDO

VIDRIO No.	11J	O7	57	
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	30,8	30,9	32,3	
Peso suelo seco + Rec. (g)	21,6	21,3	22,2	
Peso del Recipiente (g)	8,4	8,3	9,1	
% HUMEDAD	70,21	73,94	76,68	
No. GOLPES	35	25	15	

INV. E- 126 - 2013

LIMITE PLASTICO			RESULTADOS		
VIDRIO No.	61	59	LIMITE LIQUIDO		73
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	22,2	20,2	LIMITE PLASTICO		32
Peso suelo seco + Rec. (g)	19,1	17,4	INDICE DE PLASTICIDAD		42
Peso del Recipiente (g)	9,2	8,5	PLASTICIDAD MUY ALTA		
% HUMEDAD	31,50	31,61	U.S.C.	CH	Fracción Fina

COLAPSABILIDAD	0,90	CONTRACCIÓN LINEAL (%)	19,5

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

INV E-123-2013

Recipiente No.	4R	4R
Peso suelo seco + recipiente	176,2	77
Peso recipiente	68,1	68,1
Peso suelo seco	108,1	9,1

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	RETENIDO %	RETENIDO ACUMULADO %	% QUE PASA
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,7	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 40	0,4	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 200	0,074	9,1	8,4	8,4	91,6
FONDO	0	0,0	0,0	8,4	91,6

ERROR DE ENSAYO

RESULTADOS DEL ENSAYO

PORCENTAJE DE GRAVAS	**0,0**	
Porcentaje de gravas gruesas	0,0	
Porcentaje de gravas medias	0,0	
Porcentaje de gravas finas	0,0	**MATERIAL FINO (CL,CH o ML,MH)**
PORCENTAJE DE ARENAS	**8,4**	
Porcentaje de arenas gruesas	0,0	
Porcentaje de arenas medias	0,0	
Porcentaje de arenas finas	8,4	
PORCENTAJE DE FINOS	**91,6**	

OBSERVACIONES	

ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
ROCIO ORTIZ	NICOLAS OROZCO	AZAEL JAIMES VILLAMIZAR

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

AJV INGENIEROS SAS	CLASIFICACION PRIMARIA	Codigo: F-COC-04
	AJV INGENIEROS	Fecha: 2-05-2019
	CONSULTORIA OBRAS CIVILES	Versión: 01
		Pagina 1 de 1

No. PROYECTO	147	FECHA DE EJECUCION	26/11/2020
ENTIDAD CONTRATANTE	BUSERCO	ABSCISA	NA
OBJETO	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, MUNICIPIO DE PELAYO	PROFUNDIDAD	7,00-8,00
SONDEO / APIQUE	1	MUESTRA	8

DETERMINACION EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) FR SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO - AGREGADO

INV E-122-2013

Recipiente No.	56
Muestra humeda + recipiente	230,3
Mestra seca + recipiente	188
Peso recipiente	68,5
Humedad natural, en %	35,4

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ORGÁNICO EN SUELOS MEDIANTE PÉRDIDA POR IGNICIÓN

INV E-121-2013

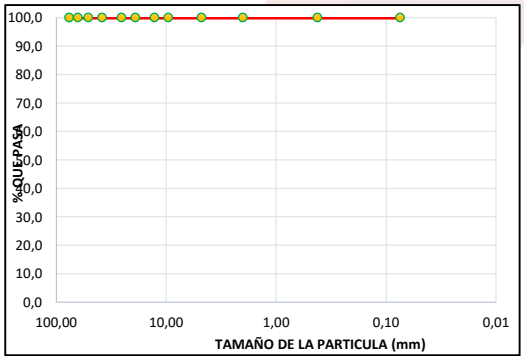
Recipiente No.	
Muestra seca + recipiente	
Muestra calcinada + recipiente	
Peso recipiente (g).	
Contenido de materia orgánica %	

Indice de Consistencia, IC	0,89
Indice de Líquidez, IL	0,11

LAVADO SOBRE TAMIZ No 200

INV E-214-2013

Recipiente No.	56
Muestra seca + recipiente	188
Muestra seca lavada + recipiente	68,5
Peso recipiente (g)	68,5
% Que pasa el tamiz No 200.	100,0



PESO UNITARIO MEDIDO

INV E-136-2013

ALTURA DE LA MUESTRA (Cm)	
DIAMETRO (Cm)	
VOLUMEN MEDIDO (Cm3)	
PESO DE LA MUESTRA (g)	
PESO UNITARIO HÚMEDO (Ton/m3)	
PESO UNITARIO SECO (Ton/m3)	

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS

INV. E- 125 - 2013

LIMITE LIQUIDO

VIDRIO No.	J16	6I	7QR	
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	26,6	27,7	28,7	
Peso suelo seco + Rec. (g)	18,2	18,6	19,0	
Peso del Recipiente (g)	7,3	7,4	7,4	
% HUMEDAD	77,89	80,97	84,08	
No. GOLPES	35	25	15	

INV. E- 126 - 2013

LIMITE PLASTICO			RESULTADOS		
VIDRIO No.	34	5	LIMITE LIQUIDO		81
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	16,6	16,4	LIMITE PLASTICO		30
Peso suelo seco + Rec. (g)	14,3	14,1	INDICE DE PLASTICIDAD		51
Peso del Recipiente (g)	6,5	6,4	PLASTICIDAD MUY ALTA		
% HUMEDAD	29,58	29,51	U.S.C.	CH	Fracción Fina

COLAPSABILIDAD	0,84	CONTRACCIÓN LINEAL (%)	24,0

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

INV E-123-2013

Recipiente No.	56	56
Peso suelo seco + recipiente	188,0	69
Peso recipiente	68,5	68,5
Peso suelo seco	119,5	0,0

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	RETENIDO %	RETENIDO ACUMULADO %	% QUE PASA
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,7	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 40	0,4	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 200	0,074	0,0	0,0	0,0	100,0
FONDO	0	0,0	0,0	0,0	100,0

ERROR DE ENSAYO

RESULTADOS DEL ENSAYO

PORCENTAJE DE GRAVAS	0,0	
Porcentaje de gravas gruesas	0,0	
Porcentaje de gravas medias	0,0	
Porcentaje de gravas finas	0,0	MATERIAL FINO (CL,CH o ML,MH)
PORCENTAJE DE ARENAS	0,0	
Porcentaje de arenas gruesas	0,0	
Porcentaje de arenas medias	0,0	
Porcentaje de arenas finas	0,0	
PORCENTAJE DE FINOS	100,0	

OBSERVACIONES	

ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
ROCIO ORTIZ	NICOLAS OROZCO	AZAEL JAIMES VILLAMIZAR

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

	CLASIFICACION PRIMARIA	Codigo: F-COC-04
AJV INGENIEROS SAS	AJV INGENIEROS	Fecha: 2-05-2019
	CONSULTORIA OBRAS CIVILES	Versión: 01
		Pagina 1 de 1

No. PROYECTO	147	FECHA DE EJECUCION	26/11/2020
ENTIDAD CONTRATANTE	BUSERCO	ABSCISA	NA
OBJETO	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, MUNICIPIO DE PELAYO	PROFUNDIDAD	8,00-9,00
SONDEO / APIQUE	1	MUESTRA	9

DETERMINACION EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) FR SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO - AGREGADO

INV E-122-2013

Recipiente No.	5ZR
Muestra humeda + recipiente	224,4
Mestra seca + recipiente	180,2
Peso recipiente	64,5
Humedad natural, en %	38,2

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ORGÁNICO EN SUELOS MEDIANTE PÉRDIDA POR IGNICIÓN

INV E-121-2013

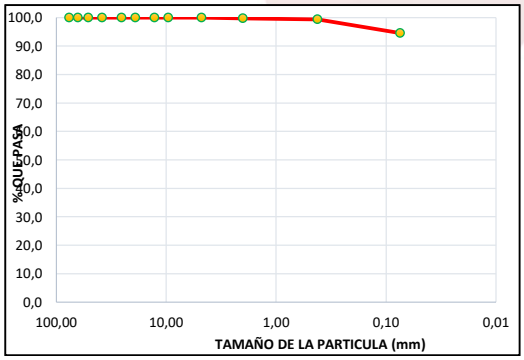
Recipiente No.	
Muestra seca + recipiente	
Muestra calcinada + recipiente	
Peso recipiente (g).	
Contenido de materia orgánica %	

Indice de Consistencia, IC	0,82
Indice de Líquidez, IL	0,18

LAVADO SOBRE TAMIZ No 200

INV E-214-2013

Recipiente No.	5ZR
Muestra seca + recipiente	180,2
Muestra seca lavada + recipiente	70,8
Peso recipiente (g)	64,5
% Que pasa el tamiz No 200.	94,6



PESO UNITARIO MEDIDO

INV E-136-2013

ALTURA DE LA MUESTRA (Cm)	
DIAMETRO (Cm)	
VOLUMEN MEDIDO (Cm3)	
PESO DE LA MUESTRA (g)	
PESO UNITARIO HÚMEDO (Ton/m3)	
PESO UNITARIO SECO (Ton/m3)	

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS

INV. E- 125 - 2013

LIMITE LIQUIDO

VIDRIO No.	73	65A	O3M	
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	26,6	27,6	28,6	
Peso suelo seco + Rec. (g)	19,1	19,4	19,8	
Peso del Recipiente (g)	8,6	8,4	8,4	
% HUMEDAD	71,10	74,11	77,37	
No. GOLPES	35	25	15	

INV. E- 126 - 2013

LIMITE PLASTICO			RESULTADOS		
VIDRIO No.	296X	432T	LIMITE LIQUIDO		74
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	15,8	15,8	LIMITE PLASTICO		30
Peso suelo seco + Rec. (g)	13,5	13,5	INDICE DE PLASTICIDAD		44
Peso del Recipiente (g)	5,8	5,7	PLASTICIDAD MUY ALTA		
% HUMEDAD	30,30	30,22	U.S.C.	CH	Fracción Fina

COLAPSABILIDAD	0,89	CONTRACCIÓN LINEAL (%)	20,4

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

INV E-123-2013

Recipiente No.	5ZR	5ZR
Peso suelo seco + recipiente	180,2	71
Peso recipiente	64,5	64,5
Peso suelo seco	115,7	6,3

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	RETENIDO %	RETENIDO ACUMULADO %	% QUE PASA
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,7	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	0,3	0,3	0,3	99,7
No. 40	0,4	0,4	0,3	0,6	99,4
No. 200	0,074	5,6	4,8	5,4	94,6
FONDO	0	0,0	0,0	5,4	94,6

ERROR DE ENSAYO

RESULTADOS DEL ENSAYO

PORCENTAJE DE GRAVAS	0,0	
Porcentaje de gravas gruesas	0,0	
Porcentaje de gravas medias	0,0	
Porcentaje de gravas finas	0,0	MATERIAL FINO (CL,CH o ML,MH)
PORCENTAJE DE ARENAS	5,4	
Porcentaje de arenas gruesas	0,3	
Porcentaje de arenas medias	0,3	
Porcentaje de arenas finas	4,8	
PORCENTAJE DE FINOS	94,6	

OBSERVACIONES	

ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
ROCIO ORTIZ	NICOLAS OROZCO	AZAEL JAIMES VILLAMIZAR

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

AJV INGENIEROS SAS	CLASIFICACION PRIMARIA	**Codigo:** F-COC-04
	AJV INGENIEROS	**Fecha:** 2-05-2019
	CONSULTORIA OBRAS CIVILES	**Versión:** 01
		Pagina 1 de 1

No. PROYECTO	147	**FECHA DE EJECUCION**	26/11/2020
ENTIDAD CONTRATANTE	BUSERCO	**ABSCISA**	NA
OBJETO	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, MUNICIPIO DE PELAYO	**PROFUNDIDAD**	9,00-10,00
SONDEO / APIQUE	1	**MUESTRA**	10

DETERMINACION EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) FR SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO - AGREGADO

INV E-122-2013

Recipiente No.	70
Muestra humeda + recipiente	249,3
Mestra seca + recipiente	204,6
Peso recipiente	71
Humedad natural, en %	33,5

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ORGÁNICO EN SUELOS MEDIANTE PÉRDIDA POR IGNICIÓN

INV E-121-2013

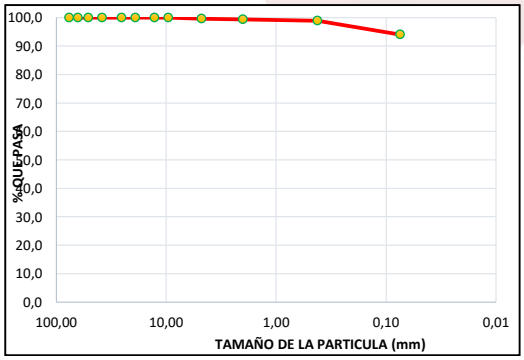
Recipiente No.	
Muestra seca + recipiente	
Muestra calcinada + recipiente	
Peso recipiente (g).	
Contenido de materia orgánica %	

Indice de Consistencia, IC	0,95
Indice de Líquidez, IL	0,05

LAVADO SOBRE TAMIZ No 200

INV E-214-2013

Recipiente No.	70
Muestra seca + recipiente	204,6
Muestra seca lavada + recipiente	79
Peso recipiente (g)	71
% Que pasa el tamiz No 200.	94,0



PESO UNITARIO MEDIDO

INV E-136-2013

ALTURA DE LA MUESTRA (Cm)	
DIAMETRO (Cm)	
VOLUMEN MEDIDO (Cm3)	
PESO DE LA MUESTRA (g)	
PESO UNITARIO HÚMEDO (Ton/m3)	
PESO UNITARIO SECO (Ton/m3)	

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS

INV. E- 125 - 2013

LIMITE LIQUIDO

VIDRIO No.	681	WA	67	
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	37,2	31,4	36,7	
Peso suelo seco + Rec. (g)	25,5	21,6	23,5	
Peso del Recipiente (g)	9,2	8,4	7,1	
% HUMEDAD	71,60	74,90	80,39	
No. GOLPES	35	25	15	

INV. E- 126 - 2013

LIMITE PLASTICO			RESULTADOS		
VIDRIO No.	15A	22Y	LIMITE LIQUIDO		75
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	18,3	18,2	LIMITE PLASTICO		31
Peso suelo seco + Rec. (g)	15,9	15,8	INDICE DE PLASTICIDAD		44
Peso del Recipiente (g)	8,1	8,4	PLASTICIDAD MUY ALTA		
% HUMEDAD	31,02	31,28	U.S.C.	CH	Fracción Fina

COLAPSABILIDAD	0,88	CONTRACCIÓN LINEAL (%)	20,6

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

INV E-123-2013

Recipiente No.	70	70
Peso suelo seco + recipiente	204,6	79
Peso recipiente	71,0	71,0
Peso suelo seco	133,6	8,0

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	RETENIDO %	RETENIDO ACUMULADO %	% QUE PASA
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,7	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,5	0,4	0,4	99,6
No10	2	0,3	0,2	0,6	99,4
No. 40	0,4	0,7	0,5	1,1	98,9
No. 200	0,074	6,5	4,9	6,0	94,0
FONDO	0	0,0	0,0	6,0	94,0

ERROR DE ENSAYO

RESULTADOS DEL ENSAYO

PORCENTAJE DE GRAVAS	**0,4**	
Porcentaje de gravas gruesas	0,0	
Porcentaje de gravas medias	0,0	
Porcentaje de gravas finas	0,4	**MATERIAL FINO (CL,CH o ML,MH)**
PORCENTAJE DE ARENAS	**5,6**	
Porcentaje de arenas gruesas	0,2	
Porcentaje de arenas medias	0,5	
Porcentaje de arenas finas	4,9	
PORCENTAJE DE FINOS	**94,0**	

OBSERVACIONES	

ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
ROCIO ORTIZ	NICOLAS OROZCO	AZAEL JAIMES VILLAMIZAR

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

	CLASIFICACION PRIMARIA	Codigo: F-COC-04
AJV INGENIEROS SAS	AJV INGENIEROS	Fecha: 2-05-2019
	CONSULTORIA OBRAS CIVILES	Versión: 01
		Pagina 1 de 1

No. PROYECTO	147	FECHA DE EJECUCION	26/11/2020
ENTIDAD CONTRATANTE	BUSERCO	ABSCISA	NA
OBJETO	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, MUNICIPIO DE PELAYO	PROFUNDIDAD	0,00-1,00
SONDEO / APIQUE	2	MUESTRA	1

DETERMINACION EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) FR SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO - AGREGADO

INV E-122-2013

Recipiente No.	8R
Muestra humeda + recipiente	250
Mestra seca + recipiente	198
Peso recipiente	33,2
Humedad natural, en %	31,6

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ORGÁNICO EN SUELOS MEDIANTE PÉRDIDA POR IGNICIÓN

INV E-121-2013

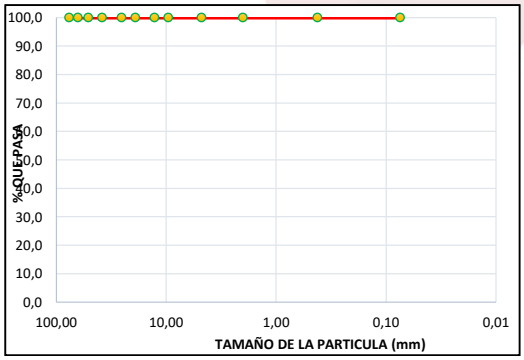
Recipiente No.	
Muestra seca + recipiente	
Muestra calcinada + recipiente	
Peso recipiente (g).	
Contenido de materia orgánica %	

Indice de Consistencia, IC	1,03
Indice de Líquidez, IL	-0,03

LAVADO SOBRE TAMIZ No 200

INV E-214-2013

Recipiente No.	8R
Muestra seca + recipiente	198
Muestra seca lavada + recipiente	33,2
Peso recipiente (g)	33,2
% Que pasa el tamiz No 200.	100,0



PESO UNITARIO MEDIDO

INV E-136-2013

ALTURA DE LA MUESTRA (Cm)	
DIAMETRO (Cm)	
VOLUMEN MEDIDO (Cm3)	
PESO DE LA MUESTRA (g)	
PESO UNITARIO HÚMEDO (Ton/m3)	
PESO UNITARIO SECO (Ton/m3)	

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS

INV. E- 125 - 2013

LIMITE LIQUIDO

VIDRIO No.	109	L28	X1	
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	26,5	27,7	28,7	
Peso suelo seco + Rec. (g)	18,1	18,5	18,9	
Peso del Recipiente (g)	6,8	6,7	6,9	
% HUMEDAD	73,92	77,31	81,15	
No. GOLPES	35	25	15	

INV. E- 126 - 2013

LIMITE PLASTICO			RESULTADOS		
VIDRIO No.	OO2	YR	LIMITE LIQUIDO		77
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	15,9	15,9	LIMITE PLASTICO		33
Peso suelo seco + Rec. (g)	13,4	13,4	INDICE DE PLASTICIDAD		44
Peso del Recipiente (g)	5,8	5,8	PLASTICIDAD MUY ALTA		
% HUMEDAD	32,94	32,72	U.S.C.	CH	Fracción Fina

COLAPSABILIDAD	0,87	CONTRACCIÓN LINEAL (%)	20,7

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

INV E-123-2013

Recipiente No.	8R	8R
Peso suelo seco + recipiente	198,0	33
Peso recipiente	33,2	33,2
Peso suelo seco	164,8	0,0

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	RETENIDO %	RETENIDO ACUMULADO %	% QUE PASA
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,7	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 40	0,4	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 200	0,074	0,0	0,0	0,0	100,0
FONDO	0	0,0	0,0	0,0	100,0

ERROR DE ENSAYO

RESULTADOS DEL ENSAYO

PORCENTAJE DE GRAVAS	0,0	
Porcentaje de gravas gruesas	0,0	
Porcentaje de gravas medias	0,0	
Porcentaje de gravas finas	0,0	MATERIAL FINO (CL,CH o ML,MH)
PORCENTAJE DE ARENAS	0,0	
Porcentaje de arenas gruesas	0,0	
Porcentaje de arenas medias	0,0	
Porcentaje de arenas finas	0,0	
PORCENTAJE DE FINOS	100,0	

OBSERVACIONES	

ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
ROCIO ORTIZ	NICOLAS OROZCO	AZAEL JAIMES VILLAMIZAR

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

	CLASIFICACION PRIMARIA	Codigo: F-COC-04
AJV INGENIEROS SAS	AJV INGENIEROS	Fecha: 2-05-2019
	CONSULTORIA OBRAS CIVILES	Versión: 01
		Pagina 1 de 1

No. PROYECTO	147	FECHA DE EJECUCION	26/11/2020
ENTIDAD CONTRATANTE	BUSERCO	ABSCISA	NA
OBJETO	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, MUNICIPIO DE PELAYO	PROFUNDIDAD	1,00-2,00
SONDEO / APIQUE	2	MUESTRA	2

DETERMINACION EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) FR SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO - AGREGADO

INV E-122-2013

Recipiente No.	36A
Muestra humeda + recipiente	150,6
Mestra seca + recipiente	133,9
Peso recipiente	63,1
Humedad natural, en %	23,6

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ORGÁNICO EN SUELOS MEDIANTE PÉRDIDA POR IGNICIÓN

INV E-121-2013

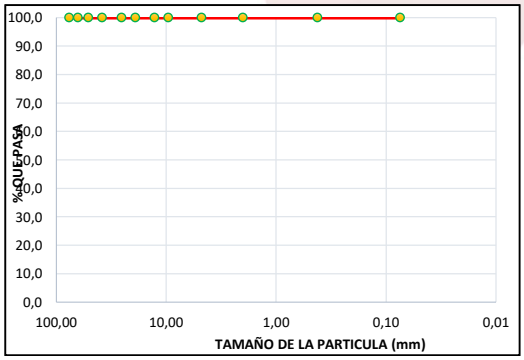
Recipiente No.	
Muestra seca + recipiente	
Muestra calcinada + recipiente	
Peso recipiente (g).	
Contenido de materia orgánica %	

Indice de Consistencia, IC	1,32
Indice de Líquidez, IL	-0,32

LAVADO SOBRE TAMIZ No 200

INV E-214-2013

Recipiente No.	36A
Muestra seca + recipiente	133,9
Muestra seca lavada + recipiente	63,1
Peso recipiente (g)	63,1
% Que pasa el tamiz No 200.	100,0



PESO UNITARIO MEDIDO

INV E-136-2013

ALTURA DE LA MUESTRA (Cm)	
DIAMETRO (Cm)	
VOLUMEN MEDIDO (Cm3)	
PESO DE LA MUESTRA (g)	
PESO UNITARIO HÚMEDO (Ton/m3)	
PESO UNITARIO SECO (Ton/m3)	

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS

INV. E- 125 - 2013

LIMITE LIQUIDO

VIDRIO No.	O36	M31	61	
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	33,0	33,0	37,3	
Peso suelo seco + Rec. (g)	23,0	22,5	25,4	
Peso del Recipiente (g)	7,4	7,4	9,2	
% HUMEDAD	63,76	68,98	73,46	
No. GOLPES	35	25	15	

INV. E- 126 - 2013

LIMITE PLASTICO			RESULTADOS		
VIDRIO No.	27X	82L	LIMITE LIQUIDO		68
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	20,8	19,6	LIMITE PLASTICO		34
Peso suelo seco + Rec. (g)	17,3	16,5	INDICE DE PLASTICIDAD		34
Peso del Recipiente (g)	7,0	7,2	PLASTICIDAD ALTA		
% HUMEDAD	34,74	34,02	U.S.C.	MH	Fracción Fina

COLAPSABILIDAD	0,94	CONTRACCIÓN LINEAL (%)	15,8

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

INV E-123-2013

Recipiente No.	36A	36A
Peso suelo seco + recipiente	133,9	63
Peso recipiente	63,1	63,1
Peso suelo seco	70,8	0,0

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	RETENIDO %	RETENIDO ACUMULADO %	% QUE PASA
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,7	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 40	0,4	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 200	0,074	0,0	0,0	0,0	100,0
FONDO	0	0,0	0,0	0,0	100,0

ERROR DE ENSAYO

RESULTADOS DEL ENSAYO

PORCENTAJE DE GRAVAS	0,0	
Porcentaje de gravas gruesas	0,0	
Porcentaje de gravas medias	0,0	
Porcentaje de gravas finas	0,0	MATERIAL FINO (CL,CH o ML,MH)
PORCENTAJE DE ARENAS	0,0	
Porcentaje de arenas gruesas	0,0	
Porcentaje de arenas medias	0,0	
Porcentaje de arenas finas	0,0	
PORCENTAJE DE FINOS	100,0	

OBSERVACIONES	

ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
ROCIO ORTIZ	NICOLAS OROZCO	AZAEL JAIMES VILLAMIZAR

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

AJV INGENIEROS SAS	CLASIFICACION PRIMARIA	**Codigo:** F-COC-04
	AJV INGENIEROS	**Fecha:** 2-05-2019
	CONSULTORIA OBRAS CIVILES	**Versión:** 01
		Pagina 1 de 1

No. PROYECTO	147	**FECHA DE EJECUCION**	26/11/2020
ENTIDAD CONTRATANTE	BUSERCO	**ABSCISA**	NA
OBJETO	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, MUNICIPIO DE PELAYO	**PROFUNDIDAD**	2,00-3,00
SONDEO / APIQUE	2	**MUESTRA**	3

DETERMINACION EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) FR SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO - AGREGADO

INV E-122-2013

Recipiente No.	21B
Muestra humeda + recipiente	235,4
Mestra seca + recipiente	210
Peso recipiente	67,7
Humedad natural, en %	17,8

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ORGÁNICO EN SUELOS MEDIANTE PÉRDIDA POR IGNICIÓN

INV E-121-2013

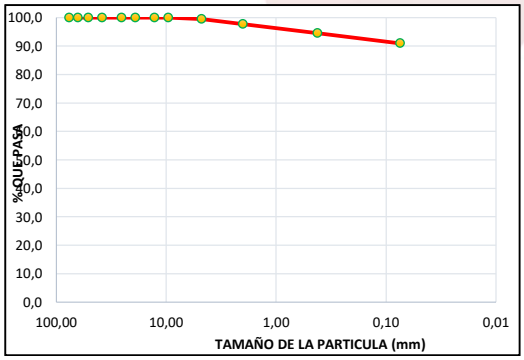
Recipiente No.	
Muestra seca + recipiente	
Muestra calcinada + recipiente	
Peso recipiente (g).	
Contenido de materia orgánica %	

Indice de Consistencia, IC	1,22
Indice de Líquidez, IL	-0,22

LAVADO SOBRE TAMIZ No 200

INV E-214-2013

Recipiente No.	21B
Muestra seca + recipiente	210
Muestra seca lavada + recipiente	80,6
Peso recipiente (g)	67,7
% Que pasa el tamiz No 200.	90,9



PESO UNITARIO MEDIDO

INV E-136-2013

ALTURA DE LA MUESTRA (Cm)	
DIAMETRO (Cm)	
VOLUMEN MEDIDO (Cm3)	
PESO DE LA MUESTRA (g)	
PESO UNITARIO HÚMEDO (Ton/m3)	
PESO UNITARIO SECO (Ton/m3)	

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS

INV. E- 125 - 2013

LIMITE LIQUIDO

VIDRIO No.	HR	18R	AR	
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	26,7	28,7	28,6	
Peso suelo seco + Rec. (g)	20,3	21,4	20,9	
Peso del Recipiente (g)	6,7	6,9	6,6	
% HUMEDAD	47,27	50,69	54,28	
No. GOLPES	35	25	15	

INV. E- 126 - 2013

LIMITE PLASTICO			RESULTADOS		
VIDRIO No.	E3	E12	LIMITE LIQUIDO		50
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	15,0	15,2	LIMITE PLASTICO		24
Peso suelo seco + Rec. (g)	13,1	13,2	INDICE DE PLASTICIDAD		26
Peso del Recipiente (g)	5,0	5,0	PLASTICIDAD ALTA		
% HUMEDAD	23,56	24,05	U.S.C.	CH	Fracción Fina

COLAPSABILIDAD	1,13	CONTRACCIÓN LINEAL (%)	12,4

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

INV E-123-2013

Recipiente No.	21B	21B
Peso suelo seco + recipiente	210,0	81
Peso recipiente	67,7	67,7
Peso suelo seco	142,3	12,9

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	RETENIDO %	RETENIDO ACUMULADO %	% QUE PASA
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,7	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,7	0,5	0,5	99,5
No10	2	2,6	1,8	2,3	97,7
No. 40	0,4	4,5	3,2	5,5	94,5
No. 200	0,074	5,1	3,6	9,1	90,9
FONDO	0	0,0	0,0	9,1	90,9

ERROR DE ENSAYO

RESULTADOS DEL ENSAYO

PORCENTAJE DE GRAVAS	**0,5**	
Porcentaje de gravas gruesas	0,0	
Porcentaje de gravas medias	0,0	
Porcentaje de gravas finas	0,5	**MATERIAL FINO (CL,CH o ML,MH)**
PORCENTAJE DE ARENAS	**8,6**	
Porcentaje de arenas gruesas	1,8	
Porcentaje de arenas medias	3,2	
Porcentaje de arenas finas	3,6	
PORCENTAJE DE FINOS	**90,9**	

OBSERVACIONES	

ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
ROCIO ORTIZ	NICOLAS OROZCO	AZAEL JAIMES VILLAMIZAR

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

	CLASIFICACION PRIMARIA	Codigo: F-COC-04
AJV INGENIEROS SAS	AJV INGENIEROS	Fecha: 2-05-2019
	CONSULTORIA OBRAS CIVILES	Versión: 01
		Pagina 1 de 1

No. PROYECTO	147	FECHA DE EJECUCION	26/11/2020
ENTIDAD CONTRATANTE	BUSERCO	ABSCISA	NA
OBJETO	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, MUNICIPIO DE PELAYO	PROFUNDIDAD	3,00-4,00
SONDEO / APIQUE	2	MUESTRA	4

DETERMINACION EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) FR SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO - AGREGADO

INV E-122-2013

Recipiente No.	536A
Muestra humeda + recipiente	185,5
Mestra seca + recipiente	160,2
Peso recipiente	37,8
Humedad natural, en %	20,7

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ORGÁNICO EN SUELOS MEDIANTE PÉRDIDA POR IGNICIÓN

INV E-121-2013

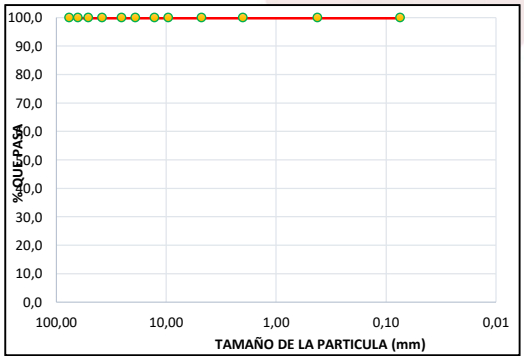
Recipiente No.	
Muestra seca + recipiente	
Muestra calcinada + recipiente	
Peso recipiente (g).	
Contenido de materia orgánica %	

Indice de Consistencia, IC	1,28
Indice de Líquidez, IL	-0,28

LAVADO SOBRE TAMIZ No 200

INV E-214-2013

Recipiente No.	536A
Muestra seca + recipiente	160,2
Muestra seca lavada + recipiente	37,8
Peso recipiente (g)	37,8
% Que pasa el tamiz No 200.	100,0



PESO UNITARIO MEDIDO

INV E-136-2013

ALTURA DE LA MUESTRA (Cm)	
DIAMETRO (Cm)	
VOLUMEN MEDIDO (Cm3)	
PESO DE LA MUESTRA (g)	
PESO UNITARIO HÚMEDO (Ton/m3)	
PESO UNITARIO SECO (Ton/m3)	

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS

INV. E- 125 - 2013

LIMITE LIQUIDO

VIDRIO No.	110R	27	46	
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	25,9	31,9	33,3	
Peso suelo seco + Rec. (g)	20,3	24,1	24,8	
Peso del Recipiente (g)	8,3	8,4	8,4	
% HUMEDAD	47,44	49,40	51,95	
No. GOLPES	35	25	15	

INV. E- 126 - 2013

LIMITE PLASTICO			RESULTADOS		
VIDRIO No.	15A	22Y	LIMITE LIQUIDO		49
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	18,3	18,0	LIMITE PLASTICO		27
Peso suelo seco + Rec. (g)	16,2	16,0	INDICE DE PLASTICIDAD		22
Peso del Recipiente (g)	8,3	8,4	PLASTICIDAD ALTA		
% HUMEDAD	27,22	26,77	U.S.C.	CL	Fracción Fina

COLAPSABILIDAD	1,14	CONTRACCIÓN LINEAL (%)	10,5

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

INV E-123-2013

Recipiente No.	536A	536A
Peso suelo seco + recipiente	160,2	38
Peso recipiente	37,8	37,8
Peso suelo seco	122,4	0,0

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	RETENIDO %	RETENIDO ACUMULADO %	% QUE PASA
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,7	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 40	0,4	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 200	0,074	0,0	0,0	0,0	100,0
FONDO	0	0,0	0,0	0,0	100,0

ERROR DE ENSAYO

RESULTADOS DEL ENSAYO

PORCENTAJE DE GRAVAS	0,0	
Porcentaje de gravas gruesas	0,0	
Porcentaje de gravas medias	0,0	
Porcentaje de gravas finas	0,0	MATERIAL FINO (CL,CH o ML,MH)
PORCENTAJE DE ARENAS	0,0	
Porcentaje de arenas gruesas	0,0	
Porcentaje de arenas medias	0,0	
Porcentaje de arenas finas	0,0	
PORCENTAJE DE FINOS	100,0	

OBSERVACIONES	

ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
ROCIO ORTIZ	NICOLAS OROZCO	AZAEL JAIMES VILLAMIZAR

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

	CLASIFICACION PRIMARIA	Codigo: F-COC-04
AJV INGENIEROS SAS	AJV INGENIEROS	Fecha: 2-05-2019
	CONSULTORIA OBRAS CIVILES	Versión: 01
		Pagina 1 de 1

No. PROYECTO	147	FECHA DE EJECUCION	26/11/2020
ENTIDAD CONTRATANTE	BUSERCO	ABSCISA	NA
OBJETO	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, MUNICIPIO DE PELAYO	PROFUNDIDAD	4,00-5,00
SONDEO / APIQUE	2	MUESTRA	5

DETERMINACION EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) FR SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO - AGREGADO

INV E-122-2013

Recipiente No.	539AA
Muestra humeda + recipiente	222,4
Mestra seca + recipiente	185,8
Peso recipiente	37,8
Humedad natural, en %	24,7

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ORGÁNICO EN SUELOS MEDIANTE PÉRDIDA POR IGNICIÓN

INV E-121-2013

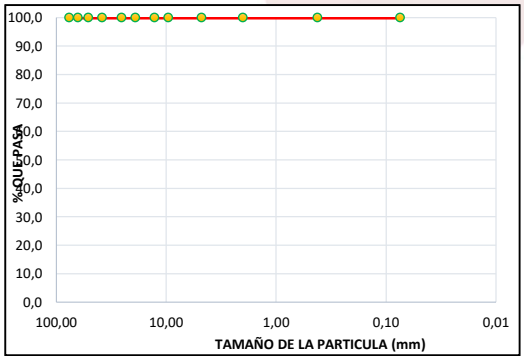
Recipiente No.	
Muestra seca + recipiente	
Muestra calcinada + recipiente	
Peso recipiente (g).	
Contenido de materia orgánica %	

Indice de Consistencia, IC	1,10
Indice de Líquidez, IL	-0,10

LAVADO SOBRE TAMIZ No 200

INV E-214-2013

Recipiente No.	539AA
Muestra seca + recipiente	185,8
Muestra seca lavada + recipiente	37,8
Peso recipiente (g)	37,8
% Que pasa el tamiz No 200.	100,0



PESO UNITARIO MEDIDO

INV E-136-2013

ALTURA DE LA MUESTRA (Cm)	
DIAMETRO (Cm)	
VOLUMEN MEDIDO (Cm3)	
PESO DE LA MUESTRA (g)	
PESO UNITARIO HÚMEDO (Ton/m3)	
PESO UNITARIO SECO (Ton/m3)	

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS

INV. E- 125 - 2013

LIMITE LIQUIDO

VIDRIO No.	937	76	R7	
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	26,5	27,5	28,6	
Peso suelo seco + Rec. (g)	19,4	19,7	20,2	
Peso del Recipiente (g)	6,8	6,7	6,9	
% HUMEDAD	56,32	59,43	63,05	
No. GOLPES	35	25	15	

INV. E- 126 - 2013

LIMITE PLASTICO			RESULTADOS		
VIDRIO No.	296X	432T	LIMITE LIQUIDO		59
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	15,9	15,8	LIMITE PLASTICO		28
Peso suelo seco + Rec. (g)	13,7	13,6	INDICE DE PLASTICIDAD		31
Peso del Recipiente (g)	5,8	5,7	PLASTICIDAD ALTA		
% HUMEDAD	28,01	27,88	U.S.C.	CH	Fracción Fina

COLAPSABILIDAD	1,02	CONTRACCIÓN LINEAL (%)	14,6

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

INV E-123-2013

Recipiente No.	539AA	539AA
Peso suelo seco + recipiente	185,8	38
Peso recipiente	37,8	37,8
Peso suelo seco	148,0	0,0

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	RETENIDO %	RETENIDO ACUMULADO %	% QUE PASA
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,7	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 40	0,4	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 200	0,074	0,0	0,0	0,0	100,0
FONDO	0	0,0	0,0	0,0	100,0

ERROR DE ENSAYO

RESULTADOS DEL ENSAYO

PORCENTAJE DE GRAVAS	0,0	
Porcentaje de gravas gruesas	0,0	
Porcentaje de gravas medias	0,0	
Porcentaje de gravas finas	0,0	MATERIAL FINO (CL,CH o ML,MH)
PORCENTAJE DE ARENAS	0,0	
Porcentaje de arenas gruesas	0,0	
Porcentaje de arenas medias	0,0	
Porcentaje de arenas finas	0,0	
PORCENTAJE DE FINOS	100,0	

OBSERVACIONES	

ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
ROCIO ORTIZ	NICOLAS OROZCO	AZAEL JAIMES VILLAMIZAR

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

AJV INGENIEROS SAS	CLASIFICACION PRIMARIA	Codigo: F-COC-04
	AJV INGENIEROS	Fecha: 2-05-2019
	CONSULTORIA OBRAS CIVILES	Versión: 01
		Pagina 1 de 1

No. PROYECTO	147	FECHA DE EJECUCION	26/11/2020
ENTIDAD CONTRATANTE	BUSERCO	ABSCISA	NA
OBJETO	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, MUNICIPIO DE PELAYO	PROFUNDIDAD	5,00-6,00
SONDEO / APIQUE	2	MUESTRA	6

DETERMINACION EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) FR SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO - AGREGADO

INV E-122-2013

Recipiente No.	516
Muestra humeda + recipiente	186,4
Mestra seca + recipiente	153,6
Peso recipiente	33,4
Humedad natural, en %	27,3

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ORGÁNICO EN SUELOS MEDIANTE PÉRDIDA POR IGNICIÓN

INV E-121-2013

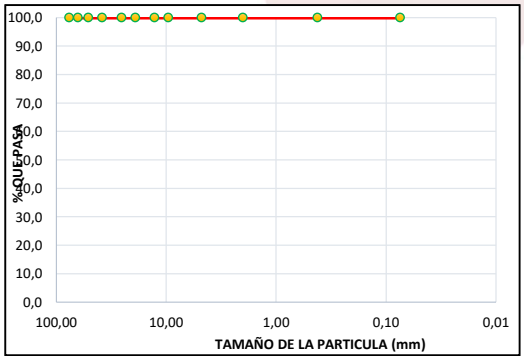
Recipiente No.	
Muestra seca + recipiente	
Muestra calcinada + recipiente	
Peso recipiente (g).	
Contenido de materia orgánica %	

Indice de Consistencia, IC	1,01
Indice de Líquidez, IL	-0,01

LAVADO SOBRE TAMIZ No 200

INV E-214-2013

Recipiente No.	516
Muestra seca + recipiente	153,6
Muestra seca lavada + recipiente	33,4
Peso recipiente (g)	33,4
% Que pasa el tamiz No 200.	100,0



PESO UNITARIO MEDIDO

INV E-136-2013

ALTURA DE LA MUESTRA (Cm)	
DIAMETRO (Cm)	
VOLUMEN MEDIDO (Cm3)	
PESO DE LA MUESTRA (g)	
PESO UNITARIO HÚMEDO (Ton/m3)	
PESO UNITARIO SECO (Ton/m3)	

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS

INV. E- 125 - 2013

LIMITE LIQUIDO

VIDRIO No.	73	O3M	65A	
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	26,4	27,5	28,5	
Peso suelo seco + Rec. (g)	20,3	20,7	21,0	
Peso del Recipiente (g)	8,6	8,4	8,4	
% HUMEDAD	52,69	55,99	59,44	
No. GOLPES	35	25	15	

INV. E- 126 - 2013

LIMITE PLASTICO			RESULTADOS		
VIDRIO No.	34	6	LIMITE LIQUIDO		56
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	16,5	16,4	LIMITE PLASTICO		28
Peso suelo seco + Rec. (g)	14,3	14,3	INDICE DE PLASTICIDAD		28
Peso del Recipiente (g)	6,5	6,4	PLASTICIDAD ALTA		
% HUMEDAD	27,61	27,43	U.S.C.	CH	Fracción Fina

COLAPSABILIDAD	1,06	CONTRACCIÓN LINEAL (%)	13,2

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

INV E-123-2013

Recipiente No.	516	516
Peso suelo seco + recipiente	153,6	33
Peso recipiente	33,4	33,4
Peso suelo seco	120,2	0,0

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	RETENIDO %	RETENIDO ACUMULADO %	% QUE PASA
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,7	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 40	0,4	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 200	0,074	0,0	0,0	0,0	100,0
FONDO	0	0,0	0,0	0,0	100,0

ERROR DE ENSAYO

RESULTADOS DEL ENSAYO

PORCENTAJE DE GRAVAS	0,0	
Porcentaje de gravas gruesas	0,0	
Porcentaje de gravas medias	0,0	
Porcentaje de gravas finas	0,0	MATERIAL FINO (CL,CH o ML,MH)
PORCENTAJE DE ARENAS	0,0	
Porcentaje de arenas gruesas	0,0	
Porcentaje de arenas medias	0,0	
Porcentaje de arenas finas	0,0	
PORCENTAJE DE FINOS	100,0	

OBSERVACIONES	

ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
ROCIO ORTIZ	NICOLAS OROZCO	AZAEL JAIMES VILLAMIZAR

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

AJV INGENIEROS SAS	CLASIFICACION PRIMARIA	**Codigo:** F-COC-04
	AJV INGENIEROS	**Fecha:** 2-05-2019
	CONSULTORIA OBRAS CIVILES	**Versión:** 01
		Pagina 1 de 1

No. PROYECTO	147	**FECHA DE EJECUCION**	26/11/2020
ENTIDAD CONTRATANTE	BUSERCO	**ABSCISA**	NA
OBJETO	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, MUNICIPIO DE PELAYO	**PROFUNDIDAD**	6,00-7,00
SONDEO / APIQUE	2	**MUESTRA**	7

DETERMINACION EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) FR SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO - AGREGADO

INV E-122-2013

Recipiente No.	XD
Muestra humeda + recipiente	187,6
Mestra seca + recipiente	155,8
Peso recipiente	38,6
Humedad natural, en %	27,1

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ORGÁNICO EN SUELOS MEDIANTE PÉRDIDA POR IGNICIÓN

INV E-121-2013

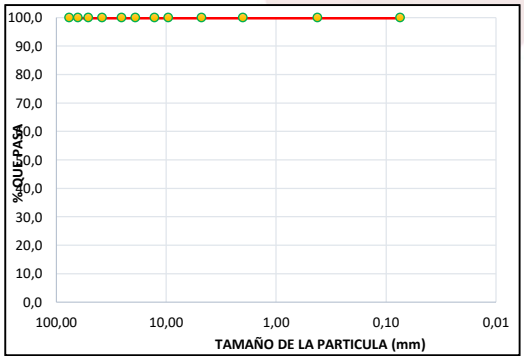
Recipiente No.	
Muestra seca + recipiente	
Muestra calcinada + recipiente	
Peso recipiente (g).	
Contenido de materia orgánica %	

Indice de Consistencia, IC	0,91
Indice de Líquidez, IL	0,09

LAVADO SOBRE TAMIZ No 200

INV E-214-2013

Recipiente No.	XD
Muestra seca + recipiente	155,8
Muestra seca lavada + recipiente	38,6
Peso recipiente (g)	38,6
% Que pasa el tamiz No 200.	100,0



PESO UNITARIO MEDIDO

INV E-136-2013

ALTURA DE LA MUESTRA (Cm)	
DIAMETRO (Cm)	
VOLUMEN MEDIDO (Cm3)	
PESO DE LA MUESTRA (g)	
PESO UNITARIO HÚMEDO (Ton/m3)	
PESO UNITARIO SECO (Ton/m3)	

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS

INV. E- 125 - 2013

LIMITE LIQUIDO

VIDRIO No.	NX	35	R3	
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	26,6	27,5	28,7	
Peso suelo seco + Rec. (g)	20,0	20,4	20,9	
Peso del Recipiente (g)	7,4	7,4	7,5	
% HUMEDAD	52,14	54,29	58,15	
No. GOLPES	35	25	15	

INV. E- 126 - 2013

LIMITE PLASTICO			RESULTADOS		
VIDRIO No.	BT	J20	LIMITE LIQUIDO		54
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	14,0	13,8	LIMITE PLASTICO		24
Peso suelo seco + Rec. (g)	12,0	11,8	INDICE DE PLASTICIDAD		30
Peso del Recipiente (g)	3,8	3,7	PLASTICIDAD ALTA		
% HUMEDAD	24,42	24,51	U.S.C.	CH	Fracción Fina

COLAPSABILIDAD	1,08	CONTRACCIÓN LINEAL (%)	14,1

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

INV E-123-2013

Recipiente No.	XD	XD
Peso suelo seco + recipiente	155,8	39
Peso recipiente	38,6	38,6
Peso suelo seco	117,2	0,0

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	RETENIDO %	RETENIDO ACUMULADO %	% QUE PASA
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,7	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 40	0,4	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 200	0,074	0,0	0,0	0,0	100,0
FONDO	0	0,0	0,0	0,0	100,0

ERROR DE ENSAYO

RESULTADOS DEL ENSAYO

PORCENTAJE DE GRAVAS	**0,0**	
Porcentaje de gravas gruesas	0,0	
Porcentaje de gravas medias	0,0	
Porcentaje de gravas finas	0,0	**MATERIAL FINO (CL,CH o ML,MH)**
PORCENTAJE DE ARENAS	**0,0**	
Porcentaje de arenas gruesas	0,0	
Porcentaje de arenas medias	0,0	
Porcentaje de arenas finas	0,0	
PORCENTAJE DE FINOS	**100,0**	

OBSERVACIONES	

ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
ROCIO ORTIZ	NICOLAS OROZCO	AZAEL JAIMES VILLAMIZAR

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

AJV INGENIEROS SAS	CLASIFICACION PRIMARIA	**Codigo:** F-COC-04
	AJV INGENIEROS	**Fecha:** 2-05-2019
	CONSULTORIA OBRAS CIVILES	**Versión:** 01
		Pagina 1 de 1

No. PROYECTO	147	**FECHA DE EJECUCION**	26/11/2020
ENTIDAD CONTRATANTE	BUSERCO	**ABSCISA**	NA
OBJETO	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, MUNICIPIO DE PELAYO	**PROFUNDIDAD**	7,00-8,00
SONDEO / APIQUE	2	**MUESTRA**	8

DETERMINACION EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) FR SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO - AGREGADO

INV E-122-2013

Recipiente No.	930A
Muestra humeda + recipiente	158,4
Mestra seca + recipiente	131,6
Peso recipiente	38,1
Humedad natural, en %	28,7

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ORGÁNICO EN SUELOS MEDIANTE PÉRDIDA POR IGNICIÓN

INV E-121-2013

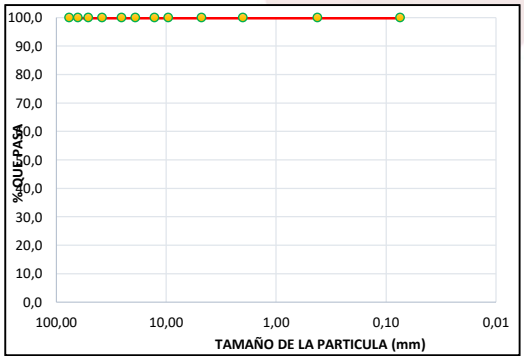
Recipiente No.	
Muestra seca + recipiente	
Muestra calcinada + recipiente	
Peso recipiente (g).	
Contenido de materia orgánica %	

Indice de Consistencia, IC	0,86
Indice de Líquidez, IL	0,14

LAVADO SOBRE TAMIZ No 200

INV E-214-2013

Recipiente No.	930A
Muestra seca + recipiente	131,6
Muestra seca lavada + recipiente	38,1
Peso recipiente (g)	38,1
% Que pasa el tamiz No 200.	100,0



PESO UNITARIO MEDIDO

INV E-136-2013

ALTURA DE LA MUESTRA (Cm)	
DIAMETRO (Cm)	
VOLUMEN MEDIDO (Cm3)	
PESO DE LA MUESTRA (g)	
PESO UNITARIO HÚMEDO (Ton/m3)	
PESO UNITARIO SECO (Ton/m3)	

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS

INV. E- 125 - 2013

LIMITE LIQUIDO

VIDRIO No.	11	J63	56	
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	26,9	31,8	28,6	
Peso suelo seco + Rec. (g)	20,2	24,0	21,4	
Peso del Recipiente (g)	6,9	8,9	8,3	
% HUMEDAD	50,19	52,02	54,89	
No. GOLPES	35	25	15	

INV. E- 126 - 2013

LIMITE PLASTICO			RESULTADOS		
VIDRIO No.	38	17	LIMITE LIQUIDO		52
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	18,0	17,8	LIMITE PLASTICO		25
Peso suelo seco + Rec. (g)	15,9	15,7	INDICE DE PLASTICIDAD		27
Peso del Recipiente (g)	7,5	7,1	PLASTICIDAD ALTA		
% HUMEDAD	25,00	24,85	U.S.C.	CH	Fracción Fina

COLAPSABILIDAD	1,10	CONTRACCIÓN LINEAL (%)	12,7

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

INV E-123-2013

Recipiente No.	930A	930A
Peso suelo seco + recipiente	131,6	38
Peso recipiente	38,1	38,1
Peso suelo seco	93,5	0,0

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	RETENIDO %	RETENIDO ACUMULADO %	% QUE PASA
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,7	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 40	0,4	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 200	0,074	0,0	0,0	0,0	100,0
FONDO	0	0,0	0,0	0,0	100,0

ERROR DE ENSAYO

RESULTADOS DEL ENSAYO

PORCENTAJE DE GRAVAS	**0,0**	
Porcentaje de gravas gruesas	0,0	
Porcentaje de gravas medias	0,0	
Porcentaje de gravas finas	0,0	**MATERIAL FINO (CL,CH o ML,MH)**
PORCENTAJE DE ARENAS	**0,0**	
Porcentaje de arenas gruesas	0,0	
Porcentaje de arenas medias	0,0	
Porcentaje de arenas finas	0,0	
PORCENTAJE DE FINOS	**100,0**	

OBSERVACIONES	

ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
ROCIO ORTIZ	NICOLAS OROZCO	AZAEL JAIMES VILLAMIZAR

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

	CLASIFICACION PRIMARIA	Codigo: F-COC-04
AJV INGENIEROS SAS	AJV INGENIEROS	Fecha: 2-05-2019
	CONSULTORIA OBRAS CIVILES	Versión: 01
		Pagina 1 de 1

No. PROYECTO	147	FECHA DE EJECUCION	26/11/2020
ENTIDAD CONTRATANTE	BUSERCO	ABSCISA	NA
OBJETO	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, MUNICIPIO DE PELAYO	PROFUNDIDAD	8,00-9,00
SONDEO / APIQUE	2	MUESTRA	9

DETERMINACION EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) FR SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO - AGREGADO

INV E-122-2013

Recipiente No.	508A
Muestra humeda + recipiente	156,5
Mestra seca + recipiente	130
Peso recipiente	34,2
Humedad natural, en %	27,7

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ORGÁNICO EN SUELOS MEDIANTE PÉRDIDA POR IGNICIÓN

INV E-121-2013

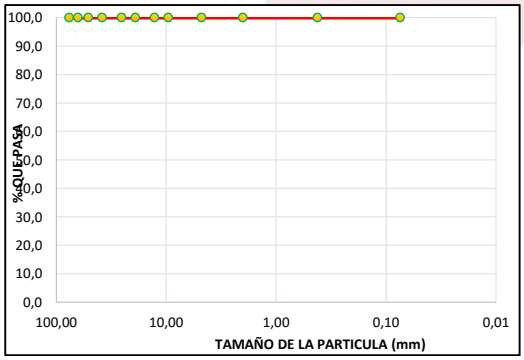
Recipiente No.	
Muestra seca + recipiente	
Muestra calcinada + recipiente	
Peso recipiente (g).	
Contenido de materia orgánica %	

Indice de Consistencia, IC	0,90
Indice de Líquidez, IL	0,10

LAVADO SOBRE TAMIZ No 200

INV E-214-2013

Recipiente No.	508A
Muestra seca + recipiente	130
Muestra seca lavada + recipiente	34,2
Peso recipiente (g)	34,2
% Que pasa el tamiz No 200.	100,0



PESO UNITARIO MEDIDO

INV E-136-2013

ALTURA DE LA MUESTRA (Cm)	
DIAMETRO (Cm)	
VOLUMEN MEDIDO (Cm3)	
PESO DE LA MUESTRA (g)	
PESO UNITARIO HÚMEDO (Ton/m3)	
PESO UNITARIO SECO (Ton/m3)	

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO DE LOS SUELOS

INV. E- 125 - 2013

LIMITE LIQUIDO

VIDRIO No.	I80	25C	2X	
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	26,3	26,7	28,3	
Peso suelo seco + Rec. (g)	20,2	20,3	21,0	
Peso del Recipiente (g)	7,1	7,6	7,1	
% HUMEDAD	46,57	50,55	53,04	
No. GOLPES	35	25	15	

INV. E- 126 - 2013

LIMITE PLASTICO			RESULTADOS		
VIDRIO No.	10A	12D	LIMITE LIQUIDO		50
Peso suelo Húmedo + Rec. (g)	16,1	15,9	LIMITE PLASTICO		25
Peso suelo seco + Rec. (g)	14,1	13,8	INDICE DE PLASTICIDAD		24
Peso del Recipiente (g)	6,1	5,8	PLASTICIDAD ALTA		
% HUMEDAD	25,16	25,40	U.S.C.	CL	Fracción Fina

COLAPSABILIDAD	1,14	CONTRACCIÓN LINEAL (%)	11,4

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

INV E-123-2013

Recipiente No.	508A	508A
Peso suelo seco + recipiente	130,0	34
Peso recipiente	34,2	34,2
Peso suelo seco	95,8	0,0

TAMIZ	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	RETENIDO %	RETENIDO ACUMULADO %	% QUE PASA
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,7	0,0	0,0	0,0	100,0
3 /8"	9,51	0,0	0,0	0,0	100,0
No 4	4,76	0,0	0,0	0,0	100,0
No10	2	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 40	0,4	0,0	0,0	0,0	100,0
No. 200	0,074	0,0	0,0	0,0	100,0
FONDO	0	0,0	0,0	0,0	100,0

ERROR DE ENSAYO

RESULTADOS DEL ENSAYO

PORCENTAJE DE GRAVAS	0,0	
Porcentaje de gravas gruesas	0,0	
Porcentaje de gravas medias	0,0	
Porcentaje de gravas finas	0,0	MATERIAL FINO (CL,CH o ML,MH)
PORCENTAJE DE ARENAS	0,0	
Porcentaje de arenas gruesas	0,0	
Porcentaje de arenas medias	0,0	
Porcentaje de arenas finas	0,0	
PORCENTAJE DE FINOS	100,0	

OBSERVACIONES	

ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
ROCIO ORTIZ	NICOLAS OROZCO	AZAEL JAIMES VILLAMIZAR

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

TABLA DE RESULTADOS

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

AJV INGENIEROS SAS

TABLA DE RESULTADOS SONDEOS

PROYECTO:	147	**ORDENADO POR:**	BUSERCO
OBJETO	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, MUNICIPIO DE SAN PELAYO	**REALIZADO POR:**	ING. NICOLAS OROZCO
SECTOR:	MUNICIPIO DE PELAYO, DEPARTAMENTO DE CORDOBA	**FECHA DE EJECUCIÓN:**	30/11/2020

LOCALIZACIÓN	SONDEO Nº.	MUESTRA No.	TIPO DE MUESTRA	PROFUNDIDAD DE LA MUESTRA	PROFUNDIDAD DEL ESTRATO		HUMEDAD (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	GRANULOMETRIA % QUE PASA					CLASIFICACION			Número de golpes por pie, N (gol/pie)	DESCRIPCIÓN
					LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR					3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200	Indice de grupo	AASTHO	USC		
O75°56'28,1" N08°59'46,4"	1	1	B	0,00-1,00	0,00 -	1,00	32,8	91	33	58	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	(20)	A-7-5	CH		Arcilla grasa de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad
	1	2	SPT	1,00-2,00	1,00 -	2,00	33,7	81	31	50	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	(20)	A-7-5	CH	19	Arcilla grasa habana, de consistencia muy firme, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad
	1	3	SPT	2,00-3,00	2,00 -	3,00	28,7	95	38	57	100,0	100,0	100,0	100,0	75,3	(20)	A-7-5	CH	30	Arcilla grasa arenoso (de grano fino), habana, de consistencia muy firme, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad
	1	4	SPT	3,00-4,00	3,00 -	4,00	28,6	83	31	52	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	(20)	A-7-5	CH	14	Arcilla grasa habana, de consistencia firme, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad
	1	5	SPT	4,00-5,00	4,00 -	5,00	27,1	71	31	40	100,0	97,8	96,6	95,8	84,8	(20)	A-7-5	CH	15	Arcilla grasa, con algo de arena de grano fino, con trazas de grava fina, habana, de consistencia firme, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad
	1	6	SPT	5,00-6,00	5,00 -	6,00	26,4	77	30	47	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	(20)	A-7-5	CH	40	Arcilla grasa habana, de consistencia dura, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad
	1	7	SPT	6,00-7,00	6,00 -	7,00	34,3	73	32	41	100,0	100,0	100,0	100,0	91,6	(20)	A-7-5	CH	37	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, habana, de consistencia dura, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad
	1	8	SPT	7,00-8,00	7,00 -	8,00	35,4	81	30	51	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	(20)	A-7-5	CH	39	Arcilla grasa habana, de consistencia dura, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad
	1	9	SPT	8,00-9,00	8,00 -	9,00	38,2	74	30	44	100,0	100,0	99,7	99,4	94,6	(20)	A-7-5	CH	27	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, habana, de consistencia muy firme, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad
	1	10	SPT	9,00-10,00	9,00 -	10,00	33,5	75	31	44	100,0	99,6	99,4	98,9	94,0	(20)	A-7-5	CH	35	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, con trazas de grava fina, habana, de consistencia dura, de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

AJV INGENIEROS SAS

TABLA DE RESULTADOS SONDEOS

PROYECTO:	147	**ORDENADO POR:**	BUSERCO
OBJETO	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, MUNICIPIO DE SAN PELAYO	**REALIZADO POR:**	ING. NICOLAS OROZCO
SECTOR:	MUNICIPIO DE PELAYO, DEPARTAMENTO DE CORDOBA	**FECHA DE EJECUCIÓN:**	30/11/2020

LOCALIZACIÓN	SONDEO Nº.	MUESTRA No.	TIPO DE MUESTRA	PROFUNDIDAD DE LA MUESTRA	PROFUNDIDAD DEL ESTRATO		HUMEDAD (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	GRANULOMETRIA % QUE PASA					CLASIFICACION			Número de golpes por pie, N (gol/pie)	DESCRIPCIÓN
					LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR					3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200	Indice de grupo	AASTHO	USC		
O75°56'29,4" N08°59'46,7"	2	1	B	0,00-1,00	0,00 -	1,00	31,6	77	33	44	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	(20)	A-7-5	CH		Arcilla grasa de plasticidad muy alta y de alta compresibilidad
	2	2	SPT	1,00-2,00	1,00 -	2,00	23,6	68	34	34	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	(20)	A-7-5	MH	25	Limo elástico habana, de consistencia muy firme, de plasticidad alta y de alta compresibilidad
	2	3	SPT	2,00-3,00	2,00 -	3,00	17,8	50	24	26	100,0	99,5	97,7	94,5	90,9	(16)	A-7-5	CH	22	Arcilla grasa con trazas de arena de grano fino, con trazas de grava fina, habana, de consistencia muy firme, de plasticidad alta y de alta compresibilidad
	2	4	SPT	3,00-4,00	3,00 -	4,00	20,7	49	27	22	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	(15)	A-7-5	CL	50	Arcilla magra carmelita, de consistencia dura, de plasticidad alta y de baja compresibilidad
	2	5	SPT	4,00-5,00	4,00 -	5,00	24,7	59	28	31	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	(20)	A-7-5	CH	30	Arcilla grasa carmelita, de consistencia muy firme, de plasticidad alta y de alta compresibilidad
	2	6	SPT	5,00-6,00	5,00 -	6,00	27,3	56	28	28	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	(18)	A-7-5	CH	22	Arcilla grasa carmelita, de consistencia muy firme, de plasticidad alta y de alta compresibilidad
	2	7	SPT	6,00-7,00	6,00 -	7,00	27,1	54	24	30	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	(19)	A-7-5	CH	24	Arcilla grasa carmelita, de consistencia muy firme, de plasticidad alta y de alta compresibilidad
	2	8	SPT	7,00-8,00	7,00 -	8,00	28,7	52	25	27	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	(17)	A-7-5	CH	24	Arcilla grasa carmelita, de consistencia muy firme, de plasticidad alta y de alta compresibilidad
	2	9	SPT	8,00-9,00	8,00 -	9,00	27,7	50	25	25	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	(16)	A-7-5	CH	26	Arcilla grasa carmelita, de consistencia muy firme, de plasticidad alta y de alta compresibilidad

ESTE INFORME NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION DE AJV INGENIEROS SAS

ANEXO 2 ESTABILIDAD Y DEFORMACIÓN

LOSA DE CONCRETO O ZAPATA

B = 3m

AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

CAPACIDAD DE CARGA MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	7,00t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	8,00º	B=	3,00m
γ =	1,90t/m³	L=	7,00m
D_f=	2,00m	Área=	21,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
0,9	-	-

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	7,53	F_{cs}=	1,12
N_q=	2,06	F_{qs}=	1,06
N_γ=	0,86	$F_{\gamma s}$=	0,83

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	80,20t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	26,73t/m²	σa	7,14t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	26,13t/m²	FS	3,66

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,27
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,14
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO			
E_S	2800,00t/m²	M	2,33
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	2,00m	B'	1,50m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	4,00
Is	0,51
ΔH (Seco)	0,0065 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	2,00m	Gs	2,65	LL	95,00%
γ	1,90t/m²	S	0,00%	LP	38,00%
γ '	1,90t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	57,00%
Pc	238t/m²	Cs	0,043	IL	-15,79%
eo	0,7685	Cc	0,173	Pa	10,33t/m²
Wn	29,00%	Cα	-		

AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,19t/m²	1253,08	18,50	8,50	0,250	7,14t/m²	7,33t/m²	0,007777m
0,40m	0,30m	0,57t/m²	417,69	9,25	4,25	0,249	7,10t/m²	7,67t/m²	0,005536m
0,60m	0,50m	0,95t/m²	250,62	6,17	2,83	0,246	7,02t/m²	7,97t/m²	0,004529m
0,80m	0,70m	1,33t/m²	179,01	4,63	2,13	0,241	6,88t/m²	8,21t/m²	0,003876m
1,00m	0,90m	1,71t/m²	139,23	3,70	1,70	0,234	6,69t/m²	8,40t/m²	0,003389m
1,20m	1,10m	2,09t/m²	113,92	3,08	1,42	0,226	6,45t/m²	8,54t/m²	0,002997m
1,40m	1,30m	2,47t/m²	96,39	2,64	1,21	0,216	6,18t/m²	8,65t/m²	0,002669m
1,60m	1,50m	2,85t/m²	83,54	2,31	1,06	0,206	5,89t/m²	8,74t/m²	0,002387m
1,80m	1,70m	3,23t/m²	73,71	2,06	0,94	0,196	5,60t/m²	8,83t/m²	0,002140m
2,00m	1,90m	3,61t/m²	65,95	1,85	0,85	0,185	5,30t/m²	8,91t/m²	0,001924m
2,20m	2,10m	3,99t/m²	59,67	1,68	0,77	0,175	5,01t/m²	9,00t/m²	0,001732m
2,40m	2,30m	4,37t/m²	54,48	1,54	0,71	0,165	4,73t/m²	9,10t/m²	0,001561m
2,60m	2,50m	4,75t/m²	50,12	1,42	0,65	0,156	4,46t/m²	9,21t/m²	0,001410m
2,80m	2,70m	5,13t/m²	46,41	1,32	0,61	0,147	4,20t/m²	9,33t/m²	0,001274m
3,00m	2,90m	5,51t/m²	43,21	1,23	0,57	0,139	3,96t/m²	9,47t/m²	0,001154m
3,20m	3,10m	5,89t/m²	40,42	1,16	0,53	0,131	3,73t/m²	9,62t/m²	0,001046m
3,30m	3,25m	6,18t/m²	38,56	1,12	0,52	0,127	3,63t/m²	9,80t/m²	0,000492m
3,50m	3,40m	6,46t/m²	36,86	1,06	0,49	0,120	3,42t/m²	9,88t/m²	0,000904m
3,70m	3,60m	6,84t/m²	34,81	1,00	0,46	0,113	3,23t/m²	10,07t/m²	0,000823m
3,90m	3,80m	7,22t/m²	32,98	0,95	0,44	0,107	3,04t/m²	10,26t/m²	0,000749m
4,10m	4,00m	7,60t/m²	31,33	0,90	0,41	0,101	2,88t/m²	10,48t/m²	0,000683m
4,30m	4,20m	7,98t/m²	29,84	0,86	0,40	0,095	2,72t/m²	10,70t/m²	0,000624m
4,50m	4,40m	8,36t/m²	28,48	0,82	0,38	0,090	2,57t/m²	10,93t/m²	0,000571m
4,70m	4,60m	8,74t/m²	27,24	0,79	0,36	0,085	2,43t/m²	11,17t/m²	0,000523m
4,90m	4,80m	9,12t/m²	26,11	0,76	0,35	0,081	2,31t/m²	11,43t/m²	0,000480m

Sc	**0,0512 m**
Sc	**5,12 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	471 min	0,001 Años	0,005 m	0,51 cm
20,00%	0,031	1886 min	0,004 Años	0,010 m	1,02 cm
30,00%	0,071	4243 min	0,008 Años	0,015 m	1,54 cm
40,00%	0,126	7543 min	0,014 Años	0,020 m	2,05 cm
50,00%	0,196	11786 min	0,022 Años	0,026 m	2,56 cm
60,00%	0,286	17184 min	0,033 Años	0,031 m	3,07 cm
70,00%	0,403	24181 min	0,046 Años	0,036 m	3,59 cm
80,00%	0,567	34043 min	0,065 Años	0,041 m	4,10 cm
90,00%	0,848	50901 min	0,097 Años	0,046 m	4,61 cm
95,00%	1,129	67760 min	0,129 Años	0,049 m	4,87 cm
99,99%	3,647	218911 min	0,416 Años	0,051 m	5,12 cm



AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

CAPACIDAD DE CARGA
MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	7,00t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	8,00º	B=	3,00m
γ =	1,90t/m³	L=	7,00m
D_f=	2,50m	Área=	21,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
0,9	-	-

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	7,53	F_{cs}=	1,12
N_q=	2,06	F_{qs}=	1,06
N_γ=	0,86	$F_{\gamma s}$=	0,83

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	85,41t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	28,47t/m²	σa	7,14t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	27,72t/m²	FS	3,88

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,33
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,17
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO		PARAMETROS DEL CIMIENTO	
E_S	2800,00t/m²	M	2,33
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	2,50m	B'	1,50m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	4,00
Is	0,51
ΔH (Seco)	0,0065 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	2,50m	Gs	2,65	LL	95,00%
γ	1,90t/m²	S	0,00%	LP	38,00%
γ '	1,90t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	57,00%
Pc	238,08t/m²	Cs	0,043	IL	-15,79%
eo	0,7685	Cc	0,173	Pa	10,33t/m²
Wn	29,00%	Cα	-		

AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,19t/m²	1253,08	18,50	8,50	0,250	7,14t/m²	7,33t/m²	0,007777m
0,40m	0,30m	0,57t/m²	417,69	9,25	4,25	0,249	7,10t/m²	7,67t/m²	0,005536m
0,60m	0,50m	0,95t/m²	250,62	6,17	2,83	0,246	7,02t/m²	7,97t/m²	0,004529m
0,80m	0,70m	1,33t/m²	179,01	4,63	2,13	0,241	6,88t/m²	8,21t/m²	0,003876m
1,00m	0,90m	1,71t/m²	139,23	3,70	1,70	0,234	6,69t/m²	8,40t/m²	0,003389m
1,20m	1,10m	2,09t/m²	113,92	3,08	1,42	0,226	6,45t/m²	8,54t/m²	0,002997m
1,40m	1,30m	2,47t/m²	96,39	2,64	1,21	0,216	6,18t/m²	8,65t/m²	0,002669m
1,60m	1,50m	2,85t/m²	83,54	2,31	1,06	0,206	5,89t/m²	8,74t/m²	0,002387m
1,80m	1,70m	3,23t/m²	73,71	2,06	0,94	0,196	5,60t/m²	8,83t/m²	0,002140m
2,00m	1,90m	3,61t/m²	65,95	1,85	0,85	0,185	5,30t/m²	8,91t/m²	0,001924m
2,20m	2,10m	3,99t/m²	59,67	1,68	0,77	0,175	5,01t/m²	9,00t/m²	0,001732m
2,40m	2,30m	4,37t/m²	54,48	1,54	0,71	0,165	4,73t/m²	9,10t/m²	0,001561m
2,60m	2,50m	4,75t/m²	50,12	1,42	0,65	0,156	4,46t/m²	9,21t/m²	0,001410m
2,80m	2,70m	5,13t/m²	46,41	1,32	0,61	0,147	4,20t/m²	9,33t/m²	0,001274m
3,00m	2,90m	5,51t/m²	43,21	1,23	0,57	0,139	3,96t/m²	9,47t/m²	0,001154m
3,20m	3,10m	5,89t/m²	40,42	1,16	0,53	0,131	3,73t/m²	9,62t/m²	0,001046m
3,40m	3,30m	6,27t/m²	37,97	1,09	0,50	0,123	3,52t/m²	9,79t/m²	0,000949m
3,60m	3,50m	6,65t/m²	35,80	1,03	0,47	0,116	3,32t/m²	9,97t/m²	0,000862m
3,80m	3,70m	7,03t/m²	33,87	0,97	0,45	0,110	3,13t/m²	10,16t/m²	0,000785m
4,00m	3,90m	7,41t/m²	32,13	0,93	0,43	0,104	2,96t/m²	10,37t/m²	0,000715m
4,20m	4,10m	7,79t/m²	30,56	0,88	0,40	0,098	2,80t/m²	10,59t/m²	0,000653m
4,50m	4,35m	8,27t/m²	28,81	0,82	0,38	0,090	2,57t/m²	10,84t/m²	0,000865m
4,80m	4,65m	8,84t/m²	26,95	0,77	0,35	0,083	2,37t/m²	11,20t/m²	0,000759m
5,10m	4,95m	9,41t/m²	25,31	0,73	0,33	0,077	2,19t/m²	11,59t/m²	0,000667m
5,40m	5,25m	9,98t/m²	23,87	0,69	0,31	0,071	2,02t/m²	12,00t/m²	0,000589m

Sc	**0,0522 m**
Sc	**5,22 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	573 min	0,001 Años	0,005 m	0,52 cm
20,00%	0,031	2290 min	0,004 Años	0,010 m	1,04 cm
30,00%	0,071	5153 min	0,010 Años	0,016 m	1,57 cm
40,00%	0,126	9161 min	0,017 Años	0,021 m	2,09 cm
50,00%	0,196	14314 min	0,027 Años	0,026 m	2,61 cm
60,00%	0,286	20870 min	0,040 Años	0,031 m	3,13 cm
70,00%	0,403	29367 min	0,056 Años	0,037 m	3,66 cm
80,00%	0,567	41344 min	0,079 Años	0,042 m	4,18 cm
90,00%	0,848	61819 min	0,118 Años	0,047 m	4,70 cm
95,00%	1,129	82294 min	0,157 Años	0,050 m	4,96 cm
99,99%	3,647	265866 min	0,506 Años	0,052 m	5,22 cm



AJV INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

CAPACIDAD DE CARGA
MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	4,10t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	8,00º	B=	3,00m
γ =	1,90t/m³	L=	7,00m
D_f=	2,00m	Área=	21,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
0,9	-	-

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	7,53	F_{cs}=	1,12
N_q=	2,06	F_{qs}=	1,06
N_γ=	0,86	$F_{\gamma s}$=	0,83

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	49,31t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	16,44t/m²	σa	7,14t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	15,84t/m²	FS	2,22

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,27
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,14
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO		PARAMETROS DEL CIMIENTO	
E_S	1640,00t/m²	M	2,33
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	2,00m	B'	1,50m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	4,00
Is	0,51
ΔH (Seco)	0,0112 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	2,00m	Gs	2,65	LL	83,00%
γ	1,90t/m²	S	0,00%	LP	31,00%
γ '	1,90t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	52,00%
Pc	153,33t/m²	Cs	0,043	IL	-3,85%
eo	0,7685	Cc	0,173	Pa	10,33t/m²
Wn	29,00%	Cα	-		

AJV INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,19t/m²	807,02	18,50	8,50	0,250	7,14t/m²	7,33t/m²	0,007777m
0,40m	0,30m	0,57t/m²	269,01	9,25	4,25	0,249	7,10t/m²	7,67t/m²	0,005536m
0,60m	0,50m	0,95t/m²	161,40	6,17	2,83	0,246	7,02t/m²	7,97t/m²	0,004529m
0,80m	0,70m	1,33t/m²	115,29	4,63	2,13	0,241	6,88t/m²	8,21t/m²	0,003876m
1,00m	0,90m	1,71t/m²	89,67	3,70	1,70	0,234	6,69t/m²	8,40t/m²	0,003389m
1,20m	1,10m	2,09t/m²	73,37	3,08	1,42	0,226	6,45t/m²	8,54t/m²	0,002997m
1,40m	1,30m	2,47t/m²	62,08	2,64	1,21	0,216	6,18t/m²	8,65t/m²	0,002669m
1,60m	1,50m	2,85t/m²	53,80	2,31	1,06	0,206	5,89t/m²	8,74t/m²	0,002387m
1,80m	1,70m	3,23t/m²	47,47	2,06	0,94	0,196	5,60t/m²	8,83t/m²	0,002140m
2,00m	1,90m	3,61t/m²	42,47	1,85	0,85	0,185	5,30t/m²	8,91t/m²	0,001924m
2,20m	2,10m	3,99t/m²	38,43	1,68	0,77	0,175	5,01t/m²	9,00t/m²	0,001732m
2,40m	2,30m	4,37t/m²	35,09	1,54	0,71	0,165	4,73t/m²	9,10t/m²	0,001561m
2,60m	2,50m	4,75t/m²	32,28	1,42	0,65	0,156	4,46t/m²	9,21t/m²	0,001410m
2,80m	2,70m	5,13t/m²	29,89	1,32	0,61	0,147	4,20t/m²	9,33t/m²	0,001274m
3,00m	2,90m	5,51t/m²	27,83	1,23	0,57	0,139	3,96t/m²	9,47t/m²	0,001154m
3,20m	3,10m	5,89t/m²	26,03	1,16	0,53	0,131	3,73t/m²	9,62t/m²	0,001046m
3,40m	3,30m	6,27t/m²	24,46	1,09	0,50	0,123	3,52t/m²	9,79t/m²	0,000949m
3,60m	3,50m	6,65t/m²	23,06	1,03	0,47	0,116	3,32t/m²	9,97t/m²	0,000862m
3,80m	3,70m	7,03t/m²	21,81	0,97	0,45	0,110	3,13t/m²	10,16t/m²	0,000785m
4,20m	4,00m	7,60t/m²	20,18	0,88	0,40	0,098	2,80t/m²	10,40t/m²	0,001334m
4,60m	4,40m	8,36t/m²	18,34	0,80	0,37	0,088	2,50t/m²	10,86t/m²	0,001115m
5,00m	4,80m	9,12t/m²	16,81	0,74	0,34	0,079	2,24t/m²	11,36t/m²	0,000937m
5,40m	5,20m	9,88t/m²	15,52	0,69	0,31	0,071	2,02t/m²	11,90t/m²	0,000793m
5,80m	5,60m	10,64t/m²	14,41	0,64	0,29	0,064	1,83t/m²	12,47t/m²	0,000674m
6,20m	6,00m	11,40t/m²	13,45	0,60	0,27	0,058	1,66t/m²	13,06t/m²	0,000577m

Sc	**0,0534 m**
Sc	**5,34 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	755 min	0,001 Años	0,005 m	0,53 cm
20,00%	0,031	3019 min	0,006 Años	0,011 m	1,07 cm
30,00%	0,071	6793 min	0,013 Años	0,016 m	1,60 cm
40,00%	0,126	12076 min	0,023 Años	0,021 m	2,14 cm
50,00%	0,196	18869 min	0,036 Años	0,027 m	2,67 cm
60,00%	0,286	27511 min	0,052 Años	0,032 m	3,21 cm
70,00%	0,403	38713 min	0,074 Años	0,037 m	3,74 cm
80,00%	0,567	54502 min	0,104 Años	0,043 m	4,27 cm
90,00%	0,848	81493 min	0,155 Años	0,048 m	4,81 cm
95,00%	1,129	108484 min	0,206 Años	0,051 m	5,08 cm
99,99%	3,647	350477 min	0,667 Años	0,053 m	5,34 cm



AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

CAPACIDAD DE CARGA
MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	4,10t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	8,00º	B=	3,00m
γ =	1,90t/m³	L=	7,00m
D_f=	2,50m	Área=	21,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
0,9	-	-

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	7,53	F_{cs}=	1,12
N_q=	2,06	F_{qs}=	1,06
N_γ=	0,86	$F_{\gamma s}$=	0,83

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	52,89t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	17,63t/m²	σa	7,14t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	16,88t/m²	FS	2,36

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,33
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,17
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO		PARAMETROS DEL CIMIENTO	
E_S	1640,00t/m²	M	2,33
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	2,50m	B'	1,50m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	4,00
Is	0,51
ΔH (Seco)	0,0112 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	2,50m	Gs	2,65	LL	83,00%
γ	1,90t/m²	S	0,00%	LP	31,00%
γ '	1,90t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	52,00%
Pc	153,33t/m²	Cs	0,043	IL	-3,85%
eo	0,7685	Cc	0,173	Pa	10,33t/m²
Wn	29,00%	Cα	-		

AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

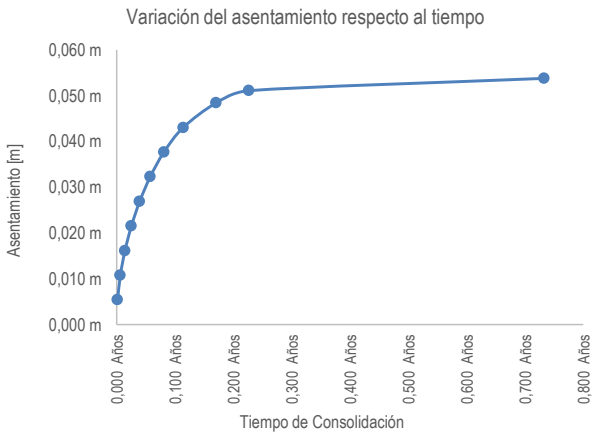
Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,19t/m²	807,02	18,50	8,50	0,250	7,14t/m²	7,33t/m²	0,007777m
0,40m	0,30m	0,57t/m²	269,01	9,25	4,25	0,249	7,10t/m²	7,67t/m²	0,005536m
0,60m	0,50m	0,95t/m²	161,40	6,17	2,83	0,246	7,02t/m²	7,97t/m²	0,004529m
0,80m	0,70m	1,33t/m²	115,29	4,63	2,13	0,241	6,88t/m²	8,21t/m²	0,003876m
1,00m	0,90m	1,71t/m²	89,67	3,70	1,70	0,234	6,69t/m²	8,40t/m²	0,003389m
1,20m	1,10m	2,09t/m²	73,37	3,08	1,42	0,226	6,45t/m²	8,54t/m²	0,002997m
1,40m	1,30m	2,47t/m²	62,08	2,64	1,21	0,216	6,18t/m²	8,65t/m²	0,002669m
1,60m	1,50m	2,85t/m²	53,80	2,31	1,06	0,206	5,89t/m²	8,74t/m²	0,002387m
1,80m	1,70m	3,23t/m²	47,47	2,06	0,94	0,196	5,60t/m²	8,83t/m²	0,002140m
2,00m	1,90m	3,61t/m²	42,47	1,85	0,85	0,185	5,30t/m²	8,91t/m²	0,001924m
2,20m	2,10m	3,99t/m²	38,43	1,68	0,77	0,175	5,01t/m²	9,00t/m²	0,001732m
2,40m	2,30m	4,37t/m²	35,09	1,54	0,71	0,165	4,73t/m²	9,10t/m²	0,001561m
2,60m	2,50m	4,75t/m²	32,28	1,42	0,65	0,156	4,46t/m²	9,21t/m²	0,001410m
2,80m	2,70m	5,13t/m²	29,89	1,32	0,61	0,147	4,20t/m²	9,33t/m²	0,001274m
3,00m	2,90m	5,51t/m²	27,83	1,23	0,57	0,139	3,96t/m²	9,47t/m²	0,001154m
3,20m	3,10m	5,89t/m²	26,03	1,16	0,53	0,131	3,73t/m²	9,62t/m²	0,001046m
3,40m	3,30m	6,27t/m²	24,46	1,09	0,50	0,123	3,52t/m²	9,79t/m²	0,000949m
3,60m	3,50m	6,65t/m²	23,06	1,03	0,47	0,116	3,32t/m²	9,97t/m²	0,000862m
3,80m	3,70m	7,03t/m²	21,81	0,97	0,45	0,110	3,13t/m²	10,16t/m²	0,000785m
4,20m	4,00m	7,60t/m²	20,18	0,88	0,40	0,098	2,80t/m²	10,40t/m²	0,001334m
4,60m	4,40m	8,36t/m²	18,34	0,80	0,37	0,088	2,50t/m²	10,86t/m²	0,001115m
5,00m	4,80m	9,12t/m²	16,81	0,74	0,34	0,079	2,24t/m²	11,36t/m²	0,000937m
5,50m	5,25m	9,98t/m²	15,37	0,67	0,31	0,069	1,97t/m²	11,94t/m²	0,000959m
6,00m	5,75m	10,93t/m²	14,04	0,62	0,28	0,061	1,74t/m²	12,66t/m²	0,000786m
6,50m	6,25m	11,88t/m²	12,91	0,57	0,26	0,054	1,54t/m²	13,42t/m²	0,000649m

Sc	**0,0538 m**
Sc	**5,38 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	830 min	0,002 Años	0,005 m	0,54 cm
20,00%	0,031	3318 min	0,006 Años	0,011 m	1,08 cm
30,00%	0,071	7466 min	0,014 Años	0,016 m	1,61 cm
40,00%	0,126	13273 min	0,025 Años	0,022 m	2,15 cm
50,00%	0,196	20739 min	0,039 Años	0,027 m	2,69 cm
60,00%	0,286	30238 min	0,058 Años	0,032 m	3,23 cm
70,00%	0,403	42551 min	0,081 Años	0,038 m	3,76 cm
80,00%	0,567	59904 min	0,114 Años	0,043 m	4,30 cm
90,00%	0,848	89570 min	0,170 Años	0,048 m	4,84 cm
95,00%	1,129	119236 min	0,227 Años	0,051 m	5,11 cm
99,99%	3,647	385214 min	0,733 Años	0,054 m	5,38 cm



AJV INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

CAPACIDAD DE CARGA
MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	4,10t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	12,00º	B=	3,00m
γ =	1,92t/m³	L=	7,00m
D_f=	3,00m	Área=	21,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
0,92	-	1,92

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	9,28	F_{cs}=	1,14
N_q=	2,97	F_{qs}=	1,09
N_γ=	1,69	$F_{\gamma s}$=	0,83

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	74,28t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	24,76t/m²	σa	7,14t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	23,84t/m²	FS	3,34

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,40
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,27
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO		PARAMETROS DEL CIMIENTO	
E_S	1640,00t/m²	M	2,33
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	3,00m	B'	1,50m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	4,00
Is	0,51
ΔH (Seco)	0,0112 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	3,00m	Gs	2,65	LL	71,00%
γ	1,92t/m²	S	0,00%	LP	31,00%
γ '	1,92t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	40,00%
Pc	192,35t/m²	Cs	0,040	IL	-10,00%
eo	0,7155	Cc	0,161	Pa	10,33t/m²
Wn	27,00%	Cα	-		

AJV INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

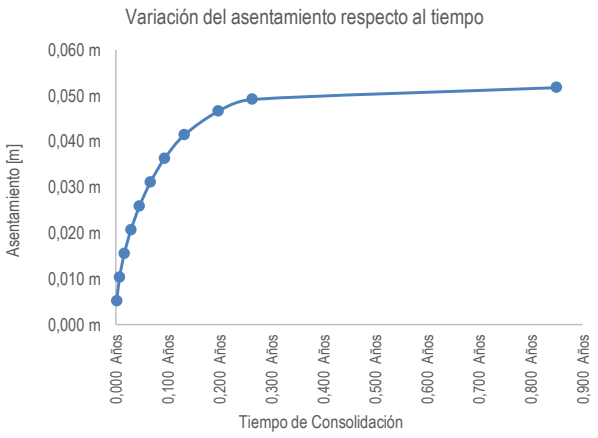
Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,19t/m²	1001,84	18,50	8,50	0,250	7,14t/m²	7,33t/m²	0,007436m
0,40m	0,30m	0,58t/m²	333,95	9,25	4,25	0,249	7,10t/m²	7,68t/m²	0,005289m
0,60m	0,50m	0,96t/m²	200,37	6,17	2,83	0,246	7,02t/m²	7,98t/m²	0,004324m
0,80m	0,70m	1,34t/m²	143,12	4,63	2,13	0,241	6,88t/m²	8,23t/m²	0,003699m
1,00m	0,90m	1,73t/m²	111,32	3,70	1,70	0,234	6,69t/m²	8,42t/m²	0,003232m
1,20m	1,10m	2,11t/m²	91,08	3,08	1,42	0,226	6,45t/m²	8,56t/m²	0,002858m
1,40m	1,30m	2,50t/m²	77,06	2,64	1,21	0,216	6,18t/m²	8,68t/m²	0,002544m
1,60m	1,50m	2,88t/m²	66,79	2,31	1,06	0,206	5,89t/m²	8,77t/m²	0,002274m
1,80m	1,70m	3,26t/m²	58,93	2,06	0,94	0,196	5,60t/m²	8,86t/m²	0,002039m
2,00m	1,90m	3,65t/m²	52,73	1,85	0,85	0,185	5,30t/m²	8,95t/m²	0,001832m
2,20m	2,10m	4,03t/m²	47,71	1,68	0,77	0,175	5,01t/m²	9,04t/m²	0,001649m
2,40m	2,30m	4,42t/m²	43,56	1,54	0,71	0,165	4,73t/m²	9,14t/m²	0,001486m
2,60m	2,50m	4,80t/m²	40,07	1,42	0,65	0,156	4,46t/m²	9,26t/m²	0,001341m
2,80m	2,70m	5,18t/m²	37,11	1,32	0,61	0,147	4,20t/m²	9,39t/m²	0,001212m
3,00m	2,90m	5,57t/m²	34,55	1,23	0,57	0,139	3,96t/m²	9,53t/m²	0,001097m
3,30m	3,15m	6,05t/m²	31,80	1,12	0,52	0,127	3,63t/m²	9,67t/m²	0,001438m
3,60m	3,45m	6,62t/m²	29,04	1,03	0,47	0,116	3,32t/m²	9,94t/m²	0,001244m
3,90m	3,75m	7,20t/m²	26,72	0,95	0,44	0,107	3,04t/m²	10,24t/m²	0,001080m
4,30m	4,10m	7,87t/m²	24,44	0,86	0,40	0,095	2,72t/m²	10,59t/m²	0,001211m
4,70m	4,50m	8,64t/m²	22,26	0,79	0,36	0,085	2,43t/m²	11,07t/m²	0,001013m
5,10m	4,90m	9,41t/m²	20,45	0,73	0,33	0,077	2,19t/m²	11,59t/m²	0,000853m
5,60m	5,35m	10,27t/m²	18,73	0,66	0,30	0,067	1,92t/m²	12,19t/m²	0,000875m
6,10m	5,85m	11,23t/m²	17,13	0,61	0,28	0,059	1,70t/m²	12,93t/m²	0,000718m
6,60m	6,35m	12,19t/m²	15,78	0,56	0,26	0,053	1,51t/m²	13,70t/m²	0,000594m
7,00m	6,80m	13,06t/m²	14,73	0,53	0,24	0,048	1,37t/m²	14,43t/m²	0,000408m

Sc	**0,0517 m**
Sc	**5,17 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	962 min	0,002 Años	0,005 m	0,52 cm
20,00%	0,031	3848 min	0,007 Años	0,010 m	1,03 cm
30,00%	0,071	8659 min	0,016 Años	0,016 m	1,55 cm
40,00%	0,126	15394 min	0,029 Años	0,021 m	2,07 cm
50,00%	0,196	24053 min	0,046 Años	0,026 m	2,59 cm
60,00%	0,286	35069 min	0,067 Años	0,031 m	3,10 cm
70,00%	0,403	49349 min	0,094 Años	0,036 m	3,62 cm
80,00%	0,567	69475 min	0,132 Años	0,041 m	4,14 cm
90,00%	0,848	103880 min	0,198 Años	0,047 m	4,66 cm
95,00%	1,129	138285 min	0,263 Años	0,049 m	4,92 cm
99,99%	3,647	446757 min	0,850 Años	0,052 m	5,17 cm



AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

CAPACIDAD DE CARGA MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	6,40t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	9,00º	B=	3,00m
γ =	2,08t/m³	L=	7,00m
D_f=	2,00m	Área=	21,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
1,08	-	-

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	7,92	F_{cs}=	1,12
N_q=	2,25	F_{qs}=	1,07
N_γ=	1,03	$F_{\gamma s}$=	0,83

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	79,71t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	26,57t/m²	σa	7,14t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	25,85t/m²	FS	3,62

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,27
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,15
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO			
E_S	2560,00t/m²	M	2,33
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	2,00m	B'	1,50m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	4,00
Is	0,51
ΔH (Seco)	0,0072 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	2,00m	Gs	2,65	LL	50,00%
γ	2,08t/m²	S	0,00%	LP	24,00%
γ '	2,08t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	26,00%
Pc	311,41t/m²	Cs	0,028	IL	-23,08%
eo	0,4770	Cc	0,113	Pa	10,33t/m²
Wn	18,00%	Cα	-		

AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,21t/m²	1497,16	18,50	8,50	0,250	7,14t/m²	7,35t/m²	0,005919m
0,40m	0,30m	0,62t/m²	499,05	9,25	4,25	0,249	7,10t/m²	7,73t/m²	0,004179m
0,60m	0,50m	1,04t/m²	299,43	6,17	2,83	0,246	7,02t/m²	8,06t/m²	0,003401m
0,80m	0,70m	1,46t/m²	213,88	4,63	2,13	0,241	6,88t/m²	8,34t/m²	0,002898m
1,00m	0,90m	1,87t/m²	166,35	3,70	1,70	0,234	6,69t/m²	8,56t/m²	0,002524m
1,20m	1,10m	2,29t/m²	136,11	3,08	1,42	0,226	6,45t/m²	8,74t/m²	0,002225m
1,40m	1,30m	2,70t/m²	115,17	2,64	1,21	0,216	6,18t/m²	8,88t/m²	0,001975m
1,60m	1,50m	3,12t/m²	99,81	2,31	1,06	0,206	5,89t/m²	9,01t/m²	0,001762m
1,80m	1,70m	3,54t/m²	88,07	2,06	0,94	0,196	5,60t/m²	9,13t/m²	0,001576m
2,00m	1,90m	3,95t/m²	78,80	1,85	0,85	0,185	5,30t/m²	9,25t/m²	0,001413m
2,20m	2,10m	4,37t/m²	71,29	1,68	0,77	0,175	5,01t/m²	9,38t/m²	0,001269m
2,40m	2,30m	4,78t/m²	65,09	1,54	0,71	0,165	4,73t/m²	9,51t/m²	0,001141m
2,60m	2,50m	5,20t/m²	59,89	1,42	0,65	0,156	4,46t/m²	9,66t/m²	0,001028m
2,80m	2,70m	5,62t/m²	55,45	1,32	0,61	0,147	4,20t/m²	9,82t/m²	0,000928m
3,00m	2,90m	6,03t/m²	51,63	1,23	0,57	0,139	3,96t/m²	9,99t/m²	0,000838m
3,20m	3,10m	6,45t/m²	48,30	1,16	0,53	0,131	3,73t/m²	10,18t/m²	0,000759m
3,30m	3,25m	6,76t/m²	46,07	1,12	0,52	0,127	3,63t/m²	10,39t/m²	0,000357m
3,50m	3,40m	7,07t/m²	44,03	1,06	0,49	0,120	3,42t/m²	10,49t/m²	0,000655m
3,70m	3,60m	7,49t/m²	41,59	1,00	0,46	0,113	3,23t/m²	10,71t/m²	0,000595m
3,90m	3,80m	7,90t/m²	39,40	0,95	0,44	0,107	3,04t/m²	10,95t/m²	0,000541m
4,10m	4,00m	8,32t/m²	37,43	0,90	0,41	0,101	2,88t/m²	11,20t/m²	0,000493m
4,30m	4,20m	8,74t/m²	35,65	0,86	0,40	0,095	2,72t/m²	11,45t/m²	0,000450m
4,50m	4,40m	9,15t/m²	34,03	0,82	0,38	0,090	2,57t/m²	11,72t/m²	0,000411m
4,70m	4,60m	9,57t/m²	32,55	0,79	0,36	0,085	2,43t/m²	12,00t/m²	0,000376m
4,90m	4,80m	9,98t/m²	31,19	0,76	0,35	0,081	2,31t/m²	12,29t/m²	0,000345m

Sc	**0,0381 m**
Sc	**3,81 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	471 min	0,001 Años	0,004 m	0,38 cm
20,00%	0,031	1886 min	0,004 Años	0,008 m	0,76 cm
30,00%	0,071	4243 min	0,008 Años	0,011 m	1,14 cm
40,00%	0,126	7543 min	0,014 Años	0,015 m	1,52 cm
50,00%	0,196	11786 min	0,022 Años	0,019 m	1,90 cm
60,00%	0,286	17184 min	0,033 Años	0,023 m	2,28 cm
70,00%	0,403	24181 min	0,046 Años	0,027 m	2,66 cm
80,00%	0,567	34043 min	0,065 Años	0,030 m	3,04 cm
90,00%	0,848	50901 min	0,097 Años	0,034 m	3,43 cm
95,00%	1,129	67760 min	0,129 Años	0,036 m	3,62 cm
99,99%	3,647	218911 min	0,416 Años	0,038 m	3,81 cm



AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

CAPACIDAD DE CARGA
MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	6,40t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	9,00º	B=	3,00m
γ =	2,08t/m³	L=	7,00m
D_f=	2,50m	Área=	21,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
1,08	-	-

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	7,92	F_{cs}=	1,12
N_q=	2,25	F_{qs}=	1,07
N_γ=	1,03	$F_{\gamma s}$=	0,83

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	85,24t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	28,41t/m²	σa	7,14t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	27,51t/m²	FS	3,85

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,33
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,19
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO		PARAMETROS DEL CIMIENTO	
E_S	2560,00t/m²	M	2,33
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	2,50m	B'	1,50m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	4,00
Is	0,51
ΔH (Seco)	0,0072 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	2,50m	Gs	2,65	LL	50,00%
γ	2,08t/m²	S	0,00%	LP	24,00%
γ '	2,08t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	26,00%
Pc	311,41t/m²	Cs	0,028	IL	-23,08%
eo	0,4770	Cc	0,113	Pa	10,33t/m²
Wn	18,00%	Cα	-		

AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,21t/m²	1497,16	18,50	8,50	0,250	7,14t/m²	7,35t/m²	0,005919m
0,40m	0,30m	0,62t/m²	499,05	9,25	4,25	0,249	7,10t/m²	7,73t/m²	0,004179m
0,60m	0,50m	1,04t/m²	299,43	6,17	2,83	0,246	7,02t/m²	8,06t/m²	0,003401m
0,80m	0,70m	1,46t/m²	213,88	4,63	2,13	0,241	6,88t/m²	8,34t/m²	0,002898m
1,00m	0,90m	1,87t/m²	166,35	3,70	1,70	0,234	6,69t/m²	8,56t/m²	0,002524m
1,20m	1,10m	2,29t/m²	136,11	3,08	1,42	0,226	6,45t/m²	8,74t/m²	0,002225m
1,40m	1,30m	2,70t/m²	115,17	2,64	1,21	0,216	6,18t/m²	8,88t/m²	0,001975m
1,60m	1,50m	3,12t/m²	99,81	2,31	1,06	0,206	5,89t/m²	9,01t/m²	0,001762m
1,80m	1,70m	3,54t/m²	88,07	2,06	0,94	0,196	5,60t/m²	9,13t/m²	0,001576m
2,00m	1,90m	3,95t/m²	78,80	1,85	0,85	0,185	5,30t/m²	9,25t/m²	0,001413m
2,20m	2,10m	4,37t/m²	71,29	1,68	0,77	0,175	5,01t/m²	9,38t/m²	0,001269m
2,40m	2,30m	4,78t/m²	65,09	1,54	0,71	0,165	4,73t/m²	9,51t/m²	0,001141m
2,60m	2,50m	5,20t/m²	59,89	1,42	0,65	0,156	4,46t/m²	9,66t/m²	0,001028m
2,80m	2,70m	5,62t/m²	55,45	1,32	0,61	0,147	4,20t/m²	9,82t/m²	0,000928m
3,00m	2,90m	6,03t/m²	51,63	1,23	0,57	0,139	3,96t/m²	9,99t/m²	0,000838m
3,20m	3,10m	6,45t/m²	48,30	1,16	0,53	0,131	3,73t/m²	10,18t/m²	0,000759m
3,40m	3,30m	6,86t/m²	45,37	1,09	0,50	0,123	3,52t/m²	10,38t/m²	0,000688m
3,60m	3,50m	7,28t/m²	42,78	1,03	0,47	0,116	3,32t/m²	10,60t/m²	0,000624m
3,80m	3,70m	7,70t/m²	40,46	0,97	0,45	0,110	3,13t/m²	10,83t/m²	0,000567m
4,00m	3,90m	8,11t/m²	38,39	0,93	0,43	0,104	2,96t/m²	11,07t/m²	0,000516m
4,20m	4,10m	8,53t/m²	36,52	0,88	0,40	0,098	2,80t/m²	11,32t/m²	0,000471m
4,50m	4,35m	9,05t/m²	34,42	0,82	0,38	0,090	2,57t/m²	11,62t/m²	0,000623m
4,80m	4,65m	9,67t/m²	32,20	0,77	0,35	0,083	2,37t/m²	12,04t/m²	0,000546m
5,10m	4,95m	10,30t/m²	30,25	0,73	0,33	0,077	2,19t/m²	12,48t/m²	0,000480m
5,40m	5,25m	10,92t/m²	28,52	0,69	0,31	0,071	2,02t/m²	12,94t/m²	0,000423m

Sc	**0,0388 m**
Sc	**3,88 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	573 min	0,001 Años	0,004 m	0,39 cm
20,00%	0,031	2290 min	0,004 Años	0,008 m	0,78 cm
30,00%	0,071	5153 min	0,010 Años	0,012 m	1,16 cm
40,00%	0,126	9161 min	0,017 Años	0,016 m	1,55 cm
50,00%	0,196	14314 min	0,027 Años	0,019 m	1,94 cm
60,00%	0,286	20870 min	0,040 Años	0,023 m	2,33 cm
70,00%	0,403	29367 min	0,056 Años	0,027 m	2,71 cm
80,00%	0,567	41344 min	0,079 Años	0,031 m	3,10 cm
90,00%	0,848	61819 min	0,118 Años	0,035 m	3,49 cm
95,00%	1,129	82294 min	0,157 Años	0,037 m	3,68 cm
99,99%	3,647	265866 min	0,506 Años	0,039 m	3,88 cm



AJV INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

CAPACIDAD DE CARGA
MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	7,50t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	8,00º	B=	3,00m
γ =	2,03t/m³	L=	7,00m
D_f=	3,00m	Área=	21,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
1,03	-	2,03

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	7,53	F_{cs}=	1,12
N_q=	2,06	F_{qs}=	1,06
N_γ=	0,86	$F_{\gamma s}$=	0,83

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	97,77t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	32,59t/m²	σa	7,14t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	31,56t/m²	FS	4,42

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,40
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,21
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO		PARAMETROS DEL CIMIENTO	
E_S	3000,00t/m²	M	2,33
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	3,00m	B'	1,50m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	4,00
Is	0,51
ΔH (Seco)	0,0061 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	3,00m	Gs	2,65	LL	49,00%
γ	2,03t/m²	S	0,00%	LP	27,00%
γ '	2,03t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	22,00%
Pc	363,47t/m²	Cs	0,032	IL	-27,27%
eo	0,5565	Cc	0,128	Pa	10,33t/m²
Wn	21,00%	Cα	-		

AJV INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,20t/m²	1790,47	18,50	8,50	0,250	7,14t/m²	7,34t/m²	0,006406m
0,40m	0,30m	0,61t/m²	596,82	9,25	4,25	0,249	7,10t/m²	7,71t/m²	0,004533m
0,60m	0,50m	1,02t/m²	358,09	6,17	2,83	0,246	7,02t/m²	8,04t/m²	0,003694m
0,80m	0,70m	1,42t/m²	255,78	4,63	2,13	0,241	6,88t/m²	8,30t/m²	0,003151m
1,00m	0,90m	1,83t/m²	198,94	3,70	1,70	0,234	6,69t/m²	8,51t/m²	0,002748m
1,20m	1,10m	2,23t/m²	162,77	3,08	1,42	0,226	6,45t/m²	8,68t/m²	0,002424m
1,40m	1,30m	2,64t/m²	137,73	2,64	1,21	0,216	6,18t/m²	8,82t/m²	0,002154m
1,60m	1,50m	3,05t/m²	119,36	2,31	1,06	0,206	5,89t/m²	8,94t/m²	0,001922m
1,80m	1,70m	3,45t/m²	105,32	2,06	0,94	0,196	5,60t/m²	9,05t/m²	0,001721m
2,00m	1,90m	3,86t/m²	94,24	1,85	0,85	0,185	5,30t/m²	9,16t/m²	0,001544m
2,20m	2,10m	4,26t/m²	85,26	1,68	0,77	0,175	5,01t/m²	9,27t/m²	0,001387m
2,40m	2,30m	4,67t/m²	77,85	1,54	0,71	0,165	4,73t/m²	9,40t/m²	0,001249m
2,60m	2,50m	5,08t/m²	71,62	1,42	0,65	0,156	4,46t/m²	9,53t/m²	0,001126m
2,80m	2,70m	5,48t/m²	66,31	1,32	0,61	0,147	4,20t/m²	9,68t/m²	0,001016m
3,00m	2,90m	5,89t/m²	61,74	1,23	0,57	0,139	3,96t/m²	9,85t/m²	0,000919m
3,20m	3,10m	6,29t/m²	57,76	1,16	0,53	0,131	3,73t/m²	10,03t/m²	0,000832m
3,40m	3,30m	6,70t/m²	54,26	1,09	0,50	0,123	3,52t/m²	10,22t/m²	0,000754m
3,60m	3,50m	7,11t/m²	51,16	1,03	0,47	0,116	3,32t/m²	10,43t/m²	0,000685m
3,80m	3,70m	7,51t/m²	48,39	0,97	0,45	0,110	3,13t/m²	10,64t/m²	0,000622m
4,20m	4,00m	8,12t/m²	44,76	0,88	0,40	0,098	2,80t/m²	10,92t/m²	0,001056m
4,60m	4,40m	8,93t/m²	40,69	0,80	0,37	0,088	2,50t/m²	11,43t/m²	0,000881m
5,00m	4,80m	9,74t/m²	37,30	0,74	0,34	0,079	2,24t/m²	11,99t/m²	0,000740m
5,40m	5,20m	10,56t/m²	34,43	0,69	0,31	0,071	2,02t/m²	12,58t/m²	0,000626m
5,80m	5,60m	11,37t/m²	31,97	0,64	0,29	0,064	1,83t/m²	13,19t/m²	0,000532m
6,20m	6,00m	12,18t/m²	29,84	0,60	0,27	0,058	1,66t/m²	13,84t/m²	0,000455m

Sc	**0,0432 m**
Sc	**4,32 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	755 min	0,001 Años	0,004 m	0,43 cm
20,00%	0,031	3019 min	0,006 Años	0,009 m	0,86 cm
30,00%	0,071	6793 min	0,013 Años	0,013 m	1,30 cm
40,00%	0,126	12076 min	0,023 Años	0,017 m	1,73 cm
50,00%	0,196	18869 min	0,036 Años	0,022 m	2,16 cm
60,00%	0,286	27511 min	0,052 Años	0,026 m	2,59 cm
70,00%	0,403	38713 min	0,074 Años	0,030 m	3,02 cm
80,00%	0,567	54502 min	0,104 Años	0,035 m	3,45 cm
90,00%	0,848	81493 min	0,155 Años	0,039 m	3,89 cm
95,00%	1,129	108484 min	0,206 Años	0,041 m	4,10 cm
99,99%	3,647	350477 min	0,667 Años	0,043 m	4,32 cm



AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

CAPACIDAD DE CARGA
MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	7,50t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	8,00º	B=	3,00m
γ =	2,03t/m³	L=	7,00m
D_f=	3,50m	Área=	21,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
1,03	-	2,03

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	7,53	F_{cs}=	1,12
N_q=	2,06	F_{qs}=	1,06
N_γ=	0,86	$F_{\gamma s}$=	0,83

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	95,43t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	31,81t/m²	σa	7,14t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	30,61t/m²	FS	4,29

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,34
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,18
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO		PARAMETROS DEL CIMIENTO	
E_S	3000,00t/m²	M	2,33
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	3,50m	B'	1,50m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	4,00
Is	0,51
ΔH (Seco)	0,0061 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	3,50m	Gs	2,65	LL	49,00%
γ	2,03t/m²	S	0,00%	LP	27,00%
γ '	2,03t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	22,00%
Pc	363,47t/m²	Cs	0,032	IL	-27,27%
eo	0,5565	Cc	0,128	Pa	10,33t/m²
Wn	21,00%	Cα	-		

AJV INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

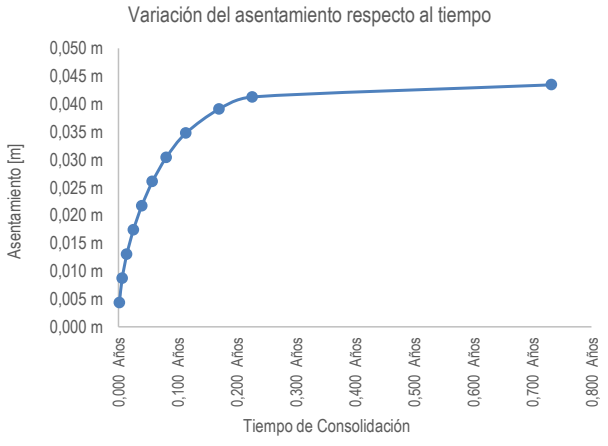
Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,20t/m²	1790,47	18,50	8,50	0,250	7,14t/m²	7,34t/m²	0,006406m
0,40m	0,30m	0,61t/m²	596,82	9,25	4,25	0,249	7,10t/m²	7,71t/m²	0,004533m
0,60m	0,50m	1,02t/m²	358,09	6,17	2,83	0,246	7,02t/m²	8,04t/m²	0,003694m
0,80m	0,70m	1,42t/m²	255,78	4,63	2,13	0,241	6,88t/m²	8,30t/m²	0,003151m
1,00m	0,90m	1,83t/m²	198,94	3,70	1,70	0,234	6,69t/m²	8,51t/m²	0,002748m
1,20m	1,10m	2,23t/m²	162,77	3,08	1,42	0,226	6,45t/m²	8,68t/m²	0,002424m
1,40m	1,30m	2,64t/m²	137,73	2,64	1,21	0,216	6,18t/m²	8,82t/m²	0,002154m
1,60m	1,50m	3,05t/m²	119,36	2,31	1,06	0,206	5,89t/m²	8,94t/m²	0,001922m
1,80m	1,70m	3,45t/m²	105,32	2,06	0,94	0,196	5,60t/m²	9,05t/m²	0,001721m
2,00m	1,90m	3,86t/m²	94,24	1,85	0,85	0,185	5,30t/m²	9,16t/m²	0,001544m
2,20m	2,10m	4,26t/m²	85,26	1,68	0,77	0,175	5,01t/m²	9,27t/m²	0,001387m
2,40m	2,30m	4,67t/m²	77,85	1,54	0,71	0,165	4,73t/m²	9,40t/m²	0,001249m
2,60m	2,50m	5,08t/m²	71,62	1,42	0,65	0,156	4,46t/m²	9,53t/m²	0,001126m
2,80m	2,70m	5,48t/m²	66,31	1,32	0,61	0,147	4,20t/m²	9,68t/m²	0,001016m
3,00m	2,90m	5,89t/m²	61,74	1,23	0,57	0,139	3,96t/m²	9,85t/m²	0,000919m
3,20m	3,10m	6,29t/m²	57,76	1,16	0,53	0,131	3,73t/m²	10,03t/m²	0,000832m
3,40m	3,30m	6,70t/m²	54,26	1,09	0,50	0,123	3,52t/m²	10,22t/m²	0,000754m
3,60m	3,50m	7,11t/m²	51,16	1,03	0,47	0,116	3,32t/m²	10,43t/m²	0,000685m
3,80m	3,70m	7,51t/m²	48,39	0,97	0,45	0,110	3,13t/m²	10,64t/m²	0,000622m
4,20m	4,00m	8,12t/m²	44,76	0,88	0,40	0,098	2,80t/m²	10,92t/m²	0,001056m
4,60m	4,40m	8,93t/m²	40,69	0,80	0,37	0,088	2,50t/m²	11,43t/m²	0,000881m
5,00m	4,80m	9,74t/m²	37,30	0,74	0,34	0,079	2,24t/m²	11,99t/m²	0,000740m
5,50m	5,25m	10,66t/m²	34,10	0,67	0,31	0,069	1,97t/m²	12,63t/m²	0,000757m
6,00m	5,75m	11,67t/m²	31,14	0,62	0,28	0,061	1,74t/m²	13,41t/m²	0,000619m
6,50m	6,25m	12,69t/m²	28,65	0,57	0,26	0,054	1,54t/m²	14,23t/m²	0,000512m

Sc	**0,0435 m**
Sc	**4,35 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	830 min	0,002 Años	0,004 m	0,43 cm
20,00%	0,031	3318 min	0,006 Años	0,009 m	0,87 cm
30,00%	0,071	7466 min	0,014 Años	0,013 m	1,30 cm
40,00%	0,126	13273 min	0,025 Años	0,017 m	1,74 cm
50,00%	0,196	20739 min	0,039 Años	0,022 m	2,17 cm
60,00%	0,286	30238 min	0,058 Años	0,026 m	2,61 cm
70,00%	0,403	42551 min	0,081 Años	0,030 m	3,04 cm
80,00%	0,567	59904 min	0,114 Años	0,035 m	3,48 cm
90,00%	0,848	89570 min	0,170 Años	0,039 m	3,91 cm
95,00%	1,129	119236 min	0,227 Años	0,041 m	4,13 cm
99,99%	3,647	385214 min	0,733 Años	0,043 m	4,34 cm



AJV INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

CAPACIDAD DE CARGA
MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	7,00t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	8,00º	B=	3,00m
γ =	1,96t/m³	L=	7,00m
D_f=	4,00m	Área=	21,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
0,96	-	1,96

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	7,53	F_{cs}=	1,12
N_q=	2,06	F_{qs}=	1,06
N_γ=	0,86	$F_{\gamma s}$=	0,83

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	91,93t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	30,64t/m²	σa	7,14t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	29,36t/m²	FS	4,11

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,37
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,19
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO		PARAMETROS DEL CIMIENTO	
E_S	2800,00t/m²	M	2,33
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	4,00m	B'	1,50m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	4,00
Is	0,51
ΔH (Seco)	0,0065 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	4,00m	Gs	2,65	LL	59,00%
γ	1,96t/m²	S	0,00%	LP	28,00%
γ '	1,96t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	31,00%
Pc	190,08t/m²	Cs	0,037	IL	-9,68%
eo	0,6625	Cc	0,150	Pa	10,33t/m²
Wn	25,00%	Cα	-		

AJV INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

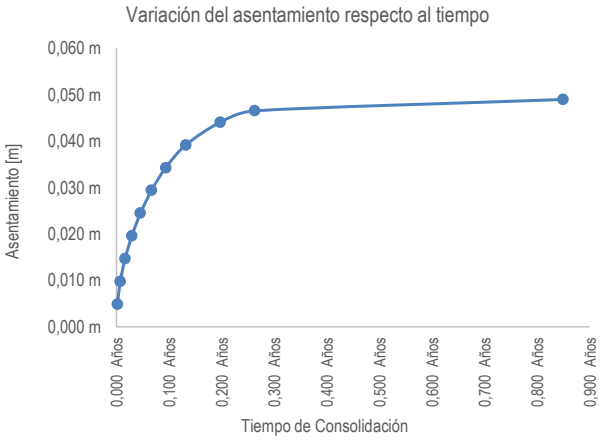
Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,20t/m²	969,80	18,50	8,50	0,250	7,14t/m²	7,33t/m²	0,007082m
0,40m	0,30m	0,59t/m²	323,27	9,25	4,25	0,249	7,10t/m²	7,69t/m²	0,005027m
0,60m	0,50m	0,98t/m²	193,96	6,17	2,83	0,246	7,02t/m²	8,00t/m²	0,004106m
0,80m	0,70m	1,37t/m²	138,54	4,63	2,13	0,241	6,88t/m²	8,25t/m²	0,003508m
1,00m	0,90m	1,76t/m²	107,76	3,70	1,70	0,234	6,69t/m²	8,45t/m²	0,003063m
1,20m	1,10m	2,16t/m²	88,16	3,08	1,42	0,226	6,45t/m²	8,61t/m²	0,002706m
1,40m	1,30m	2,55t/m²	74,60	2,64	1,21	0,216	6,18t/m²	8,73t/m²	0,002407m
1,60m	1,50m	2,94t/m²	64,65	2,31	1,06	0,206	5,89t/m²	8,83t/m²	0,002151m
1,80m	1,70m	3,33t/m²	57,05	2,06	0,94	0,196	5,60t/m²	8,93t/m²	0,001927m
2,00m	1,90m	3,72t/m²	51,04	1,85	0,85	0,185	5,30t/m²	9,02t/m²	0,001730m
2,20m	2,10m	4,12t/m²	46,18	1,68	0,77	0,175	5,01t/m²	9,12t/m²	0,001557m
2,40m	2,30m	4,51t/m²	42,17	1,54	0,71	0,165	4,73t/m²	9,24t/m²	0,001402m
2,60m	2,50m	4,90t/m²	38,79	1,42	0,65	0,156	4,46t/m²	9,36t/m²	0,001265m
2,80m	2,70m	5,29t/m²	35,92	1,32	0,61	0,147	4,20t/m²	9,50t/m²	0,001143m
3,00m	2,90m	5,68t/m²	33,44	1,23	0,57	0,139	3,96t/m²	9,65t/m²	0,001034m
3,30m	3,15m	6,17t/m²	30,79	1,12	0,52	0,127	3,63t/m²	9,80t/m²	0,001355m
3,60m	3,45m	6,76t/m²	28,11	1,03	0,47	0,116	3,32t/m²	10,08t/m²	0,001172m
3,90m	3,75m	7,35t/m²	25,86	0,95	0,44	0,107	3,04t/m²	10,39t/m²	0,001016m
4,30m	4,10m	8,04t/m²	23,65	0,86	0,40	0,095	2,72t/m²	10,75t/m²	0,001139m
4,70m	4,50m	8,82t/m²	21,55	0,79	0,36	0,085	2,43t/m²	11,25t/m²	0,000953m
5,10m	4,90m	9,60t/m²	19,79	0,73	0,33	0,077	2,19t/m²	11,79t/m²	0,000802m
5,60m	5,35m	10,49t/m²	18,13	0,66	0,30	0,067	1,92t/m²	12,41t/m²	0,000822m
6,10m	5,85m	11,47t/m²	16,58	0,61	0,28	0,059	1,70t/m²	13,16t/m²	0,000674m
6,60m	6,35m	12,45t/m²	15,27	0,56	0,26	0,053	1,51t/m²	13,95t/m²	0,000558m
7,00m	6,80m	13,33t/m²	14,26	0,53	0,24	0,048	1,37t/m²	14,70t/m²	0,000384m

Sc	**0,0490 m**
Sc	**4,90 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	962 min	0,002 Años	0,005 m	0,49 cm
20,00%	0,031	3848 min	0,007 Años	0,010 m	0,98 cm
30,00%	0,071	8659 min	0,016 Años	0,015 m	1,47 cm
40,00%	0,126	15394 min	0,029 Años	0,020 m	1,96 cm
50,00%	0,196	24053 min	0,046 Años	0,024 m	2,45 cm
60,00%	0,286	35069 min	0,067 Años	0,029 m	2,94 cm
70,00%	0,403	49349 min	0,094 Años	0,034 m	3,43 cm
80,00%	0,567	69475 min	0,132 Años	0,039 m	3,92 cm
90,00%	0,848	103880 min	0,198 Años	0,044 m	4,41 cm
95,00%	1,129	138285 min	0,263 Años	0,047 m	4,65 cm
99,99%	3,647	446757 min	0,850 Años	0,049 m	4,90 cm



B = 4,0 m

AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

CAPACIDAD DE CARGA MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	7,00t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	8,00º	B=	4,00m
γ =	1,90t/m³	L=	7,00m
D_f=	2,00m	Área=	28,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
0,9	-	-

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	7,53	F_{cs}=	1,16
N_q=	2,06	F_{qs}=	1,08
N_γ=	0,86	$F_{\gamma s}$=	0,77

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	79,07t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	26,36t/m²	σa	5,36t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	25,76t/m²	FS	4,81

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,20
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,10
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO			
E_S	2800,00t/m²	M	1,75
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	2,00m	B'	2,00m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	3,00
Is	0,42
ΔH (Seco)	0,0055 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	2,00m	Gs	2,65	LL	95,00%
γ	1,90t/m²	S	0,00%	LP	38,00%
γ '	1,90t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	57,00%
Pc	238t/m²	Cs	0,043	IL	-15,79%
eo	0,7685	Cc	0,173	Pa	10,33t/m²
Wn	29,00%	Cα	-		

AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,19t/m²	1253,08	18,50	11,00	0,250	5,36t/m²	5,55t/m²	0,007184m
0,40m	0,30m	0,57t/m²	417,69	9,25	5,50	0,249	5,34t/m²	5,91t/m²	0,004981m
0,60m	0,50m	0,95t/m²	250,62	6,17	3,67	0,248	5,31t/m²	6,26t/m²	0,004015m
0,80m	0,70m	1,33t/m²	179,01	4,63	2,75	0,245	5,25t/m²	6,58t/m²	0,003405m
1,00m	0,90m	1,71t/m²	139,23	3,70	2,20	0,241	5,16t/m²	6,87t/m²	0,002962m
1,20m	1,10m	2,09t/m²	113,92	3,08	1,83	0,236	5,05t/m²	7,14t/m²	0,002616m
1,40m	1,30m	2,47t/m²	96,39	2,64	1,57	0,229	4,91t/m²	7,38t/m²	0,002331m
1,60m	1,50m	2,85t/m²	83,54	2,31	1,38	0,222	4,76t/m²	7,61t/m²	0,002090m
1,80m	1,70m	3,23t/m²	73,71	2,06	1,22	0,214	4,58t/m²	7,81t/m²	0,001881m
2,00m	1,90m	3,61t/m²	65,95	1,85	1,10	0,205	4,40t/m²	8,01t/m²	0,001698m
2,20m	2,10m	3,99t/m²	59,67	1,68	1,00	0,197	4,21t/m²	8,20t/m²	0,001535m
2,40m	2,30m	4,37t/m²	54,48	1,54	0,92	0,188	4,03t/m²	8,40t/m²	0,001390m
2,60m	2,50m	4,75t/m²	50,12	1,42	0,85	0,179	3,84t/m²	8,59t/m²	0,001261m
2,80m	2,70m	5,13t/m²	46,41	1,32	0,79	0,171	3,65t/m²	8,78t/m²	0,001145m
3,00m	2,90m	5,51t/m²	43,21	1,23	0,73	0,162	3,47t/m²	8,98t/m²	0,001041m
3,20m	3,10m	5,89t/m²	40,42	1,16	0,69	0,154	3,30t/m²	9,19t/m²	0,000947m
3,30m	3,25m	6,18t/m²	38,56	1,12	0,67	0,150	3,22t/m²	9,39t/m²	0,000446m
3,50m	3,40m	6,46t/m²	36,86	1,06	0,63	0,143	3,05t/m²	9,51t/m²	0,000824m
3,70m	3,60m	6,84t/m²	34,81	1,00	0,59	0,135	2,90t/m²	9,74t/m²	0,000752m
3,90m	3,80m	7,22t/m²	32,98	0,95	0,56	0,128	2,75t/m²	9,97t/m²	0,000687m
4,10m	4,00m	7,60t/m²	31,33	0,90	0,54	0,122	2,61t/m²	10,21t/m²	0,000629m
4,30m	4,20m	7,98t/m²	29,84	0,86	0,51	0,116	2,48t/m²	10,46t/m²	0,000576m
4,50m	4,40m	8,36t/m²	28,48	0,82	0,49	0,110	2,35t/m²	10,71t/m²	0,000528m
4,70m	4,60m	8,74t/m²	27,24	0,79	0,47	0,104	2,24t/m²	10,98t/m²	0,000485m
4,90m	4,80m	9,12t/m²	26,11	0,76	0,45	0,099	2,13t/m²	11,25t/m²	0,000446m

Sc	**0,0459 m**
Sc	**4,59 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	471 min	0,001 Años	0,005 m	0,46 cm
20,00%	0,031	1886 min	0,004 Años	0,009 m	0,92 cm
30,00%	0,071	4243 min	0,008 Años	0,014 m	1,38 cm
40,00%	0,126	7543 min	0,014 Años	0,018 m	1,83 cm
50,00%	0,196	11786 min	0,022 Años	0,023 m	2,29 cm
60,00%	0,286	17184 min	0,033 Años	0,028 m	2,75 cm
70,00%	0,403	24181 min	0,046 Años	0,032 m	3,21 cm
80,00%	0,567	34043 min	0,065 Años	0,037 m	3,67 cm
90,00%	0,848	50901 min	0,097 Años	0,041 m	4,13 cm
95,00%	1,129	67760 min	0,129 Años	0,044 m	4,36 cm
99,99%	3,647	218911 min	0,416 Años	0,046 m	4,59 cm



AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

CAPACIDAD DE CARGA
MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	7,00t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	8,00º	B=	4,00m
γ =	1,90t/m³	L=	7,00m
D_f=	2,50m	Área=	28,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
0,9	-	-

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	7,53	F_{cs}=	1,16
N_q=	2,06	F_{qs}=	1,08
N_γ=	0,86	$F_{\gamma s}$=	0,77

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	83,35t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	27,78t/m²	σa	5,36t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	27,03t/m²	FS	5,05

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,25
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,13
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO		PARAMETROS DEL CIMIENTO	
E_S	2800,00t/m²	M	1,75
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	2,50m	B'	2,00m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	3,00
Is	0,42
ΔH (Seco)	0,0055 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	2,50m	Gs	2,65	LL	95,00%
γ	1,90t/m²	S	0,00%	LP	38,00%
γ '	1,90t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	57,00%
Pc	238,08t/m²	Cs	0,043	IL	-15,79%
eo	0,7685	Cc	0,173	Pa	10,33t/m²
Wn	29,00%	Cα	-		

AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

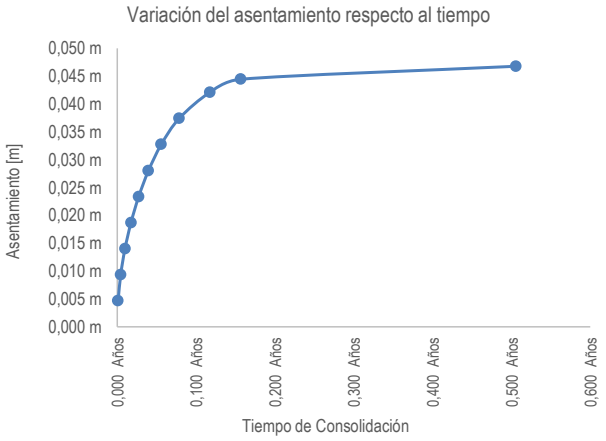
Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,19t/m²	1253,08	18,50	11,00	0,250	5,36t/m²	5,55t/m²	0,007184m
0,40m	0,30m	0,57t/m²	417,69	9,25	5,50	0,249	5,34t/m²	5,91t/m²	0,004981m
0,60m	0,50m	0,95t/m²	250,62	6,17	3,67	0,248	5,31t/m²	6,26t/m²	0,004015m
0,80m	0,70m	1,33t/m²	179,01	4,63	2,75	0,245	5,25t/m²	6,58t/m²	0,003405m
1,00m	0,90m	1,71t/m²	139,23	3,70	2,20	0,241	5,16t/m²	6,87t/m²	0,002962m
1,20m	1,10m	2,09t/m²	113,92	3,08	1,83	0,236	5,05t/m²	7,14t/m²	0,002616m
1,40m	1,30m	2,47t/m²	96,39	2,64	1,57	0,229	4,91t/m²	7,38t/m²	0,002331m
1,60m	1,50m	2,85t/m²	83,54	2,31	1,38	0,222	4,76t/m²	7,61t/m²	0,002090m
1,80m	1,70m	3,23t/m²	73,71	2,06	1,22	0,214	4,58t/m²	7,81t/m²	0,001881m
2,00m	1,90m	3,61t/m²	65,95	1,85	1,10	0,205	4,40t/m²	8,01t/m²	0,001698m
2,20m	2,10m	3,99t/m²	59,67	1,68	1,00	0,197	4,21t/m²	8,20t/m²	0,001535m
2,40m	2,30m	4,37t/m²	54,48	1,54	0,92	0,188	4,03t/m²	8,40t/m²	0,001390m
2,60m	2,50m	4,75t/m²	50,12	1,42	0,85	0,179	3,84t/m²	8,59t/m²	0,001261m
2,80m	2,70m	5,13t/m²	46,41	1,32	0,79	0,171	3,65t/m²	8,78t/m²	0,001145m
3,00m	2,90m	5,51t/m²	43,21	1,23	0,73	0,162	3,47t/m²	8,98t/m²	0,001041m
3,20m	3,10m	5,89t/m²	40,42	1,16	0,69	0,154	3,30t/m²	9,19t/m²	0,000947m
3,40m	3,30m	6,27t/m²	37,97	1,09	0,65	0,146	3,13t/m²	9,40t/m²	0,000863m
3,60m	3,50m	6,65t/m²	35,80	1,03	0,61	0,139	2,98t/m²	9,63t/m²	0,000787m
3,80m	3,70m	7,03t/m²	33,87	0,97	0,58	0,132	2,82t/m²	9,85t/m²	0,000719m
4,00m	3,90m	7,41t/m²	32,13	0,93	0,55	0,125	2,68t/m²	10,09t/m²	0,000657m
4,20m	4,10m	7,79t/m²	30,56	0,88	0,52	0,119	2,54t/m²	10,33t/m²	0,000602m
4,50m	4,35m	8,27t/m²	28,81	0,82	0,49	0,110	2,35t/m²	10,62t/m²	0,000801m
4,80m	4,65m	8,84t/m²	26,95	0,77	0,46	0,102	2,18t/m²	11,02t/m²	0,000705m
5,10m	4,95m	9,41t/m²	25,31	0,73	0,43	0,094	2,02t/m²	11,43t/m²	0,000622m
5,40m	5,25m	9,98t/m²	23,87	0,69	0,41	0,088	1,88t/m²	11,85t/m²	0,000551m

Sc	**0,0468 m**
Sc	**4,68 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	573 min	0,001 Años	0,005 m	0,47 cm
20,00%	0,031	2290 min	0,004 Años	0,009 m	0,94 cm
30,00%	0,071	5153 min	0,010 Años	0,014 m	1,40 cm
40,00%	0,126	9161 min	0,017 Años	0,019 m	1,87 cm
50,00%	0,196	14314 min	0,027 Años	0,023 m	2,34 cm
60,00%	0,286	20870 min	0,040 Años	0,028 m	2,81 cm
70,00%	0,403	29367 min	0,056 Años	0,033 m	3,28 cm
80,00%	0,567	41344 min	0,079 Años	0,037 m	3,74 cm
90,00%	0,848	61819 min	0,118 Años	0,042 m	4,21 cm
95,00%	1,129	82294 min	0,157 Años	0,044 m	4,44 cm
99,99%	3,647	265866 min	0,506 Años	0,047 m	4,68 cm



AJV INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

CAPACIDAD DE CARGA
MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	4,10t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	8,00º	B=	4,00m
γ =	1,90t/m³	L=	7,00m
D_f=	2,00m	Área=	28,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
0,9	-	-

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	7,53	F_{cs}=	1,16
N_q=	2,06	F_{qs}=	1,08
N_γ=	0,86	$F_{\gamma s}$=	0,77

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	48,79t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	16,26t/m²	σa	5,36t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	15,66t/m²	FS	2,92

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,20
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,10
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO		PARAMETROS DEL CIMIENTO	
E_S	1640,00t/m²	M	1,75
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	2,00m	B'	2,00m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	3,00
Is	0,42
ΔH (Seco)	0,0093 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	2,00m	Gs	2,65	LL	83,00%
γ	1,90t/m²	S	0,00%	LP	31,00%
γ '	1,90t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	52,00%
Pc	153,33t/m²	Cs	0,043	IL	-3,85%
eo	0,7685	Cc	0,173	Pa	10,33t/m²
Wn	29,00%	Cα	-		

AJV INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,19t/m²	807,02	18,50	11,00	0,250	5,36t/m²	5,55t/m²	0,007184m
0,40m	0,30m	0,57t/m²	269,01	9,25	5,50	0,249	5,34t/m²	5,91t/m²	0,004981m
0,60m	0,50m	0,95t/m²	161,40	6,17	3,67	0,248	5,31t/m²	6,26t/m²	0,004015m
0,80m	0,70m	1,33t/m²	115,29	4,63	2,75	0,245	5,25t/m²	6,58t/m²	0,003405m
1,00m	0,90m	1,71t/m²	89,67	3,70	2,20	0,241	5,16t/m²	6,87t/m²	0,002962m
1,20m	1,10m	2,09t/m²	73,37	3,08	1,83	0,236	5,05t/m²	7,14t/m²	0,002616m
1,40m	1,30m	2,47t/m²	62,08	2,64	1,57	0,229	4,91t/m²	7,38t/m²	0,002331m
1,60m	1,50m	2,85t/m²	53,80	2,31	1,38	0,222	4,76t/m²	7,61t/m²	0,002090m
1,80m	1,70m	3,23t/m²	47,47	2,06	1,22	0,214	4,58t/m²	7,81t/m²	0,001881m
2,00m	1,90m	3,61t/m²	42,47	1,85	1,10	0,205	4,40t/m²	8,01t/m²	0,001698m
2,20m	2,10m	3,99t/m²	38,43	1,68	1,00	0,197	4,21t/m²	8,20t/m²	0,001535m
2,40m	2,30m	4,37t/m²	35,09	1,54	0,92	0,188	4,03t/m²	8,40t/m²	0,001390m
2,60m	2,50m	4,75t/m²	32,28	1,42	0,85	0,179	3,84t/m²	8,59t/m²	0,001261m
2,80m	2,70m	5,13t/m²	29,89	1,32	0,79	0,171	3,65t/m²	8,78t/m²	0,001145m
3,00m	2,90m	5,51t/m²	27,83	1,23	0,73	0,162	3,47t/m²	8,98t/m²	0,001041m
3,20m	3,10m	5,89t/m²	26,03	1,16	0,69	0,154	3,30t/m²	9,19t/m²	0,000947m
3,40m	3,30m	6,27t/m²	24,46	1,09	0,65	0,146	3,13t/m²	9,40t/m²	0,000863m
3,60m	3,50m	6,65t/m²	23,06	1,03	0,61	0,139	2,98t/m²	9,63t/m²	0,000787m
3,80m	3,70m	7,03t/m²	21,81	0,97	0,58	0,132	2,82t/m²	9,85t/m²	0,000719m
4,20m	4,00m	7,60t/m²	20,18	0,88	0,52	0,119	2,54t/m²	10,14t/m²	0,001230m
4,60m	4,40m	8,36t/m²	18,34	0,80	0,48	0,107	2,30t/m²	10,66t/m²	0,001033m
5,00m	4,80m	9,12t/m²	16,81	0,74	0,44	0,097	2,07t/m²	11,19t/m²	0,000873m
5,40m	5,20m	9,88t/m²	15,52	0,69	0,41	0,088	1,88t/m²	11,76t/m²	0,000741m
5,80m	5,60m	10,64t/m²	14,41	0,64	0,38	0,080	1,70t/m²	12,34t/m²	0,000633m
6,20m	6,00m	11,40t/m²	13,45	0,60	0,35	0,072	1,55t/m²	12,95t/m²	0,000543m

Sc	**0,0479 m**
Sc	**4,79 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	755 min	0,001 Años	0,005 m	0,48 cm
20,00%	0,031	3019 min	0,006 Años	0,010 m	0,96 cm
30,00%	0,071	6793 min	0,013 Años	0,014 m	1,44 cm
40,00%	0,126	12076 min	0,023 Años	0,019 m	1,92 cm
50,00%	0,196	18869 min	0,036 Años	0,024 m	2,40 cm
60,00%	0,286	27511 min	0,052 Años	0,029 m	2,87 cm
70,00%	0,403	38713 min	0,074 Años	0,034 m	3,35 cm
80,00%	0,567	54502 min	0,104 Años	0,038 m	3,83 cm
90,00%	0,848	81493 min	0,155 Años	0,043 m	4,31 cm
95,00%	1,129	108484 min	0,206 Años	0,046 m	4,55 cm
99,99%	3,647	350477 min	0,667 Años	0,048 m	4,79 cm



AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

CAPACIDAD DE CARGA
MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	4,10t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	8,00º	B=	4,00m
γ =	1,90t/m³	L=	7,00m
D_f=	2,50m	Área=	28,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
0,9	-	-

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	7,53	F_{cs}=	1,16
N_q=	2,06	F_{qs}=	1,08
N_γ=	0,86	$F_{\gamma s}$=	0,77

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	51,80t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	17,27t/m²	σa	5,36t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	16,52t/m²	FS	3,08

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,25
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,13
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO		PARAMETROS DEL CIMIENTO	
E_S	1640,00t/m²	M	1,75
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	2,50m	B'	2,00m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	3,00
Is	0,42
ΔH (Seco)	0,0093 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	2,50m	Gs	2,65	LL	83,00%
γ	1,90t/m²	S	0,00%	LP	31,00%
γ '	1,90t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	52,00%
Pc	153,33t/m²	Cs	0,043	IL	-3,85%
eo	0,7685	Cc	0,173	Pa	10,33t/m²
Wn	29,00%	Cα	-		

AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

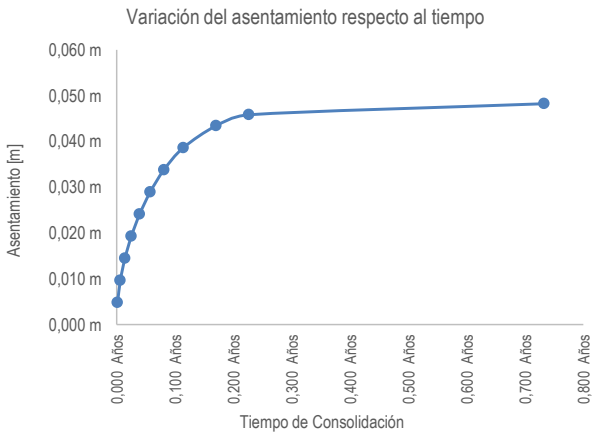
Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,19t/m²	807,02	18,50	11,00	0,250	5,36t/m²	5,55t/m²	0,007184m
0,40m	0,30m	0,57t/m²	269,01	9,25	5,50	0,249	5,34t/m²	5,91t/m²	0,004981m
0,60m	0,50m	0,95t/m²	161,40	6,17	3,67	0,248	5,31t/m²	6,26t/m²	0,004015m
0,80m	0,70m	1,33t/m²	115,29	4,63	2,75	0,245	5,25t/m²	6,58t/m²	0,003405m
1,00m	0,90m	1,71t/m²	89,67	3,70	2,20	0,241	5,16t/m²	6,87t/m²	0,002962m
1,20m	1,10m	2,09t/m²	73,37	3,08	1,83	0,236	5,05t/m²	7,14t/m²	0,002616m
1,40m	1,30m	2,47t/m²	62,08	2,64	1,57	0,229	4,91t/m²	7,38t/m²	0,002331m
1,60m	1,50m	2,85t/m²	53,80	2,31	1,38	0,222	4,76t/m²	7,61t/m²	0,002090m
1,80m	1,70m	3,23t/m²	47,47	2,06	1,22	0,214	4,58t/m²	7,81t/m²	0,001881m
2,00m	1,90m	3,61t/m²	42,47	1,85	1,10	0,205	4,40t/m²	8,01t/m²	0,001698m
2,20m	2,10m	3,99t/m²	38,43	1,68	1,00	0,197	4,21t/m²	8,20t/m²	0,001535m
2,40m	2,30m	4,37t/m²	35,09	1,54	0,92	0,188	4,03t/m²	8,40t/m²	0,001390m
2,60m	2,50m	4,75t/m²	32,28	1,42	0,85	0,179	3,84t/m²	8,59t/m²	0,001261m
2,80m	2,70m	5,13t/m²	29,89	1,32	0,79	0,171	3,65t/m²	8,78t/m²	0,001145m
3,00m	2,90m	5,51t/m²	27,83	1,23	0,73	0,162	3,47t/m²	8,98t/m²	0,001041m
3,20m	3,10m	5,89t/m²	26,03	1,16	0,69	0,154	3,30t/m²	9,19t/m²	0,000947m
3,40m	3,30m	6,27t/m²	24,46	1,09	0,65	0,146	3,13t/m²	9,40t/m²	0,000863m
3,60m	3,50m	6,65t/m²	23,06	1,03	0,61	0,139	2,98t/m²	9,63t/m²	0,000787m
3,80m	3,70m	7,03t/m²	21,81	0,97	0,58	0,132	2,82t/m²	9,85t/m²	0,000719m
4,20m	4,00m	7,60t/m²	20,18	0,88	0,52	0,119	2,54t/m²	10,14t/m²	0,001230m
4,60m	4,40m	8,36t/m²	18,34	0,80	0,48	0,107	2,30t/m²	10,66t/m²	0,001033m
5,00m	4,80m	9,12t/m²	16,81	0,74	0,44	0,097	2,07t/m²	11,19t/m²	0,000873m
5,50m	5,25m	9,98t/m²	15,37	0,67	0,40	0,086	1,83t/m²	11,81t/m²	0,000898m
6,00m	5,75m	10,93t/m²	14,04	0,62	0,37	0,076	1,63t/m²	12,55t/m²	0,000739m
6,50m	6,25m	11,88t/m²	12,91	0,57	0,34	0,068	1,45t/m²	13,32t/m²	0,000613m

Sc	**0,0482 m**
Sc	**4,82 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	830 min	0,002 Años	0,005 m	0,48 cm
20,00%	0,031	3318 min	0,006 Años	0,010 m	0,96 cm
30,00%	0,071	7466 min	0,014 Años	0,014 m	1,45 cm
40,00%	0,126	13273 min	0,025 Años	0,019 m	1,93 cm
50,00%	0,196	20739 min	0,039 Años	0,024 m	2,41 cm
60,00%	0,286	30238 min	0,058 Años	0,029 m	2,89 cm
70,00%	0,403	42551 min	0,081 Años	0,034 m	3,38 cm
80,00%	0,567	59904 min	0,114 Años	0,039 m	3,86 cm
90,00%	0,848	89570 min	0,170 Años	0,043 m	4,34 cm
95,00%	1,129	119236 min	0,227 Años	0,046 m	4,58 cm
99,99%	3,647	385214 min	0,733 Años	0,048 m	4,82 cm



AJV INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

CAPACIDAD DE CARGA
MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	4,10t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	12,00º	B=	4,00m
γ =	1,92t/m³	L=	7,00m
D_f=	3,00m	Área=	28,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
0,92	-	-

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	9,28	F_{cs}=	1,18
N_q=	2,97	F_{qs}=	1,12
N_γ=	1,69	$F_{\gamma s}$=	0,77

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	72,70t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	24,23t/m²	σa	5,36t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	23,31t/m²	FS	4,35

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,30
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,20
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO		PARAMETROS DEL CIMIENTO	
E_S	1640,00t/m²	M	1,75
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	3,00m	B'	2,00m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	3,00
Is	0,42
ΔH (Seco)	0,0093 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	3,00m	Gs	2,65	LL	71,00%
γ	1,92t/m²	S	0,00%	LP	31,00%
γ '	1,92t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	40,00%
Pc	192,35t/m²	Cs	0,040	IL	-10,00%
eo	0,7155	Cc	0,161	Pa	10,33t/m²
Wn	27,00%	Cα	-		

AJV INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

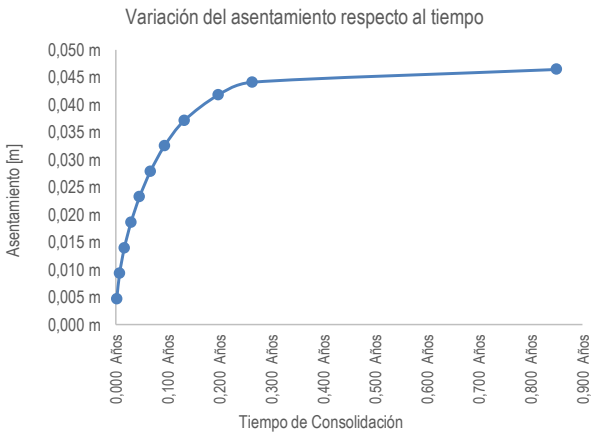
Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,19t/m²	1001,84	18,50	11,00	0,250	5,36t/m²	5,55t/m²	0,006868m
0,40m	0,30m	0,58t/m²	333,95	9,25	5,50	0,249	5,34t/m²	5,92t/m²	0,004757m
0,60m	0,50m	0,96t/m²	200,37	6,17	3,67	0,248	5,31t/m²	6,27t/m²	0,003831m
0,80m	0,70m	1,34t/m²	143,12	4,63	2,75	0,245	5,25t/m²	6,59t/m²	0,003248m
1,00m	0,90m	1,73t/m²	111,32	3,70	2,20	0,241	5,16t/m²	6,89t/m²	0,002825m
1,20m	1,10m	2,11t/m²	91,08	3,08	1,83	0,236	5,05t/m²	7,16t/m²	0,002493m
1,40m	1,30m	2,50t/m²	77,06	2,64	1,57	0,229	4,91t/m²	7,41t/m²	0,002221m
1,60m	1,50m	2,88t/m²	66,79	2,31	1,38	0,222	4,76t/m²	7,64t/m²	0,001991m
1,80m	1,70m	3,26t/m²	58,93	2,06	1,22	0,214	4,58t/m²	7,85t/m²	0,001791m
2,00m	1,90m	3,65t/m²	52,73	1,85	1,10	0,205	4,40t/m²	8,05t/m²	0,001616m
2,20m	2,10m	4,03t/m²	47,71	1,68	1,00	0,197	4,21t/m²	8,25t/m²	0,001461m
2,40m	2,30m	4,42t/m²	43,56	1,54	0,92	0,188	4,03t/m²	8,44t/m²	0,001323m
2,60m	2,50m	4,80t/m²	40,07	1,42	0,85	0,179	3,84t/m²	8,64t/m²	0,001200m
2,80m	2,70m	5,18t/m²	37,11	1,32	0,79	0,171	3,65t/m²	8,84t/m²	0,001089m
3,00m	2,90m	5,57t/m²	34,55	1,23	0,73	0,162	3,47t/m²	9,04t/m²	0,000990m
3,30m	3,15m	6,05t/m²	31,80	1,12	0,67	0,150	3,22t/m²	9,26t/m²	0,001306m
3,60m	3,45m	6,62t/m²	29,04	1,03	0,61	0,139	2,98t/m²	9,60t/m²	0,001136m
3,90m	3,75m	7,20t/m²	26,72	0,95	0,56	0,128	2,75t/m²	9,95t/m²	0,000991m
4,30m	4,10m	7,87t/m²	24,44	0,86	0,51	0,116	2,48t/m²	10,35t/m²	0,001118m
4,70m	4,50m	8,64t/m²	22,26	0,79	0,47	0,104	2,24t/m²	10,88t/m²	0,000940m
5,10m	4,90m	9,41t/m²	20,45	0,73	0,43	0,094	2,02t/m²	11,43t/m²	0,000795m
5,60m	5,35m	10,27t/m²	18,73	0,66	0,39	0,083	1,79t/m²	12,06t/m²	0,000819m
6,10m	5,85m	11,23t/m²	17,13	0,61	0,36	0,074	1,59t/m²	12,82t/m²	0,000675m
6,60m	6,35m	12,19t/m²	15,78	0,56	0,33	0,066	1,42t/m²	13,61t/m²	0,000561m
7,00m	6,80m	13,06t/m²	14,73	0,53	0,31	0,060	1,30t/m²	14,35t/m²	0,000386m

Sc	**0,0464 m**
Sc	**4,64 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	962 min	0,002 Años	0,005 m	0,46 cm
20,00%	0,031	3848 min	0,007 Años	0,009 m	0,93 cm
30,00%	0,071	8659 min	0,016 Años	0,014 m	1,39 cm
40,00%	0,126	15394 min	0,029 Años	0,019 m	1,86 cm
50,00%	0,196	24053 min	0,046 Años	0,023 m	2,32 cm
60,00%	0,286	35069 min	0,067 Años	0,028 m	2,79 cm
70,00%	0,403	49349 min	0,094 Años	0,033 m	3,25 cm
80,00%	0,567	69475 min	0,132 Años	0,037 m	3,71 cm
90,00%	0,848	103880 min	0,198 Años	0,042 m	4,18 cm
95,00%	1,129	138285 min	0,263 Años	0,044 m	4,41 cm
99,99%	3,647	446757 min	0,850 Años	0,046 m	4,64 cm



AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

CAPACIDAD DE CARGA MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	6,40t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	9,00º	B=	4,00m
γ =	2,08t/m³	L=	7,00m
D_f=	2,00m	Área=	28,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
1,08	-	-

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	7,92	F_{cs}=	1,16
N_q=	2,25	F_{qs}=	1,09
N_γ=	1,03	$F_{\gamma s}$=	0,77

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	78,87t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	26,29t/m²	σa	5,36t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	25,57t/m²	FS	4,77

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,20
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,11
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO			
E_S	2560,00t/m²	M	1,75
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	2,00m	B'	2,00m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	3,00
Is	0,42
ΔH (Seco)	0,0060 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	2,00m	Gs	2,65	LL	50,00%
γ	2,08t/m²	S	0,00%	LP	24,00%
γ '	2,08t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	26,00%
Pc	311,41t/m²	Cs	0,028	IL	-23,08%
eo	0,4770	Cc	0,113	Pa	10,33t/m²
Wn	18,00%	Cα	-		

AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,21t/m²	1497,16	18,50	11,00	0,250	5,36t/m²	5,56t/m²	0,005458m
0,40m	0,30m	0,62t/m²	499,05	9,25	5,50	0,249	5,34t/m²	5,97t/m²	0,003749m
0,60m	0,50m	1,04t/m²	299,43	6,17	3,67	0,248	5,31t/m²	6,35t/m²	0,003004m
0,80m	0,70m	1,46t/m²	213,88	4,63	2,75	0,245	5,25t/m²	6,71t/m²	0,002537m
1,00m	0,90m	1,87t/m²	166,35	3,70	2,20	0,241	5,16t/m²	7,04t/m²	0,002199m
1,20m	1,10m	2,29t/m²	136,11	3,08	1,83	0,236	5,05t/m²	7,34t/m²	0,001935m
1,40m	1,30m	2,70t/m²	115,17	2,64	1,57	0,229	4,91t/m²	7,62t/m²	0,001720m
1,60m	1,50m	3,12t/m²	99,81	2,31	1,38	0,222	4,76t/m²	7,88t/m²	0,001538m
1,80m	1,70m	3,54t/m²	88,07	2,06	1,22	0,214	4,58t/m²	8,12t/m²	0,001380m
2,00m	1,90m	3,95t/m²	78,80	1,85	1,10	0,205	4,40t/m²	8,35t/m²	0,001243m
2,20m	2,10m	4,37t/m²	71,29	1,68	1,00	0,197	4,21t/m²	8,58t/m²	0,001122m
2,40m	2,30m	4,78t/m²	65,09	1,54	0,92	0,188	4,03t/m²	8,81t/m²	0,001014m
2,60m	2,50m	5,20t/m²	59,89	1,42	0,85	0,179	3,84t/m²	9,04t/m²	0,000918m
2,80m	2,70m	5,62t/m²	55,45	1,32	0,79	0,171	3,65t/m²	9,27t/m²	0,000832m
3,00m	2,90m	6,03t/m²	51,63	1,23	0,73	0,162	3,47t/m²	9,51t/m²	0,000755m
3,20m	3,10m	6,45t/m²	48,30	1,16	0,69	0,154	3,30t/m²	9,75t/m²	0,000686m
3,30m	3,25m	6,76t/m²	46,07	1,12	0,67	0,150	3,22t/m²	9,98t/m²	0,000323m
3,50m	3,40m	7,07t/m²	44,03	1,06	0,63	0,143	3,05t/m²	10,13t/m²	0,000596m
3,70m	3,60m	7,49t/m²	41,59	1,00	0,59	0,135	2,90t/m²	10,39t/m²	0,000543m
3,90m	3,80m	7,90t/m²	39,40	0,95	0,56	0,128	2,75t/m²	10,66t/m²	0,000496m
4,10m	4,00m	8,32t/m²	37,43	0,90	0,54	0,122	2,61t/m²	10,93t/m²	0,000453m
4,30m	4,20m	8,74t/m²	35,65	0,86	0,51	0,116	2,48t/m²	11,22t/m²	0,000415m
4,50m	4,40m	9,15t/m²	34,03	0,82	0,49	0,110	2,35t/m²	11,51t/m²	0,000380m
4,70m	4,60m	9,57t/m²	32,55	0,79	0,47	0,104	2,24t/m²	11,81t/m²	0,000349m
4,90m	4,80m	9,98t/m²	31,19	0,76	0,45	0,099	2,13t/m²	12,11t/m²	0,000321m

Sc	**0,0340 m**
Sc	**3,40 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	471 min	0,001 Años	0,003 m	0,34 cm
20,00%	0,031	1886 min	0,004 Años	0,007 m	0,68 cm
30,00%	0,071	4243 min	0,008 Años	0,010 m	1,02 cm
40,00%	0,126	7543 min	0,014 Años	0,014 m	1,36 cm
50,00%	0,196	11786 min	0,022 Años	0,017 m	1,70 cm
60,00%	0,286	17184 min	0,033 Años	0,020 m	2,04 cm
70,00%	0,403	24181 min	0,046 Años	0,024 m	2,38 cm
80,00%	0,567	34043 min	0,065 Años	0,027 m	2,72 cm
90,00%	0,848	50901 min	0,097 Años	0,031 m	3,06 cm
95,00%	1,129	67760 min	0,129 Años	0,032 m	3,23 cm
99,99%	3,647	218911 min	0,416 Años	0,034 m	3,40 cm



AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

CAPACIDAD DE CARGA
MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	6,40t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	9,00º	B=	4,00m
γ =	2,08t/m³	L=	7,00m
D_f=	2,50m	Área=	28,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
1,08	-	-

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	7,92	F_{cs}=	1,16
N_q=	2,25	F_{qs}=	1,09
N_γ=	1,03	$F_{\gamma s}$=	0,77

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	83,49t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	27,83t/m²	σa	5,36t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	26,93t/m²	FS	5,03

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,25
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,14
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO		PARAMETROS DEL CIMIENTO	
E_S	2560,00t/m²	M	1,75
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	2,50m	B'	2,00m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	3,00
Is	0,42
ΔH (Seco)	0,0060 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	2,50m	Gs	2,65	LL	50,00%
γ	2,08t/m²	S	0,00%	LP	24,00%
γ '	2,08t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	26,00%
Pc	311,41t/m²	Cs	0,028	IL	-23,08%
eo	0,4770	Cc	0,113	Pa	10,33t/m²
Wn	18,00%	Cα	-		

AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,21t/m²	1497,16	18,50	11,00	0,250	5,36t/m²	5,56t/m²	0,005458m
0,40m	0,30m	0,62t/m²	499,05	9,25	5,50	0,249	5,34t/m²	5,97t/m²	0,003749m
0,60m	0,50m	1,04t/m²	299,43	6,17	3,67	0,248	5,31t/m²	6,35t/m²	0,003004m
0,80m	0,70m	1,46t/m²	213,88	4,63	2,75	0,245	5,25t/m²	6,71t/m²	0,002537m
1,00m	0,90m	1,87t/m²	166,35	3,70	2,20	0,241	5,16t/m²	7,04t/m²	0,002199m
1,20m	1,10m	2,29t/m²	136,11	3,08	1,83	0,236	5,05t/m²	7,34t/m²	0,001935m
1,40m	1,30m	2,70t/m²	115,17	2,64	1,57	0,229	4,91t/m²	7,62t/m²	0,001720m
1,60m	1,50m	3,12t/m²	99,81	2,31	1,38	0,222	4,76t/m²	7,88t/m²	0,001538m
1,80m	1,70m	3,54t/m²	88,07	2,06	1,22	0,214	4,58t/m²	8,12t/m²	0,001380m
2,00m	1,90m	3,95t/m²	78,80	1,85	1,10	0,205	4,40t/m²	8,35t/m²	0,001243m
2,20m	2,10m	4,37t/m²	71,29	1,68	1,00	0,197	4,21t/m²	8,58t/m²	0,001122m
2,40m	2,30m	4,78t/m²	65,09	1,54	0,92	0,188	4,03t/m²	8,81t/m²	0,001014m
2,60m	2,50m	5,20t/m²	59,89	1,42	0,85	0,179	3,84t/m²	9,04t/m²	0,000918m
2,80m	2,70m	5,62t/m²	55,45	1,32	0,79	0,171	3,65t/m²	9,27t/m²	0,000832m
3,00m	2,90m	6,03t/m²	51,63	1,23	0,73	0,162	3,47t/m²	9,51t/m²	0,000755m
3,20m	3,10m	6,45t/m²	48,30	1,16	0,69	0,154	3,30t/m²	9,75t/m²	0,000686m
3,40m	3,30m	6,86t/m²	45,37	1,09	0,65	0,146	3,13t/m²	10,00t/m²	0,000625m
3,60m	3,50m	7,28t/m²	42,78	1,03	0,61	0,139	2,98t/m²	10,26t/m²	0,000569m
3,80m	3,70m	7,70t/m²	40,46	0,97	0,58	0,132	2,82t/m²	10,52t/m²	0,000519m
4,00m	3,90m	8,11t/m²	38,39	0,93	0,55	0,125	2,68t/m²	10,79t/m²	0,000474m
4,20m	4,10m	8,53t/m²	36,52	0,88	0,52	0,119	2,54t/m²	11,07t/m²	0,000434m
4,50m	4,35m	9,05t/m²	34,42	0,82	0,49	0,110	2,35t/m²	11,40t/m²	0,000576m
4,80m	4,65m	9,67t/m²	32,20	0,77	0,46	0,102	2,18t/m²	11,85t/m²	0,000507m
5,10m	4,95m	10,30t/m²	30,25	0,73	0,43	0,094	2,02t/m²	12,32t/m²	0,000447m
5,40m	5,25m	10,92t/m²	28,52	0,69	0,41	0,088	1,88t/m²	12,80t/m²	0,000395m

Sc	**0,0346 m**
Sc	**3,46 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	573 min	0,001 Años	0,003 m	0,35 cm
20,00%	0,031	2290 min	0,004 Años	0,007 m	0,69 cm
30,00%	0,071	5153 min	0,010 Años	0,010 m	1,04 cm
40,00%	0,126	9161 min	0,017 Años	0,014 m	1,39 cm
50,00%	0,196	14314 min	0,027 Años	0,017 m	1,73 cm
60,00%	0,286	20870 min	0,040 Años	0,021 m	2,08 cm
70,00%	0,403	29367 min	0,056 Años	0,024 m	2,42 cm
80,00%	0,567	41344 min	0,079 Años	0,028 m	2,77 cm
90,00%	0,848	61819 min	0,118 Años	0,031 m	3,12 cm
95,00%	1,129	82294 min	0,157 Años	0,033 m	3,29 cm
99,99%	3,647	265866 min	0,506 Años	0,035 m	3,46 cm



AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

CAPACIDAD DE CARGA
MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	7,50t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	8,00º	B=	4,00m
γ =	2,03t/m³	L=	7,00m
D_f=	3,00m	Área=	28,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
1,03	-	-

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	7,53	F_{cs}=	1,16
N_q=	2,06	F_{qs}=	1,08
N_γ=	0,86	$F_{\gamma s}$=	0,77

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	94,57t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	31,52t/m²	σa	5,36t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	30,49t/m²	FS	5,69

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,30
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,16
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO		PARAMETROS DEL CIMIENTO	
E_S	3000,00t/m²	M	1,75
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	3,00m	B'	2,00m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	3,00
Is	0,42
ΔH (Seco)	0,0051 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	3,00m	Gs	2,65	LL	49,00%
γ	2,03t/m²	S	0,00%	LP	27,00%
γ '	2,03t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	22,00%
Pc	363,47t/m²	Cs	0,032	IL	-27,27%
eo	0,5565	Cc	0,128	Pa	10,33t/m²
Wn	21,00%	Cα	-		

AJV INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,20t/m²	1790,47	18,50	11,00	0,250	5,36t/m²	5,56t/m²	0,005909m
0,40m	0,30m	0,61t/m²	596,82	9,25	5,50	0,249	5,34t/m²	5,95t/m²	0,004070m
0,60m	0,50m	1,02t/m²	358,09	6,17	3,67	0,248	5,31t/m²	6,32t/m²	0,003266m
0,80m	0,70m	1,42t/m²	255,78	4,63	2,75	0,245	5,25t/m²	6,67t/m²	0,002761m
1,00m	0,90m	1,83t/m²	198,94	3,70	2,20	0,241	5,16t/m²	6,99t/m²	0,002396m
1,20m	1,10m	2,23t/m²	162,77	3,08	1,83	0,236	5,05t/m²	7,28t/m²	0,002111m
1,40m	1,30m	2,64t/m²	137,73	2,64	1,57	0,229	4,91t/m²	7,55t/m²	0,001877m
1,60m	1,50m	3,05t/m²	119,36	2,31	1,38	0,222	4,76t/m²	7,80t/m²	0,001679m
1,80m	1,70m	3,45t/m²	105,32	2,06	1,22	0,214	4,58t/m²	8,03t/m²	0,001509m
2,00m	1,90m	3,86t/m²	94,24	1,85	1,10	0,205	4,40t/m²	8,26t/m²	0,001359m
2,20m	2,10m	4,26t/m²	85,26	1,68	1,00	0,197	4,21t/m²	8,48t/m²	0,001227m
2,40m	2,30m	4,67t/m²	77,85	1,54	0,92	0,188	4,03t/m²	8,70t/m²	0,001110m
2,60m	2,50m	5,08t/m²	71,62	1,42	0,85	0,179	3,84t/m²	8,91t/m²	0,001005m
2,80m	2,70m	5,48t/m²	66,31	1,32	0,79	0,171	3,65t/m²	9,13t/m²	0,000912m
3,00m	2,90m	5,89t/m²	61,74	1,23	0,73	0,162	3,47t/m²	9,36t/m²	0,000828m
3,20m	3,10m	6,29t/m²	57,76	1,16	0,69	0,154	3,30t/m²	9,59t/m²	0,000753m
3,40m	3,30m	6,70t/m²	54,26	1,09	0,65	0,146	3,13t/m²	9,83t/m²	0,000685m
3,60m	3,50m	7,11t/m²	51,16	1,03	0,61	0,139	2,98t/m²	10,08t/m²	0,000624m
3,80m	3,70m	7,51t/m²	48,39	0,97	0,58	0,132	2,82t/m²	10,33t/m²	0,000570m
4,20m	4,00m	8,12t/m²	44,76	0,88	0,52	0,119	2,54t/m²	10,66t/m²	0,000973m
4,60m	4,40m	8,93t/m²	40,69	0,80	0,48	0,107	2,30t/m²	11,23t/m²	0,000817m
5,00m	4,80m	9,74t/m²	37,30	0,74	0,44	0,097	2,07t/m²	11,82t/m²	0,000689m
5,40m	5,20m	10,56t/m²	34,43	0,69	0,41	0,088	1,88t/m²	12,43t/m²	0,000585m
5,80m	5,60m	11,37t/m²	31,97	0,64	0,38	0,080	1,70t/m²	13,07t/m²	0,000499m
6,20m	6,00m	12,18t/m²	29,84	0,60	0,35	0,072	1,55t/m²	13,73t/m²	0,000428m

Sc	**0,0386 m**
Sc	**3,86 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	755 min	0,001 Años	0,004 m	0,39 cm
20,00%	0,031	3019 min	0,006 Años	0,008 m	0,77 cm
30,00%	0,071	6793 min	0,013 Años	0,012 m	1,16 cm
40,00%	0,126	12076 min	0,023 Años	0,015 m	1,55 cm
50,00%	0,196	18869 min	0,036 Años	0,019 m	1,93 cm
60,00%	0,286	27511 min	0,052 Años	0,023 m	2,32 cm
70,00%	0,403	38713 min	0,074 Años	0,027 m	2,70 cm
80,00%	0,567	54502 min	0,104 Años	0,031 m	3,09 cm
90,00%	0,848	81493 min	0,155 Años	0,035 m	3,48 cm
95,00%	1,129	108484 min	0,206 Años	0,037 m	3,67 cm
99,99%	3,647	350477 min	0,667 Años	0,039 m	3,86 cm



AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

CAPACIDAD DE CARGA
MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	7,50t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	8,00º	B=	4,00m
γ =	2,03t/m³	L=	7,00m
D_f=	3,50m	Área=	28,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
1,03	-	-

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	7,53	F_{cs}=	1,16
N_q=	2,06	F_{qs}=	1,08
N_γ=	0,86	$F_{\gamma s}$=	0,77

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,35
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,18
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	99,37t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	33,12t/m²	σa	5,36t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	31,92t/m²	FS	5,96

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO		PARAMETROS DEL CIMIENTO	
E_S	3000,00t/m²	M	1,75
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	3,50m	B'	2,00m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	3,00
Is	0,42
ΔH (Seco)	0,0051 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	3,50m	Gs	2,65	LL	49,00%
γ	2,03t/m²	S	0,00%	LP	27,00%
γ '	2,03t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	22,00%
Pc	363,47t/m²	Cs	0,032	IL	-27,27%
eo	0,5565	Cc	0,128	Pa	10,33t/m²
Wn	21,00%	Cα	-		

AJV INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

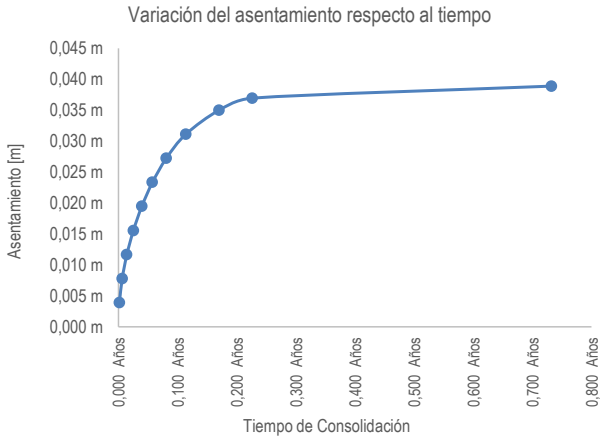
Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,20t/m²	1790,47	18,50	11,00	0,250	5,36t/m²	5,56t/m²	0,005909m
0,40m	0,30m	0,61t/m²	596,82	9,25	5,50	0,249	5,34t/m²	5,95t/m²	0,004070m
0,60m	0,50m	1,02t/m²	358,09	6,17	3,67	0,248	5,31t/m²	6,32t/m²	0,003266m
0,80m	0,70m	1,42t/m²	255,78	4,63	2,75	0,245	5,25t/m²	6,67t/m²	0,002761m
1,00m	0,90m	1,83t/m²	198,94	3,70	2,20	0,241	5,16t/m²	6,99t/m²	0,002396m
1,20m	1,10m	2,23t/m²	162,77	3,08	1,83	0,236	5,05t/m²	7,28t/m²	0,002111m
1,40m	1,30m	2,64t/m²	137,73	2,64	1,57	0,229	4,91t/m²	7,55t/m²	0,001877m
1,60m	1,50m	3,05t/m²	119,36	2,31	1,38	0,222	4,76t/m²	7,80t/m²	0,001679m
1,80m	1,70m	3,45t/m²	105,32	2,06	1,22	0,214	4,58t/m²	8,03t/m²	0,001509m
2,00m	1,90m	3,86t/m²	94,24	1,85	1,10	0,205	4,40t/m²	8,26t/m²	0,001359m
2,20m	2,10m	4,26t/m²	85,26	1,68	1,00	0,197	4,21t/m²	8,48t/m²	0,001227m
2,40m	2,30m	4,67t/m²	77,85	1,54	0,92	0,188	4,03t/m²	8,70t/m²	0,001110m
2,60m	2,50m	5,08t/m²	71,62	1,42	0,85	0,179	3,84t/m²	8,91t/m²	0,001005m
2,80m	2,70m	5,48t/m²	66,31	1,32	0,79	0,171	3,65t/m²	9,13t/m²	0,000912m
3,00m	2,90m	5,89t/m²	61,74	1,23	0,73	0,162	3,47t/m²	9,36t/m²	0,000828m
3,20m	3,10m	6,29t/m²	57,76	1,16	0,69	0,154	3,30t/m²	9,59t/m²	0,000753m
3,40m	3,30m	6,70t/m²	54,26	1,09	0,65	0,146	3,13t/m²	9,83t/m²	0,000685m
3,60m	3,50m	7,11t/m²	51,16	1,03	0,61	0,139	2,98t/m²	10,08t/m²	0,000624m
3,80m	3,70m	7,51t/m²	48,39	0,97	0,58	0,132	2,82t/m²	10,33t/m²	0,000570m
4,20m	4,00m	8,12t/m²	44,76	0,88	0,52	0,119	2,54t/m²	10,66t/m²	0,000973m
4,60m	4,40m	8,93t/m²	40,69	0,80	0,48	0,107	2,30t/m²	11,23t/m²	0,000817m
5,00m	4,80m	9,74t/m²	37,30	0,74	0,44	0,097	2,07t/m²	11,82t/m²	0,000689m
5,50m	5,25m	10,66t/m²	34,10	0,67	0,40	0,086	1,83t/m²	12,49t/m²	0,000708m
6,00m	5,75m	11,67t/m²	31,14	0,62	0,37	0,076	1,63t/m²	13,30t/m²	0,000582m
6,50m	6,25m	12,69t/m²	28,65	0,57	0,34	0,068	1,45t/m²	14,14t/m²	0,000482m

Sc	**0,0389 m**
Sc	**3,89 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	830 min	0,002 Años	0,004 m	0,39 cm
20,00%	0,031	3318 min	0,006 Años	0,008 m	0,78 cm
30,00%	0,071	7466 min	0,014 Años	0,012 m	1,17 cm
40,00%	0,126	13273 min	0,025 Años	0,016 m	1,56 cm
50,00%	0,196	20739 min	0,039 Años	0,019 m	1,95 cm
60,00%	0,286	30238 min	0,058 Años	0,023 m	2,33 cm
70,00%	0,403	42551 min	0,081 Años	0,027 m	2,72 cm
80,00%	0,567	59904 min	0,114 Años	0,031 m	3,11 cm
90,00%	0,848	89570 min	0,170 Años	0,035 m	3,50 cm
95,00%	1,129	119236 min	0,227 Años	0,037 m	3,70 cm
99,99%	3,647	385214 min	0,733 Años	0,039 m	3,89 cm



AJV INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

CAPACIDAD DE CARGA
MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	7,00t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	8,00º	B=	4,00m
γ =	1,96t/m³	L=	7,00m
D_f=	4,00m	Área=	28,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
0,96	-	1,96

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	7,53	F_{cs}=	1,16
N_q=	2,06	F_{qs}=	1,08
N_γ=	0,86	$F_{\gamma s}$=	0,77

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	97,26t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	32,42t/m²	σa	5,36t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	31,14t/m²	FS	5,81

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,40
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,21
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO		PARAMETROS DEL CIMIENTO	
E_S	2800,00t/m²	M	1,75
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	4,00m	B'	2,00m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	3,00
Is	0,42
ΔH (Seco)	0,0055 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	4,00m	Gs	2,65	LL	59,00%
γ	1,96t/m²	S	0,00%	LP	28,00%
γ '	1,96t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	31,00%
Pc	190,08t/m²	Cs	0,037	IL	-9,68%
eo	0,6625	Cc	0,150	Pa	10,33t/m²
Wn	25,00%	Cα	-		

AJV INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

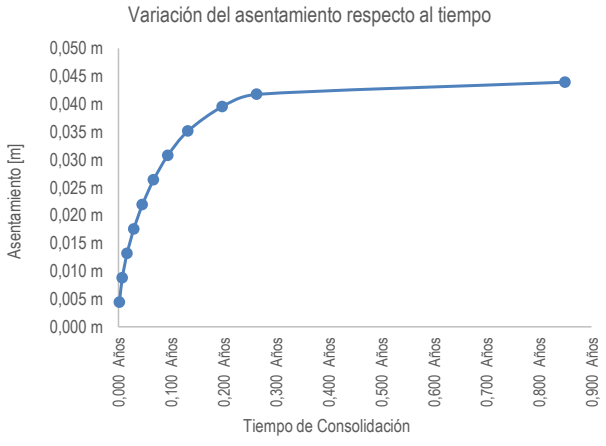
Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,20t/m²	969,80	18,50	11,00	0,250	5,36t/m²	5,55t/m²	0,006538m
0,40m	0,30m	0,59t/m²	323,27	9,25	5,50	0,249	5,34t/m²	5,93t/m²	0,004519m
0,60m	0,50m	0,98t/m²	193,96	6,17	3,67	0,248	5,31t/m²	6,29t/m²	0,003635m
0,80m	0,70m	1,37t/m²	138,54	4,63	2,75	0,245	5,25t/m²	6,62t/m²	0,003078m
1,00m	0,90m	1,76t/m²	107,76	3,70	2,20	0,241	5,16t/m²	6,93t/m²	0,002675m
1,20m	1,10m	2,16t/m²	88,16	3,08	1,83	0,236	5,05t/m²	7,21t/m²	0,002359m
1,40m	1,30m	2,55t/m²	74,60	2,64	1,57	0,229	4,91t/m²	7,46t/m²	0,002100m
1,60m	1,50m	2,94t/m²	64,65	2,31	1,38	0,222	4,76t/m²	7,70t/m²	0,001881m
1,80m	1,70m	3,33t/m²	57,05	2,06	1,22	0,214	4,58t/m²	7,92t/m²	0,001692m
2,00m	1,90m	3,72t/m²	51,04	1,85	1,10	0,205	4,40t/m²	8,13t/m²	0,001526m
2,20m	2,10m	4,12t/m²	46,18	1,68	1,00	0,197	4,21t/m²	8,33t/m²	0,001379m
2,40m	2,30m	4,51t/m²	42,17	1,54	0,92	0,188	4,03t/m²	8,53t/m²	0,001248m
2,60m	2,50m	4,90t/m²	38,79	1,42	0,85	0,179	3,84t/m²	8,74t/m²	0,001131m
2,80m	2,70m	5,29t/m²	35,92	1,32	0,79	0,171	3,65t/m²	8,95t/m²	0,001026m
3,00m	2,90m	5,68t/m²	33,44	1,23	0,73	0,162	3,47t/m²	9,16t/m²	0,000933m
3,30m	3,15m	6,17t/m²	30,79	1,12	0,67	0,150	3,22t/m²	9,39t/m²	0,001230m
3,60m	3,45m	6,76t/m²	28,11	1,03	0,61	0,139	2,98t/m²	9,74t/m²	0,001069m
3,90m	3,75m	7,35t/m²	25,86	0,95	0,56	0,128	2,75t/m²	10,10t/m²	0,000932m
4,30m	4,10m	8,04t/m²	23,65	0,86	0,51	0,116	2,48t/m²	10,52t/m²	0,001052m
4,70m	4,50m	8,82t/m²	21,55	0,79	0,47	0,104	2,24t/m²	11,06t/m²	0,000884m
5,10m	4,90m	9,60t/m²	19,79	0,73	0,43	0,094	2,02t/m²	11,63t/m²	0,000747m
5,60m	5,35m	10,49t/m²	18,13	0,66	0,39	0,083	1,79t/m²	12,27t/m²	0,000770m
6,10m	5,85m	11,47t/m²	16,58	0,61	0,36	0,074	1,59t/m²	13,05t/m²	0,000634m
6,60m	6,35m	12,45t/m²	15,27	0,56	0,33	0,066	1,42t/m²	13,86t/m²	0,000527m
7,00m	6,80m	13,33t/m²	14,26	0,53	0,31	0,060	1,30t/m²	14,62t/m²	0,000363m

Sc	**0,0439 m**
Sc	**4,39 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	962 min	0,002 Años	0,004 m	0,44 cm
20,00%	0,031	3848 min	0,007 Años	0,009 m	0,88 cm
30,00%	0,071	8659 min	0,016 Años	0,013 m	1,32 cm
40,00%	0,126	15394 min	0,029 Años	0,018 m	1,76 cm
50,00%	0,196	24053 min	0,046 Años	0,022 m	2,20 cm
60,00%	0,286	35069 min	0,067 Años	0,026 m	2,64 cm
70,00%	0,403	49349 min	0,094 Años	0,031 m	3,07 cm
80,00%	0,567	69475 min	0,132 Años	0,035 m	3,51 cm
90,00%	0,848	103880 min	0,198 Años	0,040 m	3,95 cm
95,00%	1,129	138285 min	0,263 Años	0,042 m	4,17 cm
99,99%	3,647	446757 min	0,850 Años	0,044 m	4,39 cm



B = 5,0 m

AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

CAPACIDAD DE CARGA MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	7,00t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	8,00º	B=	5,00m
γ =	1,90t/m³	L=	7,00m
D_f=	2,00m	Área=	35,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
0,9	-	-

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	7,53	F_{cs}=	1,20
N_q=	2,06	F_{qs}=	1,10
N_γ=	0,86	$F_{\gamma s}$=	0,71

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	79,41t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	26,47t/m²	σa	4,29t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	25,87t/m²	FS	6,04

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,16
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,08
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO			
E_S	2800,00t/m²	M	1,40
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	2,00m	B'	2,50m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	2,40
Is	0,36
ΔH (Seco)	0,0047 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	2,00m	Gs	2,65	LL	95,00%
γ	1,90t/m²	S	0,00%	LP	38,00%
γ '	1,90t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	57,00%
Pc	238t/m²	Cs	0,043	IL	-15,79%
eo	0,7685	Cc	0,173	Pa	10,33t/m²
Wn	29,00%	Cα	-		

AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,19t/m²	1253,08	18,50	13,50	0,250	4,28t/m²	4,47t/m²	0,006727m
0,40m	0,30m	0,57t/m²	417,69	9,25	6,75	0,250	4,28t/m²	4,85t/m²	0,004558m
0,60m	0,50m	0,95t/m²	250,62	6,17	4,50	0,249	4,26t/m²	5,21t/m²	0,003625m
0,80m	0,70m	1,33t/m²	179,01	4,63	3,38	0,247	4,23t/m²	5,56t/m²	0,003046m
1,00m	0,90m	1,71t/m²	139,23	3,70	2,70	0,244	4,19t/m²	5,90t/m²	0,002635m
1,20m	1,10m	2,09t/m²	113,92	3,08	2,25	0,240	4,12t/m²	6,21t/m²	0,002320m
1,40m	1,30m	2,47t/m²	96,39	2,64	1,93	0,236	4,04t/m²	6,51t/m²	0,002065m
1,60m	1,50m	2,85t/m²	83,54	2,31	1,69	0,230	3,95t/m²	6,80t/m²	0,001851m
1,80m	1,70m	3,23t/m²	73,71	2,06	1,50	0,224	3,84t/m²	7,07t/m²	0,001669m
2,00m	1,90m	3,61t/m²	65,95	1,85	1,35	0,217	3,72t/m²	7,33t/m²	0,001509m
2,20m	2,10m	3,99t/m²	59,67	1,68	1,23	0,210	3,60t/m²	7,59t/m²	0,001369m
2,40m	2,30m	4,37t/m²	54,48	1,54	1,13	0,202	3,47t/m²	7,84t/m²	0,001244m
2,60m	2,50m	4,75t/m²	50,12	1,42	1,04	0,195	3,34t/m²	8,09t/m²	0,001133m
2,80m	2,70m	5,13t/m²	46,41	1,32	0,96	0,187	3,20t/m²	8,33t/m²	0,001032m
3,00m	2,90m	5,51t/m²	43,21	1,23	0,90	0,179	3,07t/m²	8,58t/m²	0,000942m
3,20m	3,10m	5,89t/m²	40,42	1,16	0,84	0,171	2,93t/m²	8,82t/m²	0,000860m
3,30m	3,25m	6,18t/m²	38,56	1,12	0,82	0,167	2,87t/m²	9,04t/m²	0,000406m
3,50m	3,40m	6,46t/m²	36,86	1,06	0,77	0,160	2,74t/m²	9,20t/m²	0,000753m
3,70m	3,60m	6,84t/m²	34,81	1,00	0,73	0,153	2,61t/m²	9,45t/m²	0,000689m
3,90m	3,80m	7,22t/m²	32,98	0,95	0,69	0,146	2,50t/m²	9,72t/m²	0,000632m
4,10m	4,00m	7,60t/m²	31,33	0,90	0,66	0,139	2,38t/m²	9,98t/m²	0,000580m
4,30m	4,20m	7,98t/m²	29,84	0,86	0,63	0,132	2,27t/m²	10,25t/m²	0,000533m
4,50m	4,40m	8,36t/m²	28,48	0,82	0,60	0,126	2,16t/m²	10,52t/m²	0,000490m
4,70m	4,60m	8,74t/m²	27,24	0,79	0,57	0,120	2,06t/m²	10,80t/m²	0,000452m
4,90m	4,80m	9,12t/m²	26,11	0,76	0,55	0,115	1,97t/m²	11,09t/m²	0,000416m

Sc	**0,0415 m**
Sc	**4,15 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	471 min	0,001 Años	0,004 m	0,42 cm
20,00%	0,031	1886 min	0,004 Años	0,008 m	0,83 cm
30,00%	0,071	4243 min	0,008 Años	0,012 m	1,25 cm
40,00%	0,126	7543 min	0,014 Años	0,017 m	1,66 cm
50,00%	0,196	11786 min	0,022 Años	0,021 m	2,08 cm
60,00%	0,286	17184 min	0,033 Años	0,025 m	2,49 cm
70,00%	0,403	24181 min	0,046 Años	0,029 m	2,91 cm
80,00%	0,567	34043 min	0,065 Años	0,033 m	3,32 cm
90,00%	0,848	50901 min	0,097 Años	0,037 m	3,74 cm
95,00%	1,129	67760 min	0,129 Años	0,039 m	3,95 cm
99,99%	3,647	218911 min	0,416 Años	0,042 m	4,15 cm



AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

CAPACIDAD DE CARGA
MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	7,00t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	8,00º	B=	5,00m
γ =	1,90t/m³	L=	7,00m
D_f=	2,50m	Área=	35,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
0,9	-	-

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	7,53	F_{cs}=	1,20
N_q=	2,06	F_{qs}=	1,10
N_γ=	0,86	$F_{\gamma s}$=	0,71

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	83,14t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	27,71t/m²	σa	4,29t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	26,96t/m²	FS	6,29

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,20
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,10
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO		PARAMETROS DEL CIMIENTO	
E_S	2800,00t/m²	M	1,40
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	2,50m	B'	2,50m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	2,40
Is	0,36
ΔH (Seco)	0,0047 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	2,50m	Gs	2,65	LL	95,00%
γ	1,90t/m²	S	0,00%	LP	38,00%
γ '	1,90t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	57,00%
Pc	238,08t/m²	Cs	0,043	IL	-15,79%
eo	0,7685	Cc	0,173	Pa	10,33t/m²
Wn	29,00%	Cα	-		

AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

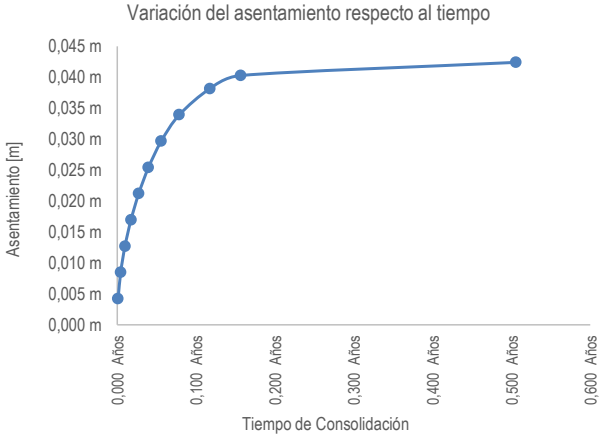
Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,19t/m²	1253,08	18,50	13,50	0,250	4,28t/m²	4,47t/m²	0,006727m
0,40m	0,30m	0,57t/m²	417,69	9,25	6,75	0,250	4,28t/m²	4,85t/m²	0,004558m
0,60m	0,50m	0,95t/m²	250,62	6,17	4,50	0,249	4,26t/m²	5,21t/m²	0,003625m
0,80m	0,70m	1,33t/m²	179,01	4,63	3,38	0,247	4,23t/m²	5,56t/m²	0,003046m
1,00m	0,90m	1,71t/m²	139,23	3,70	2,70	0,244	4,19t/m²	5,90t/m²	0,002635m
1,20m	1,10m	2,09t/m²	113,92	3,08	2,25	0,240	4,12t/m²	6,21t/m²	0,002320m
1,40m	1,30m	2,47t/m²	96,39	2,64	1,93	0,236	4,04t/m²	6,51t/m²	0,002065m
1,60m	1,50m	2,85t/m²	83,54	2,31	1,69	0,230	3,95t/m²	6,80t/m²	0,001851m
1,80m	1,70m	3,23t/m²	73,71	2,06	1,50	0,224	3,84t/m²	7,07t/m²	0,001669m
2,00m	1,90m	3,61t/m²	65,95	1,85	1,35	0,217	3,72t/m²	7,33t/m²	0,001509m
2,20m	2,10m	3,99t/m²	59,67	1,68	1,23	0,210	3,60t/m²	7,59t/m²	0,001369m
2,40m	2,30m	4,37t/m²	54,48	1,54	1,13	0,202	3,47t/m²	7,84t/m²	0,001244m
2,60m	2,50m	4,75t/m²	50,12	1,42	1,04	0,195	3,34t/m²	8,09t/m²	0,001133m
2,80m	2,70m	5,13t/m²	46,41	1,32	0,96	0,187	3,20t/m²	8,33t/m²	0,001032m
3,00m	2,90m	5,51t/m²	43,21	1,23	0,90	0,179	3,07t/m²	8,58t/m²	0,000942m
3,20m	3,10m	5,89t/m²	40,42	1,16	0,84	0,171	2,93t/m²	8,82t/m²	0,000860m
3,40m	3,30m	6,27t/m²	37,97	1,09	0,79	0,164	2,80t/m²	9,07t/m²	0,000787m
3,60m	3,50m	6,65t/m²	35,80	1,03	0,75	0,156	2,68t/m²	9,33t/m²	0,000720m
3,80m	3,70m	7,03t/m²	33,87	0,97	0,71	0,149	2,55t/m²	9,58t/m²	0,000660m
4,00m	3,90m	7,41t/m²	32,13	0,93	0,68	0,142	2,44t/m²	9,85t/m²	0,000605m
4,20m	4,10m	7,79t/m²	30,56	0,88	0,64	0,136	2,32t/m²	10,11t/m²	0,000556m
4,50m	4,35m	8,27t/m²	28,81	0,82	0,60	0,126	2,16t/m²	10,43t/m²	0,000743m
4,80m	4,65m	8,84t/m²	26,95	0,77	0,56	0,118	2,02t/m²	10,85t/m²	0,000657m
5,10m	4,95m	9,41t/m²	25,31	0,73	0,53	0,110	1,88t/m²	11,28t/m²	0,000582m
5,40m	5,25m	9,98t/m²	23,87	0,69	0,50	0,102	1,75t/m²	11,73t/m²	0,000517m

Sc	**0,0424 m**
Sc	**4,24 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	573 min	0,001 Años	0,004 m	0,42 cm
20,00%	0,031	2290 min	0,004 Años	0,008 m	0,85 cm
30,00%	0,071	5153 min	0,010 Años	0,013 m	1,27 cm
40,00%	0,126	9161 min	0,017 Años	0,017 m	1,70 cm
50,00%	0,196	14314 min	0,027 Años	0,021 m	2,12 cm
60,00%	0,286	20870 min	0,040 Años	0,025 m	2,54 cm
70,00%	0,403	29367 min	0,056 Años	0,030 m	2,97 cm
80,00%	0,567	41344 min	0,079 Años	0,034 m	3,39 cm
90,00%	0,848	61819 min	0,118 Años	0,038 m	3,82 cm
95,00%	1,129	82294 min	0,157 Años	0,040 m	4,03 cm
99,99%	3,647	265866 min	0,506 Años	0,042 m	4,24 cm



AJV INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

CAPACIDAD DE CARGA
MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	4,10t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	8,00º	B=	5,00m
γ =	1,90t/m³	L=	7,00m
D_f=	2,00m	Área=	35,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
0,9	-	-

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	7,53	F_{cs}=	1,20
N_q=	2,06	F_{qs}=	1,10
N_γ=	0,86	$F_{\gamma s}$=	0,71

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	49,14t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	16,38t/m²	σa	4,29t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	15,78t/m²	FS	3,68

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,16
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,08
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO		PARAMETROS DEL CIMIENTO	
E_S	1640,00t/m²	M	1,40
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	2,00m	B'	2,50m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	2,40
Is	0,36
ΔH (Seco)	0,0079 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	2,00m	Gs	2,65	LL	83,00%
γ	1,90t/m²	S	0,00%	LP	31,00%
γ '	1,90t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	52,00%
Pc	153,33t/m²	Cs	0,043	IL	-3,85%
eo	0,7685	Cc	0,173	Pa	10,33t/m²
Wn	29,00%	Cα	-		

AJV INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,19t/m²	807,02	18,50	13,50	0,250	4,28t/m²	4,47t/m²	0,006727m
0,40m	0,30m	0,57t/m²	269,01	9,25	6,75	0,250	4,28t/m²	4,85t/m²	0,004558m
0,60m	0,50m	0,95t/m²	161,40	6,17	4,50	0,249	4,26t/m²	5,21t/m²	0,003625m
0,80m	0,70m	1,33t/m²	115,29	4,63	3,38	0,247	4,23t/m²	5,56t/m²	0,003046m
1,00m	0,90m	1,71t/m²	89,67	3,70	2,70	0,244	4,19t/m²	5,90t/m²	0,002635m
1,20m	1,10m	2,09t/m²	73,37	3,08	2,25	0,240	4,12t/m²	6,21t/m²	0,002320m
1,40m	1,30m	2,47t/m²	62,08	2,64	1,93	0,236	4,04t/m²	6,51t/m²	0,002065m
1,60m	1,50m	2,85t/m²	53,80	2,31	1,69	0,230	3,95t/m²	6,80t/m²	0,001851m
1,80m	1,70m	3,23t/m²	47,47	2,06	1,50	0,224	3,84t/m²	7,07t/m²	0,001669m
2,00m	1,90m	3,61t/m²	42,47	1,85	1,35	0,217	3,72t/m²	7,33t/m²	0,001509m
2,20m	2,10m	3,99t/m²	38,43	1,68	1,23	0,210	3,60t/m²	7,59t/m²	0,001369m
2,40m	2,30m	4,37t/m²	35,09	1,54	1,13	0,202	3,47t/m²	7,84t/m²	0,001244m
2,60m	2,50m	4,75t/m²	32,28	1,42	1,04	0,195	3,34t/m²	8,09t/m²	0,001133m
2,80m	2,70m	5,13t/m²	29,89	1,32	0,96	0,187	3,20t/m²	8,33t/m²	0,001032m
3,00m	2,90m	5,51t/m²	27,83	1,23	0,90	0,179	3,07t/m²	8,58t/m²	0,000942m
3,20m	3,10m	5,89t/m²	26,03	1,16	0,84	0,171	2,93t/m²	8,82t/m²	0,000860m
3,40m	3,30m	6,27t/m²	24,46	1,09	0,79	0,164	2,80t/m²	9,07t/m²	0,000787m
3,60m	3,50m	6,65t/m²	23,06	1,03	0,75	0,156	2,68t/m²	9,33t/m²	0,000720m
3,80m	3,70m	7,03t/m²	21,81	0,97	0,71	0,149	2,55t/m²	9,58t/m²	0,000660m
4,20m	4,00m	7,60t/m²	20,18	0,88	0,64	0,136	2,32t/m²	9,92t/m²	0,001136m
4,60m	4,40m	8,36t/m²	18,34	0,80	0,59	0,123	2,11t/m²	10,47t/m²	0,000960m
5,00m	4,80m	9,12t/m²	16,81	0,74	0,54	0,112	1,92t/m²	11,04t/m²	0,000815m
5,40m	5,20m	9,88t/m²	15,52	0,69	0,50	0,102	1,75t/m²	11,63t/m²	0,000695m
5,80m	5,60m	10,64t/m²	14,41	0,64	0,47	0,093	1,60t/m²	12,24t/m²	0,000596m
6,20m	6,00m	11,40t/m²	13,45	0,60	0,44	0,085	1,46t/m²	12,86t/m²	0,000514m

Sc	**0,0435 m**
Sc	**4,35 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	755 min	0,001 Años	0,004 m	0,43 cm
20,00%	0,031	3019 min	0,006 Años	0,009 m	0,87 cm
30,00%	0,071	6793 min	0,013 Años	0,013 m	1,30 cm
40,00%	0,126	12076 min	0,023 Años	0,017 m	1,74 cm
50,00%	0,196	18869 min	0,036 Años	0,022 m	2,17 cm
60,00%	0,286	27511 min	0,052 Años	0,026 m	2,61 cm
70,00%	0,403	38713 min	0,074 Años	0,030 m	3,04 cm
80,00%	0,567	54502 min	0,104 Años	0,035 m	3,48 cm
90,00%	0,848	81493 min	0,155 Años	0,039 m	3,91 cm
95,00%	1,129	108484 min	0,206 Años	0,041 m	4,13 cm
99,99%	3,647	350477 min	0,667 Años	0,043 m	4,35 cm



AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

CAPACIDAD DE CARGA
MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	4,10t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	8,00º	B=	5,00m
γ =	1,90t/m³	L=	7,00m
D_f=	2,50m	Área=	35,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
0,9	-	-

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	7,53	F_{cs}=	1,20
N_q=	2,06	F_{qs}=	1,10
N_γ=	0,86	$F_{\gamma s}$=	0,71

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	51,83t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	17,28t/m²	σa	4,29t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	16,53t/m²	FS	3,86

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,20
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,10
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO		PARAMETROS DEL CIMIENTO	
E_S	1640,00t/m²	M	1,40
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	2,50m	B'	2,50m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	2,40
Is	0,36
ΔH (Seco)	0,0079 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	2,50m	Gs	2,65	LL	83,00%
γ	1,90t/m²	S	0,00%	LP	31,00%
γ '	1,90t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	52,00%
Pc	153,33t/m²	Cs	0,043	IL	-3,85%
eo	0,7685	Cc	0,173	Pa	10,33t/m²
Wn	29,00%	Cα	-		

AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

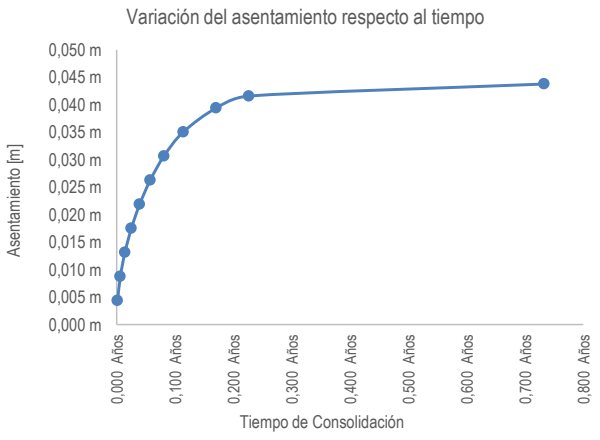
Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,19t/m²	807,02	18,50	13,50	0,250	4,28t/m²	4,47t/m²	0,006727m
0,40m	0,30m	0,57t/m²	269,01	9,25	6,75	0,250	4,28t/m²	4,85t/m²	0,004558m
0,60m	0,50m	0,95t/m²	161,40	6,17	4,50	0,249	4,26t/m²	5,21t/m²	0,003625m
0,80m	0,70m	1,33t/m²	115,29	4,63	3,38	0,247	4,23t/m²	5,56t/m²	0,003046m
1,00m	0,90m	1,71t/m²	89,67	3,70	2,70	0,244	4,19t/m²	5,90t/m²	0,002635m
1,20m	1,10m	2,09t/m²	73,37	3,08	2,25	0,240	4,12t/m²	6,21t/m²	0,002320m
1,40m	1,30m	2,47t/m²	62,08	2,64	1,93	0,236	4,04t/m²	6,51t/m²	0,002065m
1,60m	1,50m	2,85t/m²	53,80	2,31	1,69	0,230	3,95t/m²	6,80t/m²	0,001851m
1,80m	1,70m	3,23t/m²	47,47	2,06	1,50	0,224	3,84t/m²	7,07t/m²	0,001669m
2,00m	1,90m	3,61t/m²	42,47	1,85	1,35	0,217	3,72t/m²	7,33t/m²	0,001509m
2,20m	2,10m	3,99t/m²	38,43	1,68	1,23	0,210	3,60t/m²	7,59t/m²	0,001369m
2,40m	2,30m	4,37t/m²	35,09	1,54	1,13	0,202	3,47t/m²	7,84t/m²	0,001244m
2,60m	2,50m	4,75t/m²	32,28	1,42	1,04	0,195	3,34t/m²	8,09t/m²	0,001133m
2,80m	2,70m	5,13t/m²	29,89	1,32	0,96	0,187	3,20t/m²	8,33t/m²	0,001032m
3,00m	2,90m	5,51t/m²	27,83	1,23	0,90	0,179	3,07t/m²	8,58t/m²	0,000942m
3,20m	3,10m	5,89t/m²	26,03	1,16	0,84	0,171	2,93t/m²	8,82t/m²	0,000860m
3,40m	3,30m	6,27t/m²	24,46	1,09	0,79	0,164	2,80t/m²	9,07t/m²	0,000787m
3,60m	3,50m	6,65t/m²	23,06	1,03	0,75	0,156	2,68t/m²	9,33t/m²	0,000720m
3,80m	3,70m	7,03t/m²	21,81	0,97	0,71	0,149	2,55t/m²	9,58t/m²	0,000660m
4,20m	4,00m	7,60t/m²	20,18	0,88	0,64	0,136	2,32t/m²	9,92t/m²	0,001136m
4,60m	4,40m	8,36t/m²	18,34	0,80	0,59	0,123	2,11t/m²	10,47t/m²	0,000960m
5,00m	4,80m	9,12t/m²	16,81	0,74	0,54	0,112	1,92t/m²	11,04t/m²	0,000815m
5,50m	5,25m	9,98t/m²	15,37	0,67	0,49	0,100	1,71t/m²	11,69t/m²	0,000843m
6,00m	5,75m	10,93t/m²	14,04	0,62	0,45	0,089	1,53t/m²	12,45t/m²	0,000697m
6,50m	6,25m	11,88t/m²	12,91	0,57	0,42	0,080	1,37t/m²	13,24t/m²	0,000581m

Sc	**0,0438 m**
Sc	**4,38 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	830 min	0,002 Años	0,004 m	0,44 cm
20,00%	0,031	3318 min	0,006 Años	0,009 m	0,88 cm
30,00%	0,071	7466 min	0,014 Años	0,013 m	1,31 cm
40,00%	0,126	13273 min	0,025 Años	0,018 m	1,75 cm
50,00%	0,196	20739 min	0,039 Años	0,022 m	2,19 cm
60,00%	0,286	30238 min	0,058 Años	0,026 m	2,63 cm
70,00%	0,403	42551 min	0,081 Años	0,031 m	3,07 cm
80,00%	0,567	59904 min	0,114 Años	0,035 m	3,50 cm
90,00%	0,848	89570 min	0,170 Años	0,039 m	3,94 cm
95,00%	1,129	119236 min	0,227 Años	0,042 m	4,16 cm
99,99%	3,647	385214 min	0,733 Años	0,044 m	4,38 cm



AJV INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

CAPACIDAD DE CARGA
MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	4,10t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	12,00º	B=	5,00m
γ =	1,92t/m³	L=	7,00m
D_f=	3,00m	Área=	35,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
0,92	-	-

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	9,28	F_{cs}=	1,23
N_q=	2,97	F_{qs}=	1,15
N_γ=	1,69	$F_{\gamma s}$=	0,71

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	72,85t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	24,28t/m²	σa	4,29t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	23,36t/m²	FS	5,45

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,24
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,16
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO		PARAMETROS DEL CIMIENTO	
E_S	1640,00t/m²	M	1,40
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	3,00m	B'	2,50m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	2,40
Is	0,36
ΔH (Seco)	0,0079 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	3,00m	Gs	2,65	LL	71,00%
γ	1,92t/m²	S	0,00%	LP	31,00%
γ '	1,92t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	40,00%
Pc	192,35t/m²	Cs	0,040	IL	-10,00%
eo	0,7155	Cc	0,161	Pa	10,33t/m²
Wn	27,00%	Cα	-		

AJV INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

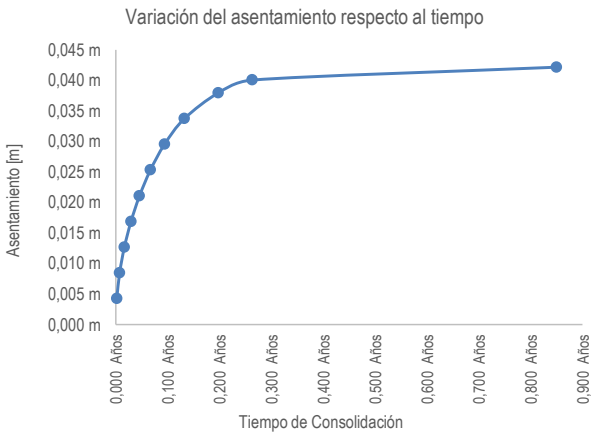
Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 1

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,19t/m²	1001,84	18,50	13,50	0,250	4,28t/m²	4,48t/m²	0,006430m
0,40m	0,30m	0,58t/m²	333,95	9,25	6,75	0,250	4,28t/m²	4,85t/m²	0,004352m
0,60m	0,50m	0,96t/m²	200,37	6,17	4,50	0,249	4,26t/m²	5,22t/m²	0,003458m
0,80m	0,70m	1,34t/m²	143,12	4,63	3,38	0,247	4,23t/m²	5,58t/m²	0,002905m
1,00m	0,90m	1,73t/m²	111,32	3,70	2,70	0,244	4,19t/m²	5,91t/m²	0,002512m
1,20m	1,10m	2,11t/m²	91,08	3,08	2,25	0,240	4,12t/m²	6,23t/m²	0,002210m
1,40m	1,30m	2,50t/m²	77,06	2,64	1,93	0,236	4,04t/m²	6,54t/m²	0,001966m
1,60m	1,50m	2,88t/m²	66,79	2,31	1,69	0,230	3,95t/m²	6,83t/m²	0,001763m
1,80m	1,70m	3,26t/m²	58,93	2,06	1,50	0,224	3,84t/m²	7,11t/m²	0,001588m
2,00m	1,90m	3,65t/m²	52,73	1,85	1,35	0,217	3,72t/m²	7,37t/m²	0,001437m
2,20m	2,10m	4,03t/m²	47,71	1,68	1,23	0,210	3,60t/m²	7,63t/m²	0,001303m
2,40m	2,30m	4,42t/m²	43,56	1,54	1,13	0,202	3,47t/m²	7,88t/m²	0,001184m
2,60m	2,50m	4,80t/m²	40,07	1,42	1,04	0,195	3,34t/m²	8,14t/m²	0,001077m
2,80m	2,70m	5,18t/m²	37,11	1,32	0,96	0,187	3,20t/m²	8,38t/m²	0,000982m
3,00m	2,90m	5,57t/m²	34,55	1,23	0,90	0,179	3,07t/m²	8,63t/m²	0,000896m
3,30m	3,15m	6,05t/m²	31,80	1,12	0,82	0,167	2,87t/m²	8,92t/m²	0,001189m
3,60m	3,45m	6,62t/m²	29,04	1,03	0,75	0,156	2,68t/m²	9,30t/m²	0,001039m
3,90m	3,75m	7,20t/m²	26,72	0,95	0,69	0,146	2,50t/m²	9,70t/m²	0,000911m
4,30m	4,10m	7,87t/m²	24,44	0,86	0,63	0,132	2,27t/m²	10,14t/m²	0,001035m
4,70m	4,50m	8,64t/m²	22,26	0,79	0,57	0,120	2,06t/m²	10,70t/m²	0,000875m
5,10m	4,90m	9,41t/m²	20,45	0,73	0,53	0,110	1,88t/m²	11,29t/m²	0,000744m
5,60m	5,35m	10,27t/m²	18,73	0,66	0,48	0,098	1,67t/m²	11,95t/m²	0,000771m
6,10m	5,85m	11,23t/m²	17,13	0,61	0,44	0,087	1,49t/m²	12,73t/m²	0,000638m
6,60m	6,35m	12,19t/m²	15,78	0,56	0,41	0,078	1,34t/m²	13,53t/m²	0,000532m
7,00m	6,80m	13,06t/m²	14,73	0,53	0,39	0,072	1,23t/m²	14,29t/m²	0,000368m

Sc	**0,0422 m**
Sc	**4,22 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	962 min	0,002 Años	0,004 m	0,42 cm
20,00%	0,031	3848 min	0,007 Años	0,008 m	0,84 cm
30,00%	0,071	8659 min	0,016 Años	0,013 m	1,26 cm
40,00%	0,126	15394 min	0,029 Años	0,017 m	1,69 cm
50,00%	0,196	24053 min	0,046 Años	0,021 m	2,11 cm
60,00%	0,286	35069 min	0,067 Años	0,025 m	2,53 cm
70,00%	0,403	49349 min	0,094 Años	0,030 m	2,95 cm
80,00%	0,567	69475 min	0,132 Años	0,034 m	3,37 cm
90,00%	0,848	103880 min	0,198 Años	0,038 m	3,79 cm
95,00%	1,129	138285 min	0,263 Años	0,040 m	4,01 cm
99,99%	3,647	446757 min	0,850 Años	0,042 m	4,22 cm



AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

CAPACIDAD DE CARGA MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	6,40t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	9,00º	B=	5,00m
γ =	2,08t/m³	L=	7,00m
D_f=	2,00m	Área=	35,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
1,08	-	-

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	7,92	F_{cs}=	1,20
N_q=	2,25	F_{qs}=	1,11
N_γ=	1,03	$F_{\gamma s}$=	0,71

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	79,46t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	26,49t/m²	σa	4,29t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	25,77t/m²	FS	6,01

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,16
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,09
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO			
E_S	2560,00t/m²	M	1,40
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	2,00m	B'	2,50m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	2,40
Is	0,36
ΔH (Seco)	0,0051 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	2,00m	Gs	2,65	LL	50,00%
γ	2,08t/m²	S	0,00%	LP	24,00%
γ '	2,08t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	26,00%
Pc	311,41t/m²	Cs	0,028	IL	-23,08%
eo	0,4770	Cc	0,113	Pa	10,33t/m²
Wn	18,00%	Cα	-		

AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,21t/m²	1497,16	18,50	13,50	0,250	4,28t/m²	4,49t/m²	0,005103m
0,40m	0,30m	0,62t/m²	499,05	9,25	6,75	0,250	4,28t/m²	4,90t/m²	0,003423m
0,60m	0,50m	1,04t/m²	299,43	6,17	4,50	0,249	4,26t/m²	5,30t/m²	0,002705m
0,80m	0,70m	1,46t/m²	213,88	4,63	3,38	0,247	4,23t/m²	5,69t/m²	0,002263m
1,00m	0,90m	1,87t/m²	166,35	3,70	2,70	0,244	4,19t/m²	6,06t/m²	0,001950m
1,20m	1,10m	2,29t/m²	136,11	3,08	2,25	0,240	4,12t/m²	6,41t/m²	0,001711m
1,40m	1,30m	2,70t/m²	115,17	2,64	1,93	0,236	4,04t/m²	6,75t/m²	0,001519m
1,60m	1,50m	3,12t/m²	99,81	2,31	1,69	0,230	3,95t/m²	7,07t/m²	0,001358m
1,80m	1,70m	3,54t/m²	88,07	2,06	1,50	0,224	3,84t/m²	7,38t/m²	0,001221m
2,00m	1,90m	3,95t/m²	78,80	1,85	1,35	0,217	3,72t/m²	7,68t/m²	0,001103m
2,20m	2,10m	4,37t/m²	71,29	1,68	1,23	0,210	3,60t/m²	7,97t/m²	0,000998m
2,40m	2,30m	4,78t/m²	65,09	1,54	1,13	0,202	3,47t/m²	8,25t/m²	0,000906m
2,60m	2,50m	5,20t/m²	59,89	1,42	1,04	0,195	3,34t/m²	8,54t/m²	0,000823m
2,80m	2,70m	5,62t/m²	55,45	1,32	0,96	0,187	3,20t/m²	8,82t/m²	0,000749m
3,00m	2,90m	6,03t/m²	51,63	1,23	0,90	0,179	3,07t/m²	9,10t/m²	0,000682m
3,20m	3,10m	6,45t/m²	48,30	1,16	0,84	0,171	2,93t/m²	9,38t/m²	0,000623m
3,30m	3,25m	6,76t/m²	46,07	1,12	0,82	0,167	2,87t/m²	9,63t/m²	0,000294m
3,50m	3,40m	7,07t/m²	44,03	1,06	0,77	0,160	2,74t/m²	9,81t/m²	0,000544m
3,70m	3,60m	7,49t/m²	41,59	1,00	0,73	0,153	2,61t/m²	10,10t/m²	0,000497m
3,90m	3,80m	7,90t/m²	39,40	0,95	0,69	0,146	2,50t/m²	10,40t/m²	0,000456m
4,10m	4,00m	8,32t/m²	37,43	0,90	0,66	0,139	2,38t/m²	10,70t/m²	0,000418m
4,30m	4,20m	8,74t/m²	35,65	0,86	0,63	0,132	2,27t/m²	11,01t/m²	0,000384m
4,50m	4,40m	9,15t/m²	34,03	0,82	0,60	0,126	2,16t/m²	11,32t/m²	0,000353m
4,70m	4,60m	9,57t/m²	32,55	0,79	0,57	0,120	2,06t/m²	11,63t/m²	0,000324m
4,90m	4,80m	9,98t/m²	31,19	0,76	0,55	0,115	1,97t/m²	11,95t/m²	0,000299m

Sc	**0,0307 m**
Sc	**3,07 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	471 min	0,001 Años	0,003 m	0,31 cm
20,00%	0,031	1886 min	0,004 Años	0,006 m	0,61 cm
30,00%	0,071	4243 min	0,008 Años	0,009 m	0,92 cm
40,00%	0,126	7543 min	0,014 Años	0,012 m	1,23 cm
50,00%	0,196	11786 min	0,022 Años	0,015 m	1,54 cm
60,00%	0,286	17184 min	0,033 Años	0,018 m	1,84 cm
70,00%	0,403	24181 min	0,046 Años	0,021 m	2,15 cm
80,00%	0,567	34043 min	0,065 Años	0,025 m	2,46 cm
90,00%	0,848	50901 min	0,097 Años	0,028 m	2,76 cm
95,00%	1,129	67760 min	0,129 Años	0,029 m	2,92 cm
99,99%	3,647	218911 min	0,416 Años	0,031 m	3,07 cm



AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

CAPACIDAD DE CARGA
MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	6,40t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	9,00º	B=	5,00m
γ =	2,08t/m³	L=	7,00m
D_f=	2,50m	Área=	35,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
1,08	-	-

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	7,92	F_{cs}=	1,20
N_q=	2,25	F_{qs}=	1,11
N_γ=	1,03	$F_{\gamma s}$=	0,71

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	83,54t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	27,85t/m²	σa	4,29t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	26,95t/m²	FS	6,29

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,20
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,11
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO		PARAMETROS DEL CIMIENTO	
E_S	2560,00t/m²	M	1,40
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	2,50m	B'	2,50m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	2,40
Is	0,36
ΔH (Seco)	0,0051 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	2,50m	Gs	2,65	LL	50,00%
γ	2,08t/m²	S	0,00%	LP	24,00%
γ '	2,08t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	26,00%
Pc	311,41t/m²	Cs	0,028	IL	-23,08%
eo	0,4770	Cc	0,113	Pa	10,33t/m²
Wn	18,00%	Cα	-		

AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

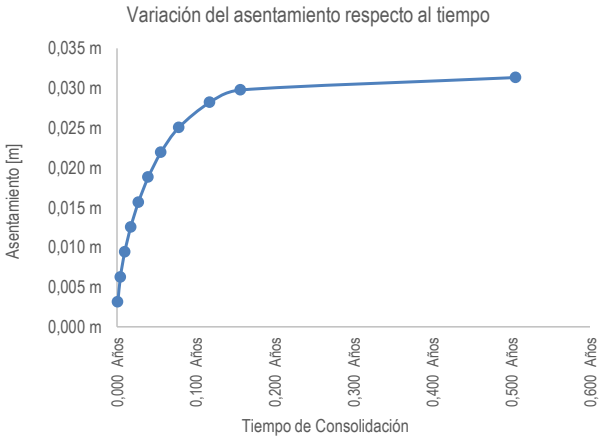
Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,21t/m²	1497,16	18,50	13,50	0,250	4,28t/m²	4,49t/m²	0,005103m
0,40m	0,30m	0,62t/m²	499,05	9,25	6,75	0,250	4,28t/m²	4,90t/m²	0,003423m
0,60m	0,50m	1,04t/m²	299,43	6,17	4,50	0,249	4,26t/m²	5,30t/m²	0,002705m
0,80m	0,70m	1,46t/m²	213,88	4,63	3,38	0,247	4,23t/m²	5,69t/m²	0,002263m
1,00m	0,90m	1,87t/m²	166,35	3,70	2,70	0,244	4,19t/m²	6,06t/m²	0,001950m
1,20m	1,10m	2,29t/m²	136,11	3,08	2,25	0,240	4,12t/m²	6,41t/m²	0,001711m
1,40m	1,30m	2,70t/m²	115,17	2,64	1,93	0,236	4,04t/m²	6,75t/m²	0,001519m
1,60m	1,50m	3,12t/m²	99,81	2,31	1,69	0,230	3,95t/m²	7,07t/m²	0,001358m
1,80m	1,70m	3,54t/m²	88,07	2,06	1,50	0,224	3,84t/m²	7,38t/m²	0,001221m
2,00m	1,90m	3,95t/m²	78,80	1,85	1,35	0,217	3,72t/m²	7,68t/m²	0,001103m
2,20m	2,10m	4,37t/m²	71,29	1,68	1,23	0,210	3,60t/m²	7,97t/m²	0,000998m
2,40m	2,30m	4,78t/m²	65,09	1,54	1,13	0,202	3,47t/m²	8,25t/m²	0,000906m
2,60m	2,50m	5,20t/m²	59,89	1,42	1,04	0,195	3,34t/m²	8,54t/m²	0,000823m
2,80m	2,70m	5,62t/m²	55,45	1,32	0,96	0,187	3,20t/m²	8,82t/m²	0,000749m
3,00m	2,90m	6,03t/m²	51,63	1,23	0,90	0,179	3,07t/m²	9,10t/m²	0,000682m
3,20m	3,10m	6,45t/m²	48,30	1,16	0,84	0,171	2,93t/m²	9,38t/m²	0,000623m
3,40m	3,30m	6,86t/m²	45,37	1,09	0,79	0,164	2,80t/m²	9,67t/m²	0,000569m
3,60m	3,50m	7,28t/m²	42,78	1,03	0,75	0,156	2,68t/m²	9,96t/m²	0,000520m
3,80m	3,70m	7,70t/m²	40,46	0,97	0,71	0,149	2,55t/m²	10,25t/m²	0,000476m
4,00m	3,90m	8,11t/m²	38,39	0,93	0,68	0,142	2,44t/m²	10,55t/m²	0,000436m
4,20m	4,10m	8,53t/m²	36,52	0,88	0,64	0,136	2,32t/m²	10,85t/m²	0,000400m
4,50m	4,35m	9,05t/m²	34,42	0,82	0,60	0,126	2,16t/m²	11,21t/m²	0,000534m
4,80m	4,65m	9,67t/m²	32,20	0,77	0,56	0,118	2,02t/m²	11,69t/m²	0,000472m
5,10m	4,95m	10,30t/m²	30,25	0,73	0,53	0,110	1,88t/m²	12,18t/m²	0,000418m
5,40m	5,25m	10,92t/m²	28,52	0,69	0,50	0,102	1,75t/m²	12,67t/m²	0,000371m

Sc	**0,0313 m**
Sc	**3,13 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	573 min	0,001 Años	0,003 m	0,31 cm
20,00%	0,031	2290 min	0,004 Años	0,006 m	0,63 cm
30,00%	0,071	5153 min	0,010 Años	0,009 m	0,94 cm
40,00%	0,126	9161 min	0,017 Años	0,013 m	1,25 cm
50,00%	0,196	14314 min	0,027 Años	0,016 m	1,57 cm
60,00%	0,286	20870 min	0,040 Años	0,019 m	1,88 cm
70,00%	0,403	29367 min	0,056 Años	0,022 m	2,19 cm
80,00%	0,567	41344 min	0,079 Años	0,025 m	2,51 cm
90,00%	0,848	61819 min	0,118 Años	0,028 m	2,82 cm
95,00%	1,129	82294 min	0,157 Años	0,030 m	2,98 cm
99,99%	3,647	265866 min	0,506 Años	0,031 m	3,13 cm



AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

CAPACIDAD DE CARGA
MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	7,50t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	8,00º	B=	5,00m
γ =	2,03t/m³	L=	7,00m
D_f=	3,00m	Área=	35,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
1,03	-	-

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	7,53	F_{cs}=	1,20
N_q=	2,06	F_{qs}=	1,10
N_γ=	0,86	$F_{\gamma s}$=	0,71

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	93,76t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	31,25t/m²	σa	4,29t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	30,22t/m²	FS	7,05

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,24
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,12
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO		PARAMETROS DEL CIMIENTO	
E_S	3000,00t/m²	M	1,40
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	3,00m	B'	2,50m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	2,40
Is	0,36
ΔH (Seco)	0,0043 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	3,00m	Gs	2,65	LL	49,00%
γ	2,03t/m²	S	0,00%	LP	27,00%
γ '	2,03t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	22,00%
Pc	363,47t/m²	Cs	0,032	IL	-27,27%
eo	0,5565	Cc	0,128	Pa	10,33t/m²
Wn	21,00%	Cα	-		

AJV INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

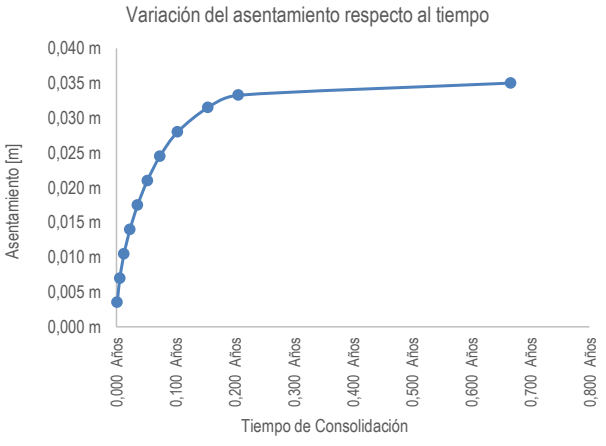
Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,20t/m²	1790,47	18,50	13,50	0,250	4,28t/m²	4,49t/m²	0,005527m
0,40m	0,30m	0,61t/m²	596,82	9,25	6,75	0,250	4,28t/m²	4,89t/m²	0,003718m
0,60m	0,50m	1,02t/m²	358,09	6,17	4,50	0,249	4,26t/m²	5,28t/m²	0,002943m
0,80m	0,70m	1,42t/m²	255,78	4,63	3,38	0,247	4,23t/m²	5,65t/m²	0,002465m
1,00m	0,90m	1,83t/m²	198,94	3,70	2,70	0,244	4,19t/m²	6,01t/m²	0,002127m
1,20m	1,10m	2,23t/m²	162,77	3,08	2,25	0,240	4,12t/m²	6,36t/m²	0,001867m
1,40m	1,30m	2,64t/m²	137,73	2,64	1,93	0,236	4,04t/m²	6,68t/m²	0,001659m
1,60m	1,50m	3,05t/m²	119,36	2,31	1,69	0,230	3,95t/m²	6,99t/m²	0,001485m
1,80m	1,70m	3,45t/m²	105,32	2,06	1,50	0,224	3,84t/m²	7,29t/m²	0,001336m
2,00m	1,90m	3,86t/m²	94,24	1,85	1,35	0,217	3,72t/m²	7,58t/m²	0,001207m
2,20m	2,10m	4,26t/m²	85,26	1,68	1,23	0,210	3,60t/m²	7,86t/m²	0,001093m
2,40m	2,30m	4,67t/m²	77,85	1,54	1,13	0,202	3,47t/m²	8,14t/m²	0,000992m
2,60m	2,50m	5,08t/m²	71,62	1,42	1,04	0,195	3,34t/m²	8,41t/m²	0,000902m
2,80m	2,70m	5,48t/m²	66,31	1,32	0,96	0,187	3,20t/m²	8,68t/m²	0,000821m
3,00m	2,90m	5,89t/m²	61,74	1,23	0,90	0,179	3,07t/m²	8,95t/m²	0,000748m
3,20m	3,10m	6,29t/m²	57,76	1,16	0,84	0,171	2,93t/m²	9,23t/m²	0,000683m
3,40m	3,30m	6,70t/m²	54,26	1,09	0,79	0,164	2,80t/m²	9,50t/m²	0,000624m
3,60m	3,50m	7,11t/m²	51,16	1,03	0,75	0,156	2,68t/m²	9,78t/m²	0,000571m
3,80m	3,70m	7,51t/m²	48,39	0,97	0,71	0,149	2,55t/m²	10,07t/m²	0,000523m
4,20m	4,00m	8,12t/m²	44,76	0,88	0,64	0,136	2,32t/m²	10,44t/m²	0,000899m
4,60m	4,40m	8,93t/m²	40,69	0,80	0,59	0,123	2,11t/m²	11,05t/m²	0,000758m
5,00m	4,80m	9,74t/m²	37,30	0,74	0,54	0,112	1,92t/m²	11,67t/m²	0,000643m
5,40m	5,20m	10,56t/m²	34,43	0,69	0,50	0,102	1,75t/m²	12,31t/m²	0,000548m
5,80m	5,60m	11,37t/m²	31,97	0,64	0,47	0,093	1,60t/m²	12,97t/m²	0,000470m
6,20m	6,00m	12,18t/m²	29,84	0,60	0,44	0,085	1,46t/m²	13,64t/m²	0,000405m

Sc	**0,0350 m**
Sc	**3,50 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	755 min	0,001 Años	0,004 m	0,35 cm
20,00%	0,031	3019 min	0,006 Años	0,007 m	0,70 cm
30,00%	0,071	6793 min	0,013 Años	0,011 m	1,05 cm
40,00%	0,126	12076 min	0,023 Años	0,014 m	1,40 cm
50,00%	0,196	18869 min	0,036 Años	0,018 m	1,75 cm
60,00%	0,286	27511 min	0,052 Años	0,021 m	2,10 cm
70,00%	0,403	38713 min	0,074 Años	0,025 m	2,45 cm
80,00%	0,567	54502 min	0,104 Años	0,028 m	2,80 cm
90,00%	0,848	81493 min	0,155 Años	0,032 m	3,15 cm
95,00%	1,129	108484 min	0,206 Años	0,033 m	3,33 cm
99,99%	3,647	350477 min	0,667 Años	0,035 m	3,50 cm



AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

CAPACIDAD DE CARGA
MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	7,50t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	8,00º	B=	5,00m
γ =	2,03t/m³	L=	7,00m
D_f=	3,50m	Área=	35,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
1,03	-	-

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	7,53	F_{cs}=	1,20
N_q=	2,06	F_{qs}=	1,10
N_γ=	0,86	$F_{\gamma s}$=	0,71

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,28
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,15
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	97,94t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	32,65t/m²	σa	4,29t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	31,45t/m²	FS	7,34

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO		PARAMETROS DEL CIMIENTO	
E_S	3000,00t/m²	M	1,40
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	3,50m	B'	2,50m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	2,40
Is	0,36
ΔH (Seco)	0,0043 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	3,50m	Gs	2,65	LL	49,00%
γ	2,03t/m²	S	0,00%	LP	27,00%
γ '	2,03t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	22,00%
Pc	363,47t/m²	Cs	0,032	IL	-27,27%
eo	0,5565	Cc	0,128	Pa	10,33t/m²
Wn	21,00%	Cα	-		

AJV INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

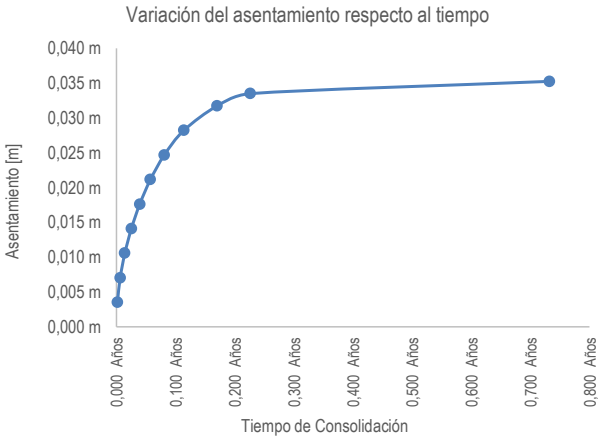
Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,20t/m²	1790,47	18,50	13,50	0,250	4,28t/m²	4,49t/m²	0,005527m
0,40m	0,30m	0,61t/m²	596,82	9,25	6,75	0,250	4,28t/m²	4,89t/m²	0,003718m
0,60m	0,50m	1,02t/m²	358,09	6,17	4,50	0,249	4,26t/m²	5,28t/m²	0,002943m
0,80m	0,70m	1,42t/m²	255,78	4,63	3,38	0,247	4,23t/m²	5,65t/m²	0,002465m
1,00m	0,90m	1,83t/m²	198,94	3,70	2,70	0,244	4,19t/m²	6,01t/m²	0,002127m
1,20m	1,10m	2,23t/m²	162,77	3,08	2,25	0,240	4,12t/m²	6,36t/m²	0,001867m
1,40m	1,30m	2,64t/m²	137,73	2,64	1,93	0,236	4,04t/m²	6,68t/m²	0,001659m
1,60m	1,50m	3,05t/m²	119,36	2,31	1,69	0,230	3,95t/m²	6,99t/m²	0,001485m
1,80m	1,70m	3,45t/m²	105,32	2,06	1,50	0,224	3,84t/m²	7,29t/m²	0,001336m
2,00m	1,90m	3,86t/m²	94,24	1,85	1,35	0,217	3,72t/m²	7,58t/m²	0,001207m
2,20m	2,10m	4,26t/m²	85,26	1,68	1,23	0,210	3,60t/m²	7,86t/m²	0,001093m
2,40m	2,30m	4,67t/m²	77,85	1,54	1,13	0,202	3,47t/m²	8,14t/m²	0,000992m
2,60m	2,50m	5,08t/m²	71,62	1,42	1,04	0,195	3,34t/m²	8,41t/m²	0,000902m
2,80m	2,70m	5,48t/m²	66,31	1,32	0,96	0,187	3,20t/m²	8,68t/m²	0,000821m
3,00m	2,90m	5,89t/m²	61,74	1,23	0,90	0,179	3,07t/m²	8,95t/m²	0,000748m
3,20m	3,10m	6,29t/m²	57,76	1,16	0,84	0,171	2,93t/m²	9,23t/m²	0,000683m
3,40m	3,30m	6,70t/m²	54,26	1,09	0,79	0,164	2,80t/m²	9,50t/m²	0,000624m
3,60m	3,50m	7,11t/m²	51,16	1,03	0,75	0,156	2,68t/m²	9,78t/m²	0,000571m
3,80m	3,70m	7,51t/m²	48,39	0,97	0,71	0,149	2,55t/m²	10,07t/m²	0,000523m
4,20m	4,00m	8,12t/m²	44,76	0,88	0,64	0,136	2,32t/m²	10,44t/m²	0,000899m
4,60m	4,40m	8,93t/m²	40,69	0,80	0,59	0,123	2,11t/m²	11,05t/m²	0,000758m
5,00m	4,80m	9,74t/m²	37,30	0,74	0,54	0,112	1,92t/m²	11,67t/m²	0,000643m
5,50m	5,25m	10,66t/m²	34,10	0,67	0,49	0,100	1,71t/m²	12,37t/m²	0,000665m
6,00m	5,75m	11,67t/m²	31,14	0,62	0,45	0,089	1,53t/m²	13,20t/m²	0,000549m
6,50m	6,25m	12,69t/m²	28,65	0,57	0,42	0,080	1,37t/m²	14,06t/m²	0,000457m

Sc	**0,0353 m**
Sc	**3,53 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	830 min	0,002 Años	0,004 m	0,35 cm
20,00%	0,031	3318 min	0,006 Años	0,007 m	0,71 cm
30,00%	0,071	7466 min	0,014 Años	0,011 m	1,06 cm
40,00%	0,126	13273 min	0,025 Años	0,014 m	1,41 cm
50,00%	0,196	20739 min	0,039 Años	0,018 m	1,76 cm
60,00%	0,286	30238 min	0,058 Años	0,021 m	2,12 cm
70,00%	0,403	42551 min	0,081 Años	0,025 m	2,47 cm
80,00%	0,567	59904 min	0,114 Años	0,028 m	2,82 cm
90,00%	0,848	89570 min	0,170 Años	0,032 m	3,17 cm
95,00%	1,129	119236 min	0,227 Años	0,033 m	3,35 cm
99,99%	3,647	385214 min	0,733 Años	0,035 m	3,53 cm



AJU INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

CAPACIDAD DE CARGA
MEYERHOFT

DATOS INICIALES			
c =	7,00t/m²	NF=	0,00m
ϕ =	8,00º	B=	5,00m
γ =	1,96t/m³	L=	7,00m
D_f=	4,00m	Área=	35,00m²
β =	0,00º	F.S.=	3,00

CONDICIONES DE NIVEL FREATICO		
Caso I 0 ≤ D1 ≤ Df	Caso II 0 ≤ d ≤ B	Caso III d ≥ B
γ =	γ =	γ =
0,96	-	-

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		FACTORES DE FORMA	
MEYERHOFT			
N_c=	7,53	F_{cs}=	1,20
N_q=	2,06	F_{qs}=	1,10
N_γ=	0,86	$F_{\gamma s}$=	0,71

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO		ESFUERZO ACTUANTE APLICADO AL SUELO	
q_{ult}	95,34t/m²	Q	150,00tn
q_{adm}	31,78t/m²	σa	4,29t/m²
$q_{adm\ (neta)}$	30,50t/m²	FS	7,12

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA		FACTORES DE PROFUNDIDAD	
F_{ci}=	1,0000	F_{cd}=	1,32
F_{qi}=	1,0000	F_{qd}=	1,17
$F_{\gamma i}$=	1,0000	$F_{\gamma d}$=	1

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
Teoría Elástica de Timoshenko y Goodier (1951)

PARÁMETROS DEL SUELO		PARAMETROS DEL CIMIENTO	
E_S	2800,00t/m²	M	1,40
μ_S	0,40	I_F	1,00
D_f=	4,00m	B'	2,50m
		L'	3,50m

ASENTAMIENTO ELÁSTICO	
H	6,00 m
N	2,40
Is	0,36
ΔH (Seco)	0,0047 m

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

DATOS INICIALES					
Df	4,00m	Gs	2,65	LL	59,00%
γ	1,96t/m²	S	0,00%	LP	28,00%
γ '	1,96t/m²	Cv	1,0cm²/min	IP	31,00%
Pc	190,08t/m²	Cs	0,037	IL	-9,68%
eo	0,6625	Cc	0,150	Pa	10,33t/m²
Wn	25,00%	Cα	-		

AJV INGENIEROS SAS

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN Y ELÁSTICOS

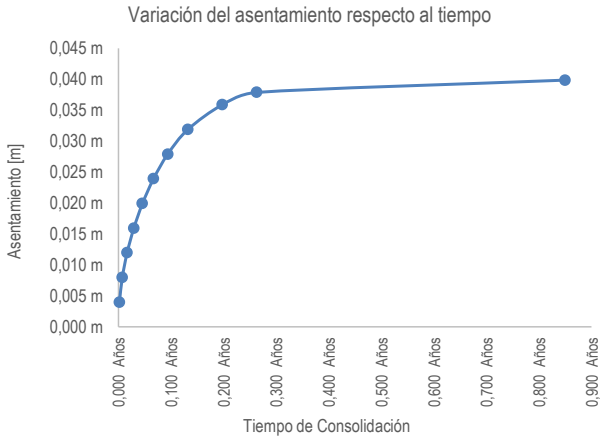
Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO
Cliente	BUSERCO
Descripción	Análisis de capacidad de carga y asentamientos
Fecha	1/12/2020
Observación	SONDEO 2

Profundidad	Prof. Media	σ'	OCR	n	m	I	Δσ'	σ'+Δσ'	Sc
0,00m		0,00t/m²							
0,20m	0,10m	0,20t/m²	969,80	18,50	13,50	0,250	4,28t/m²	4,48t/m²	0,006119m
0,40m	0,30m	0,59t/m²	323,27	9,25	6,75	0,250	4,28t/m²	4,87t/m²	0,004132m
0,60m	0,50m	0,98t/m²	193,96	6,17	4,50	0,249	4,26t/m²	5,24t/m²	0,003279m
0,80m	0,70m	1,37t/m²	138,54	4,63	3,38	0,247	4,23t/m²	5,60t/m²	0,002751m
1,00m	0,90m	1,76t/m²	107,76	3,70	2,70	0,244	4,19t/m²	5,95t/m²	0,002377m
1,20m	1,10m	2,16t/m²	88,16	3,08	2,25	0,240	4,12t/m²	6,28t/m²	0,002090m
1,40m	1,30m	2,55t/m²	74,60	2,64	1,93	0,236	4,04t/m²	6,59t/m²	0,001858m
1,60m	1,50m	2,94t/m²	64,65	2,31	1,69	0,230	3,95t/m²	6,89t/m²	0,001665m
1,80m	1,70m	3,33t/m²	57,05	2,06	1,50	0,224	3,84t/m²	7,17t/m²	0,001499m
2,00m	1,90m	3,72t/m²	51,04	1,85	1,35	0,217	3,72t/m²	7,45t/m²	0,001355m
2,20m	2,10m	4,12t/m²	46,18	1,68	1,23	0,210	3,60t/m²	7,72t/m²	0,001229m
2,40m	2,30m	4,51t/m²	42,17	1,54	1,13	0,202	3,47t/m²	7,98t/m²	0,001116m
2,60m	2,50m	4,90t/m²	38,79	1,42	1,04	0,195	3,34t/m²	8,24t/m²	0,001015m
2,80m	2,70m	5,29t/m²	35,92	1,32	0,96	0,187	3,20t/m²	8,49t/m²	0,000925m
3,00m	2,90m	5,68t/m²	33,44	1,23	0,90	0,179	3,07t/m²	8,75t/m²	0,000843m
3,30m	3,15m	6,17t/m²	30,79	1,12	0,82	0,167	2,87t/m²	9,04t/m²	0,001119m
3,60m	3,45m	6,76t/m²	28,11	1,03	0,75	0,156	2,68t/m²	9,44t/m²	0,000978m
3,90m	3,75m	7,35t/m²	25,86	0,95	0,69	0,146	2,50t/m²	9,85t/m²	0,000857m
4,30m	4,10m	8,04t/m²	23,65	0,86	0,63	0,132	2,27t/m²	10,31t/m²	0,000973m
4,70m	4,50m	8,82t/m²	21,55	0,79	0,57	0,120	2,06t/m²	10,88t/m²	0,000822m
5,10m	4,90m	9,60t/m²	19,79	0,73	0,53	0,110	1,88t/m²	11,48t/m²	0,000699m
5,60m	5,35m	10,49t/m²	18,13	0,66	0,48	0,098	1,67t/m²	12,16t/m²	0,000724m
6,10m	5,85m	11,47t/m²	16,58	0,61	0,44	0,087	1,49t/m²	12,96t/m²	0,000599m
6,60m	6,35m	12,45t/m²	15,27	0,56	0,41	0,078	1,34t/m²	13,79t/m²	0,000500m
7,00m	6,80m	13,33t/m²	14,26	0,53	0,39	0,072	1,23t/m²	14,56t/m²	0,000345m

Sc	**0,0399 m**
Sc	**3,99 cm**

CURVA ASENTAMIENTO VS TIEMPO

U	Tv	t	t	Sc	Sc
10,00%	0,008	962 min	0,002 Años	0,004 m	0,40 cm
20,00%	0,031	3848 min	0,007 Años	0,008 m	0,80 cm
30,00%	0,071	8659 min	0,016 Años	0,012 m	1,20 cm
40,00%	0,126	15394 min	0,029 Años	0,016 m	1,59 cm
50,00%	0,196	24053 min	0,046 Años	0,020 m	1,99 cm
60,00%	0,286	35069 min	0,067 Años	0,024 m	2,39 cm
70,00%	0,403	49349 min	0,094 Años	0,028 m	2,79 cm
80,00%	0,567	69475 min	0,132 Años	0,032 m	3,19 cm
90,00%	0,848	103880 min	0,198 Años	0,036 m	3,59 cm
95,00%	1,129	138285 min	0,263 Años	0,038 m	3,79 cm
99,99%	3,647	446757 min	0,850 Años	0,040 m	3,99 cm



PILOTES

L=6,0 m

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

Longitud del Pilote (m)	6,00
Diámetro del Pilote (m)	0,60
Profundidad Cabezal (m)	
Perimetro (m)	1,88
Peso Unitario pilote (kN/m^3)	24,00
Nivel freático (m)	0,00
Geometria pilote	Circular

Método de Instalación	
Perforado	
Factores de Seguridad	
Punta, FS_p	3,00
Fuste, FS_F	2,00
Carga, FS_q	1,00

Estrato	Profundidad (m) Inicial	Final	Longitud por Estrato (m)	gt (kN/m^3)	sv (KN/m^2)	u (KN/m^2)
1	0,00	1,00	1,00	18,47	18,47	9,81
2	1,00	2,00	1,00	18,36	36,83	19,61
3	2,00	3,00	1,00	19,00	55,83	29,42
4	3,00	4,00	1,00	19,02	74,85	39,22
5	4,00	5,00	1,00	19,23	94,08	49,03
6	5,00	6,00	1,00	19,20	113,28	58,84
7	6,00	7,00	1,00	18,29	131,57	68,64
8	7,00	8,00	1,00	18,16	149,74	68,64
9	8,00	9,00	1,00	17,85	167,59	68,64
10	9,00	10,00	1,00	18,38	185,97	68,64

Estrato	s'v (KN/m^2)	ϕ °	E_s (KN/m^2)	μs	Gs (KN/m^2)	c (KN/m^2)
1	8,66	15,00	15000,00	0,35	7407,41	30,00
2	17,22	15,00	15000,00	0,35	7407,41	30,00
3	26,42	15,00	15000,00	0,35	7407,41	40,00
4	35,63	15,00	20000,00	0,35	7407,41	40,00
5	45,05	15,00	20000,00	0,35	11111,11	40,00
6	54,45	15,00	25000,00	0,35	11111,11	50,00
7	62,93	15,00	25000,00	0,35	11111,11	50,00
8	81,09	20,00	25000,00	0,35	11111,11	50,00
9	98,95	20,00	30000,00	0,35	11111,11	50,00
10	117,33	20,00	30000,00	0,35	11111,11	50,00

Estrato	Ir	ev	Irr	k_0	s'$_0$ (KN/m^2)	$C_u = S_u$ (KN/m^2)
1	229,18	0,00027	215,83	0,74	7,17	30,00
2	214,00	0,00054	191,97	0,74	14,25	30,00
3	157,34	0,00082	139,30	0,74	21,86	40,00
4	149,50	0,00111	128,23	0,74	29,48	40,00
5	213,38	0,00094	177,87	0,74	37,28	40,00
6	172,03	0,00113	144,01	0,74	45,05	50,00
7	166,18	0,00131	136,52	0,74	52,07	50,00
8	139,73	0,00168	113,11	0,66	62,60	50,00
9	129,18	0,00206	102,08	0,66	76,39	50,00
10	119,85	0,00244	92,76	0,66	90,58	50,00

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

CAPACIDADES DE CARGA POR PUNTA Y FUSTE EN SUELO Y ROCA

CAPACIDAD DE CARGA POR PUNTA DE PILOTES EMPOTRADOS EN SUELO

Meyerhof (1976)

C_u (KN/m^2)	50,00
ϕ °	15,00
Nc*	9,00
A_p (m^2)	0,28
$Q_p = N_c^* A_p C_u$ (KN)	**127,23**

Vesic (1977)

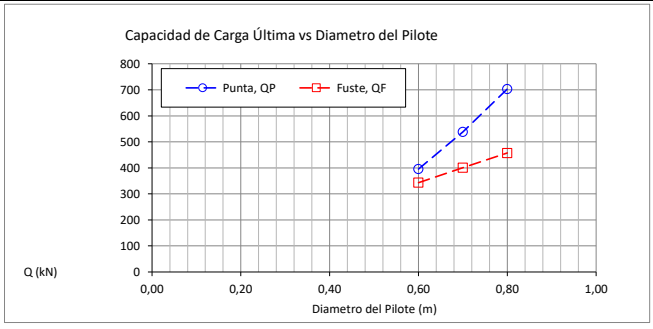
c (KN/m^2)	50,00
ϕ °	15,00
Ko	0,741
μ_s	0,35
s'_o (KN/m^2)	52,07
Irr	136,52
Nq*	10,16
Nσ*	12,27
Nc*	34,17
$Qp = A_p(cN_c^* + \sigma'_o N_\sigma^*)$ (KN)	**663,83**

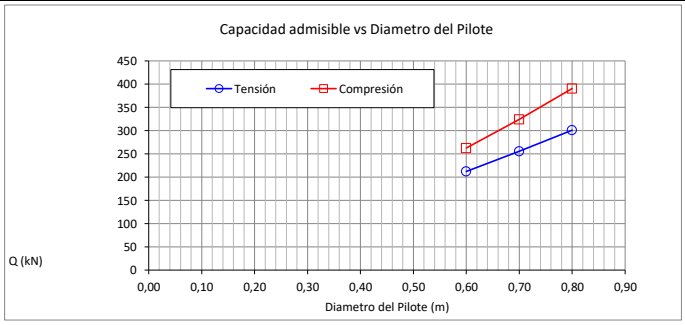
CAPACIDAD POR FUSTE EN SUELO

Estrato	α	C_u (KN/m^2)	f (KN/m^2)	Qs (kN)
1	0,65	30,00	19,50	36,76
2	0,65	30,00	19,50	73,51
3	0,65	40,00	26,00	122,52
4	0,65	40,00	26,00	171,53
5	0,65	40,00	26,00	220,54
6	0,65	50,00	32,50	281,80
7	0,65	50,00	32,50	343,06
8	0,65	50,00	32,50	404,32
9	0,65	50,00	32,50	465,58
10	0,65	50,00	32,50	526,85
			Qs (kN)	**343,06**

Abacos de Diseño - Suelo

Diametro (m)	Resistencia del Pilote (kN)				Resistencia Diseño (kN)	
	Punta, Q_P	Fuste, Q_F	Peso Pilote	Q_{ultimo}	Compresión	Tensión
0,60	395,53	343,06	40,72	738,59	262,66	212,25
0,70	538,36	400,24	55,42	938,60	324,16	255,54
0,80	703,17	457,42	72,38	1160,59	390,72	301,09





CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

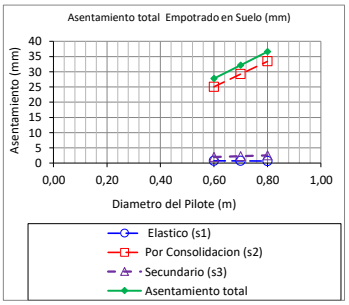
Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

CALCULO ASENTAMIENTOS EN SUELO Y ROCA

ASENTAMIENTO TOTAL (s) =s1+s2+s3) - EMPOTRADO EN SUELO

Q_{wp} (KN)	395,53
Q_{ws} (KN)	343,06
$q_{wp} = Q_{wp}/A_p$	1398,91
I_{ws}	3,11
$E_{p\ concreto\ 12500\ \sqrt{f'c}}$ (KN/m^2)	18114220,9
$E_{s(suelo)}$ (KN/m^2)	25000,0
$\mu s_{\ suelo\ fuste}$	0,35
ξ	0,67
$E_{s\ (bajo\ la\ punta)}$(KN/m^2)	25000,00
$\mu s_{\ bajo\ punta\ pilote}$	0,35
I_{wp}	0,85

Longitud de pilote L(m)	6,00
Diametro de pilote (m)	0,60
Perimetro (m)	1,88
Ap (m^2)	0,28
Asentamiento Elastico (s_1) (mm)	0,73
Asentamiento por consolidacion (s_2) (mm)	25,04
Asentamiento por fricción (s_3) (mm)	1,98
Total Asentamiento (s) (mm)	**27,76**



Abacos de Diseño Empotrado en suelo

Diametro (m)	Capacidad (KN)		Asentamiento (mm)			
	Punta, Q_P	Fuste, Q_F	Elastico (s1)	Por Consolidacion (s2)	Secundario (s3)	Asentamiento total
0,60	395,53	343,06	0,73	25,04	1,98	27,76
0,70	538,36	400,24	0,69	29,22	2,25	32,16
0,80	703,17	457,42	0,67	33,39	2,52	36,57

CAPACIDAD DE CARGA HORIZONTAL EN SUELO Y ROCA

CAPACIDAD DE CARGA HORIZONTAL EN SUELO (Qg)

$E_{p\ concreto\ 12500\ \sqrt{f'c}}$ (KN/m^2)	18114220,9
$E_{s(suelo)}$ (KN/m^2)	15000,0
Diametro pilote (m)	0,60
$I_{p\ (momento\ de\ inercia)}$ (m^4)	0,006
Longitud pilote (m)	6,0
$K_{r\ (rigidez\ relativa\ pilote)}$	0,00593
Kr<0,01 (Largo o flexible) Kr> 0,01 (Corto o Rigido)	Pilote Flexible
S (m^3)	0,000530
F_y (KN/m^2)	420000
M_y (KN-m)	222,66

$Q_{g(en\ la\ superficie)}$ (KN)			
Pilotes cortos (Rigidos)		***Pilotes Largos (Flexibles)***	
Longitud pilote (m)		$L_e/L = 1.5K_r^{0.12}$	0,81
$K_{cr\ (coeficiente\ de\ presion\ neta)}$		$K_{cr\ (coeficiente\ de\ presion\ neta)}$	5,0
$C_u = S_u$ (KN/m2)		$C_u = S_u$ (KN/m2)	30,0
p_l (KN/m^2)		p_l (KN/m^2)	180
$Q_{u(g)} = 0.4c_uK_{cr}DL$ (KN)		$Q_{u(g)} = 0.4c_uK_{cr}DL_e/L$ (KN)	29,18
$Q_{u(g)} \leq 0.4p_lDL$ (KN)		$Q_{u(g)} \leq 0.4p_lDL_e/L$ (KN)	35,02
$M_{max} = 0.22Q_{u(g)}L$ (KN-m)		X_z (mm)	10,0
$M_{max} \leq M_y = SF_y$ (KN-m)		A'_x	0,8
		$\mu s_{\ suelo\ fuste}$	0,35
		k_h (KN/m^3)$_{(Constante\ reacción\ subsuelo)}$	7907,08
		R (m)	1,95
		Q_g (KN)	193,12
		$M_{max} = 0.30K^{0.2}Q_gL$ (KN-m)	479,6
		$M_{max} \leq 0.3Q_gL$ (KN-m)	347,6

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

COEFICIENTE DE REACCION DEL SUBSUELO HORIZONTAL Y VERTICAL (R)

COEFICIENTE REACCION HORIZONTAL

SUELOS GRANULARES

Braja M. Das (Tabla 9.10 4a. Edicion)

Tipo de suelo	n_h (KN/m^3)
Arena seca o húmeda	
Suelta	1800-2200
Media	5500-7000
Densa	15000-18000
Arena sumergida	
Suelta	1000-1400
Media	3500-4500
densa	9000-12000

SUELOS COHESIVOS

$$k_h = \frac{0.65}{D}\sqrt[12]{\frac{E_S D^4}{E_P I_P}}\frac{E_S}{1-\mu_S^2}$$

Coeficiente reaccion subsuelo horizontal k_h (kn/m^3)

$E_{p\ concreto\ 12500\ \sqrt{f'c}}$ (KN/m^2)	18114220,9
$E_{s(suelo)}$ (KN/m^2)	15000,0
Diametro pilote (m)	0,60
$I_{p\ (momento\ de\ inercia)}$ (m^4)	0,006
$\mu s_{\ suelo\ fuste}$	0,35
k_h (KN/m^3)$_{(Constante\ reacción\ subsuelo)}$	13178,46

profundidad (m)	k_h (KN/m^2)	Mpa
1,0	0,4	0,0
2,0	26356,9	26,4
3,0	39535,4	39,5
4,0	52713,8	52,7
5,0	65892,3	65,9
6,0	79070,8	79,1
7,0	92249,2	92,2
8,0	105427,7	105,4
9,0	118606,2	118,6
10,0	131784,6	131,8
11,0	144963,1	145,0
12,0	158141,5	158,1

Abacos de Diseño en Suelo y Roca

Diametro (m)	$I_{p\ (momento\ de\ inercia)}$ (m^4)	k_h (KN/m^3)	
		Suelo	Roca
0,60	0,006362	13178,46	
0,70	0,011786	11295,82	
0,80	0,020106	9883,85	

COEFICIENTE REACCION VERTICAL

$$k_v = \frac{\sigma'_v}{asentamiento}$$

Coeficiente reaccion subsuelo vertical kv (kn/m^3)

Longitud (m)	6,00

Diametro (m)	Profundidad cabezal (m)	s'v (KN/m^2)	Asentamiento (m)	Kv(KN/m^3) $_{Constante\ modulo\ reaccion\ subsuelo}$
0,60		62,93	0,02776	2267,07
0,70		62,93	0,03216	1956,60
0,80		62,93	0,03657	1720,65

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES
EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

RESUMEN RECOMENDACIONES DE DISEÑO

CARGA DE APOYO (KN)	**1500**

	EMPOTRADO	
	SUELO	
Longitud pilote (m)	**6,00**	
Diametro recomendado según carga de apoyo (m)	**0,60**	
Peso del pilote (kN)	40,72	
$Q_{neta}(KN)= Q_p-W_{pilote}$	354,82	
$Q_u=Q_P+Q_s$, (kN)	738,59	
$Q_{admisible\ (Diseño\ a\ Compresión)}$ (kN)	**262,66**	
$Q_{admisible\ (Diseño\ a\ Tensión)}$ (kN)	**212,25**	
Numero de Pilotes requeridos	**6**	
Asentamiento total por pilote (mm)	27,76	
Capacidad de carga horizontal (Qg) KN (Superficie)	29,2	
Capacidad de carga horizontal (Qu) KN (última)	35,0	
Resistencia lateral en roca qs, (KN/m2)		
k_h (KN/m3)(Constante reacción subsuelo horizontal)	13178,5	
k_v (KN/m3)(Constante reacción subsuelo vertical)	2267,1	
M max (Kn-m)	347,6	
My (Kn-m)	222,7	

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

Longitud del Pilote (m)	6,00
Diámetro del Pilote (m)	0,70
Profundidad Cabezal (m)	
Perimetro (m)	2,20
Peso Unitario pilote (kN/m^3)	24,00
Nivel freático (m)	0,00
Geometria pilote	Circular

Método de Instalación	
Perforado	
Factores de Seguridad	
Punta, FS_p	3,00
Fuste, FS_F	2,00
Carga, FS_q	1,00

Estrato	Profundidad (m) Inicial	Final	Longitud por Estrato (m)	gt (kN/m^3)	sv (KN/m^2)	u (KN/m^2)
1	0,00	1,00	1,00	18,47	18,47	9,81
2	1,00	2,00	1,00	18,36	36,83	19,61
3	2,00	3,00	1,00	19,00	55,83	29,42
4	3,00	4,00	1,00	19,02	74,85	39,22
5	4,00	5,00	1,00	19,23	94,08	49,03
6	5,00	6,00	1,00	19,20	113,28	58,84
7	6,00	7,00	1,00	18,29	131,57	68,64
8	7,00	8,00	1,00	18,16	149,74	68,64
9	8,00	9,00	1,00	17,85	167,59	68,64
10	9,00	10,00	1,00	18,38	185,97	68,64

Estrato	s'v (KN/m^2)	f °	E_s (KN/m^2)	μs	Gs (KN/m^2)	c (KN/m^2)
1	8,66	15,00	15000,00	0,35	7407,41	30,00
2	17,22	15,00	15000,00	0,35	7407,41	30,00
3	26,42	15,00	15000,00	0,35	7407,41	40,00
4	35,63	15,00	20000,00	0,35	7407,41	40,00
5	45,05	15,00	20000,00	0,35	11111,11	40,00
6	54,45	15,00	25000,00	0,35	11111,11	50,00
7	62,93	15,00	25000,00	0,35	11111,11	50,00
8	81,09	20,00	25000,00	0,35	11111,11	50,00
9	98,95	20,00	30000,00	0,35	11111,11	50,00
10	117,33	20,00	30000,00	0,35	11111,11	50,00

Estrato	Ir	ev	Irr	k_0	s'_0 (KN/m^2)	$C_u = S_u$ (KN/m^2)
1	229,18	0,00027	215,83	0,74	7,17	30,00
2	214,00	0,00054	191,97	0,74	14,25	30,00
3	157,34	0,00082	139,30	0,74	21,86	40,00
4	149,50	0,00111	128,23	0,74	29,48	40,00
5	213,38	0,00094	177,87	0,74	37,28	40,00
6	172,03	0,00113	144,01	0,74	45,05	50,00
7	166,18	0,00131	136,52	0,74	52,07	50,00
8	139,73	0,00168	113,11	0,66	62,60	50,00
9	129,18	0,00206	102,08	0,66	76,39	50,00
10	119,85	0,00244	92,76	0,66	90,58	50,00

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

CAPACIDADES DE CARGA POR PUNTA Y FUSTE EN SUELO Y ROCA

CAPACIDAD DE CARGA POR PUNTA DE PILOTES EMPOTRADOS EN SUELO

Meyerhof (1976)

C_u (KN/m^2)	50,00
f °	15,00
Nc*	9,00
A_n (m^2)	0,38
$Q_n = N_c^* A_n C_u$ (KN)	**173,18**

Vesic (1977)

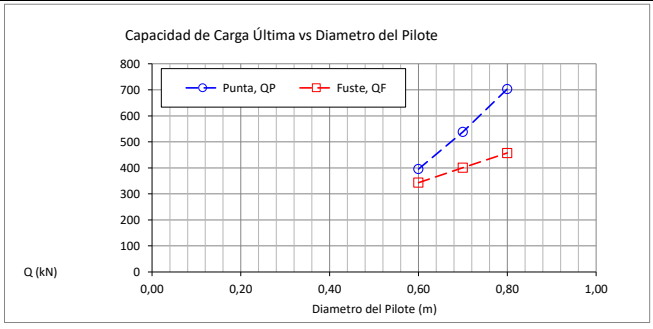
c (KN/m^2)	50,00
f °	15,00
Ko	0,741
μ_s	0,35
s'$_n$ (KN/m^2)	52,07
Irr	136,52
Nq*	10,16
Ns*	12,27
Nc*	34,17
Qp =A_n(cN$_c$*+σ'$_n$N$_\sigma$*)(kN)	**903,55**

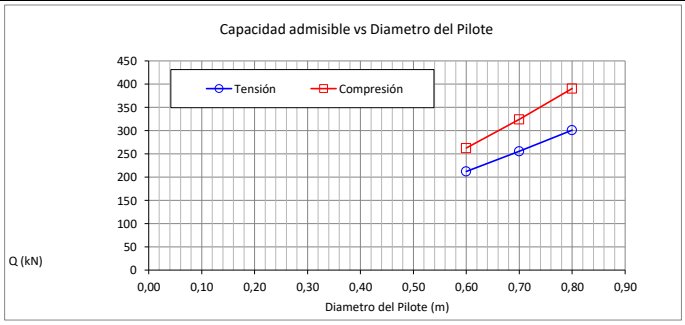
CAPACIDAD POR FUSTE EN SUELO

Estrato	α	C_u (KN/m^2)	f (KN/m^2)	Qs (kN)
1	0,65	30,00	19,50	42,88
2	0,65	30,00	19,50	85,77
3	0,65	40,00	26,00	142,94
4	0,65	40,00	26,00	200,12
5	0,65	40,00	26,00	257,30
6	0,65	50,00	32,50	328,77
7	0,65	50,00	32,50	400,24
8	0,65	50,00	32,50	471,71
9	0,65	50,00	32,50	543,18
10	0,65	50,00	32,50	614,65
			Qs (kN)	**400,24**

Abacos de Diseño - Suelo

Diametro (m)	Resistencia del Pilote (kN)				Resistencia Diseño (kN)	
	Punta, Q_P	Fuste, Q_F	Peso Pilote	Q_{ultimo}	Compresión	Tensión
0,60	395,53	343,06	40,72	738,59	262,66	212,25
0,70	538,36	400,24	55,42	938,60	324,16	255,54
0,80	703,17	457,42	72,38	1160,59	390,72	301,09





CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

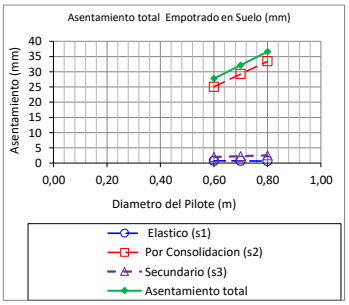
Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

CALCULO ASENTAMIENTOS EN SUELO Y ROCA

ASENTAMIENTO TOTAL (s) =s1+s2+s3) - EMPOTRADO EN SUELO

Q_{wp} (KN)	538,36
Q_{ws} (KN)	400,24
$q_{wp} = Q_{wp}/A_p$	1398,91
I_{ws}	3,02
$E_{p\ concreto\ 12500\ \sqrt{f'c}}$ (KN/m^2)	18114220,9
$E_{s(suelo)}$ (KN/m^2)	25000,0
$\mu s_{\ suelo\ fuste}$	0,35
ξ	0,67
$E_{s\ (bajo\ la\ punta)}$(KN/m^2)	25000,00
$\mu s_{\ bajo\ punta\ pilote}$	0,35
I_{wp}	0,85

Longitud de pilote L(m)	6,00
Diametro de pilote (m)	0,70
Perimetro (m)	2,20
Ap (m^2)	0,38
Asentamiento Elastico (s_1) (mm)	0,69
Asentamiento por consolidacion (s_2) (mm)	29,22
Asentamiento por fricción (s_3) (mm)	2,25
Total Asentamiento (s) (mm)	**32,16**



Abacos de Diseño Empotrado en suelo

Diametro (m)	Capacidad (KN)		Asentamiento (mm)			
	Punta, Q_P	Fuste, Q_F	Elastico (s1)	Por Consolidacion (s2)	Secundario (s3)	Asentamiento total
0,60	395,53	343,06	0,73	25,04	1,98	27,76
0,70	538,36	400,24	0,69	29,22	2,25	32,16
0,80	703,17	457,42	0,67	33,39	2,52	36,57

CAPACIDAD DE CARGA HORIZONTAL EN SUELO Y ROCA

CAPACIDAD DE CARGA HORIZONTAL EN SUELO (Qg)

$E_{p\ concreto\ 12500\ \sqrt{f'c}}$ (KN/m^2)	18114220,9
$E_{s(suelo)}$ (KN/m^2)	15000,0
Diametro pilote (m)	0,70
$I_{p\ (momento\ de\ inercia)}$ (m^4)	0,012
Longitud pilote (m)	6,0
$K_{r\ (rigidez\ relativa\ pilote)}$	0,01098
Kr<0,01 (Largo o flexible) Kr> 0,01 (Corto o Rigido)	Pilote Rigido
S (m^3)	0,000982
F_y (KN/m^2)	420000
M_y (KN-m)	412,51

$Q_{g(en\ la\ superficie)}$ (KN)			
Pilotes cortos (Rigidos)		***Pilotes Largos (Flexibles)***	
Longitud pilote (m)	6,00	$L_e/L = 1.5K_r^{0.12}$	
$K_{cr\ (coeficiente\ de\ presion\ neta)}$		$K_{cr\ (coeficiente\ de\ presion\ neta)}$	
$C_u = S_u$ (KN/m2)		$C_u = S_u$ (KN/m2)	
p_l (KN/m^2)		p_l (KN/m^2)	
$Q_{u(g)} = 0.4c_uK_{cr}DL$ (KN)		$Q_{u(g)} = 0.4c_uK_{cr}DL_e/L$ (KN)	
$Q_{u(g)} \leq 0.4p_lDL$ (KN)		$Q_{u(g)} \leq 0.4p_lDL_e/L$ (KN)	
$M_{max} = 0.22Q_{u(g)}L$ (KN-m)		X_z (mm)	
$M_{max} \leq M_y = SF_y$ (KN-m)		A'_x	
		$\mu s_{\ suelo\ fuste}$	
		k_h (KN/m^3)$_{(Constante\ reacción\ subsuelo)}$	
		R (m)	
		Q_g (KN)	
		$M_{max} = 0.30K^{0.2}Q_gL$ (KN-m)	
		$M_{max} \leq 0.3Q_gL$ (KN-m)	

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

COEFICIENTE DE REACCION DEL SUBSUELO HORIZONTAL Y VERTICAL (R)

COEFICIENTE REACCION HORIZONTAL

SUELOS GRANULARES

Braja M. Das (Tabla 9.10 4a. Edicion)

Tipo de suelo	n_h (KN/m^3)
Arena seca o húmeda	
Suelta	1800-2200
Media	5500-7000
Densa	15000-18000
Arena sumergida	
Suelta	1000-1400
Media	3500-4500
densa	9000-12000

SUELOS COHESIVOS

$$k_h = \frac{0.65}{D}\sqrt[12]{\frac{E_S D^4}{E_P I_P}}\frac{E_S}{1-\mu_S{}^2}$$

Coeficiente reaccion subsuelo horizontal k_h (kn/m^3)

$E_{p\ concreto\ 12500\ \sqrt{f'c}}$ (KN/m^2)	18114220,9
$E_{s(suelo)}$ (KN/m^2)	15000,0
Diametro pilote (m)	0,70
$I_{p\ (momento\ de\ inercia)}$ (m^4)	0,012
$\mu s_{\ suelo\ fuste}$	0,35
k_h (KN/m^3)$_{(Constante\ reacción\ subsuelo)}$	11295,82

profundidad (m)	k_h (KN/m^2)	Mpa
1,0	0,4	0,0
2,0	22591,6	22,6
3,0	33887,5	33,9
4,0	45183,3	45,2
5,0	56479,1	56,5
6,0	67774,9	67,8
7,0	79070,8	79,1
8,0	90366,6	90,4
9,0	101662,4	101,7
10,0	112958,2	113,0
11,0	124254,1	124,3
12,0	135549,9	135,5

Abacos de Diseño en Suelo y Roca

Diametro (m)	$I_{p\ (momento\ de\ inercia)}$ (m^4)	k_h (KN/m^3)	
		Suelo	Roca
0,60	0,006362	13178,46	
0,70	0,011786	11295,82	
0,80	0,020106	9883,85	

COEFICIENTE REACCION VERTICAL

$$k_v = \frac{\sigma'_v}{asentamiento}$$

Coeficiente reaccion subsuelo vertical kv (kn/m^3)

Longitud (m)	6,00

Diametro (m)	Profundidad cabezal (m)	s'v (KN/m^2)	Asentamiento (m)	Kv(KN/m^3)$_{\ Constante\ modulo\ reaccion\ subsuelo}$
0,60		62,93	0,02776	2267,07
0,70		62,93	0,03216	1956,60
0,80		62,93	0,03657	1720,65

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

RESUMEN RECOMENDACIONES DE DISEÑO

CARGA DE APOYO (KN)	**1500**

	EMPOTRADO	
	SUELO	
Longitud pilote (m)	**6,00**	
Diametro recomendado según carga de apoyo (m)	**0,70**	
Peso del pilote (kN)	55,42	
$Q_{neta}(KN)= Q_p-W_{pilote}$	482,95	
$Q_u=Q_P+Q_s$, (kN)	938,60	
$Q_{admisible\ (Diseño\ a\ Compresión)}$ (kN)	**324,16**	
$Q_{admisible\ (Diseño\ a\ Tensión)}$ (kN)	**255,54**	
Numero de Pilotes requeridos	**5**	
Asentamiento total por pilote (mm)	32,16	
Capacidad de carga horizontal (Qg) KN (Superficie)	420,0	
Capacidad de carga horizontal (Qu) KN (última)	504,0	
Resistencia lateral en roca qs, (KN/m2)		
k_h (KN/m3)(Constante reacción subsuelo horizontal)	11295,8	
k_v (KN/m3)(Constante reacción subsuelo vertical)	1956,6	
M max (Kn-m)	0,0	
My (Kn-m)	412,5	

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

Longitud del Pilote (m)	6,00
Diámetro del Pilote (m)	0,80
Profundidad Cabezal (m)	
Perimetro (m)	2,51
Peso Unitario pilote (kN/m^3)	24,00
Nivel freático (m)	0,00
Geometria pilote	Circular

Método de Instalación	
Perforado	
Factores de Seguridad	
Punta, FS_P	3,00
Fuste, FS_F	2,00
Carga, FS_q	1,00

Estrato	Profundidad (m) Inicial	Final	Longitud por Estrato (m)	gt (kN/m^3)	sv (KN/m^2)	u (KN/m^2)
1	0,00	1,00	1,00	18,47	18,47	9,81
2	1,00	2,00	1,00	18,36	36,83	19,61
3	2,00	3,00	1,00	19,00	55,83	29,42
4	3,00	4,00	1,00	19,02	74,85	39,22
5	4,00	5,00	1,00	19,23	94,08	49,03
6	5,00	6,00	1,00	19,20	113,28	58,84
7	6,00	7,00	1,00	18,29	131,57	68,64
8	7,00	8,00	1,00	18,16	149,74	68,64
9	8,00	9,00	1,00	17,85	167,59	68,64
10	9,00	10,00	1,00	18,38	185,97	68,64

Estrato	s'v (KN/m^2)	f °	E_s (KN/m^2)	μs	Gs (KN/m^2)	c (KN/m^2)
1	8,66	15,00	15000,00	0,35	7407,41	30,00
2	17,22	15,00	15000,00	0,35	7407,41	30,00
3	26,42	15,00	15000,00	0,35	7407,41	40,00
4	35,63	15,00	20000,00	0,35	7407,41	40,00
5	45,05	15,00	20000,00	0,35	11111,11	40,00
6	54,45	15,00	25000,00	0,35	11111,11	50,00
7	62,93	15,00	25000,00	0,35	11111,11	50,00
8	81,09	20,00	25000,00	0,35	11111,11	50,00
9	98,95	20,00	30000,00	0,35	11111,11	50,00
10	117,33	20,00	30000,00	0,35	11111,11	50,00

Estrato	Ir	ev	Irr	k_0	s'_0 (KN/m^2)	$C_u = S_u$ (KN/m^2)
1	229,18	0,00027	215,83	0,74	7,17	30,00
2	214,00	0,00054	191,97	0,74	14,25	30,00
3	157,34	0,00082	139,30	0,74	21,86	40,00
4	149,50	0,00111	128,23	0,74	29,48	40,00
5	213,38	0,00094	177,87	0,74	37,28	40,00
6	172,03	0,00113	144,01	0,74	45,05	50,00
7	166,18	0,00131	136,52	0,74	52,07	50,00
8	139,73	0,00168	113,11	0,66	62,60	50,00
9	129,18	0,00206	102,08	0,66	76,39	50,00
10	119,85	0,00244	92,76	0,66	90,58	50,00

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

CAPACIDADES DE CARGA POR PUNTA Y FUSTE EN SUELO Y ROCA

CAPACIDAD DE CARGA POR PUNTA DE PILOTES EMPOTRADOS EN SUELO

Meyerhof (1976)

C_u (KN/m^2)	50,00
f °	15,00
Nc*	9,00
A_n (m^2)	0,50
$Q_n = N_c^* A_n C_u$ (KN)	**226,19**

Vesic (1977)

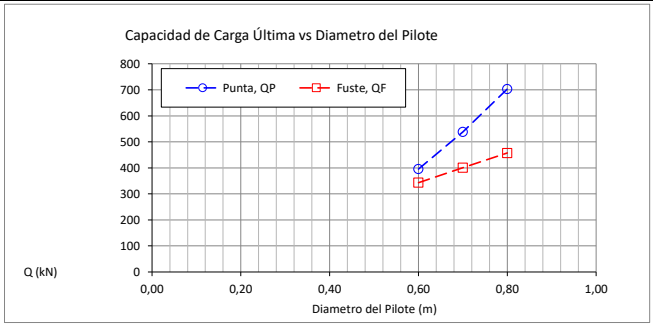
c (KN/m^2)	50,00
f °	15,00
Ko	0,741
μ_s	0,35
s'$_n$ (KN/m^2)	52,07
Irr	136,52
Nq*	10,16
Ns*	12,27
Nc*	34,17
Qp =A_n(cN$_c$*+σ'$_n$N$_\sigma$*)(kN)	**1180,14**

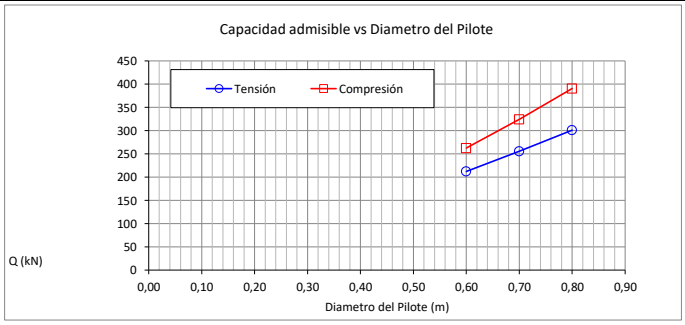
CAPACIDAD POR FUSTE EN SUELO

Estrato	α	C_u (KN/m^2)	f (KN/m^2)	Qs (kN)
1	0,65	30,00	19,50	49,01
2	0,65	30,00	19,50	98,02
3	0,65	40,00	26,00	163,36
4	0,65	40,00	26,00	228,71
5	0,65	40,00	26,00	294,05
6	0,65	50,00	32,50	375,73
7	0,65	50,00	32,50	457,42
8	0,65	50,00	32,50	539,10
9	0,65	50,00	32,50	620,78
10	0,65	50,00	32,50	702,46
			Qs (kN)	**457,42**

Abacos de Diseño - Suelo

Diametro (m)	Resistencia del Pilote (kN)				Resistencia Diseño (kN)	
	Punta, Q_P	Fuste, Q_F	Peso Pilote	Q_{ultimo}	Compresión	Tensión
0,60	395,53	343,06	40,72	738,59	262,66	212,25
0,70	538,36	400,24	55,42	938,60	324,16	255,54
0,80	703,17	457,42	72,38	1160,59	390,72	301,09





CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

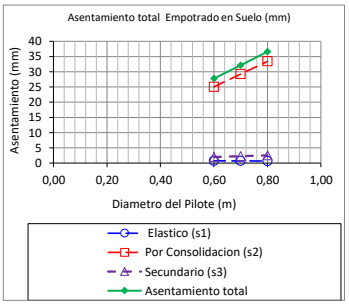
Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

CALCULO ASENTAMIENTOS EN SUELO Y ROCA

ASENTAMIENTO TOTAL (s) =s1+s2+s3) - EMPOTRADO EN SUELO

Q_{wp} (KN)	703,17
Q_{ws} (KN)	457,42
$q_{wp} = Q_{wp}/A_p$	1398,91
I_{ws}	2,96
$E_{p\ concreto\ 12500\ \sqrt{f'c}}$ (KN/m^2)	18114220,9
$E_{s(suelo)}$ (KN/m^2)	25000,0
$\mu s_{\ suelo\ fuste}$	0,35
ξ	0,67
$E_{s\ (bajo\ la\ punta)}$(KN/m^2)	25000,00
$\mu s_{\ bajo\ punta\ pilote}$	0,35
I_{wp}	0,85

Longitud de pilote L(m)	6,00
Diametro de pilote (m)	0,80
Perimetro (m)	2,51
Ap (m^2)	0,50
Asentamiento Elastico (s_1) (mm)	0,67
Asentamiento por consolidacion (s_2) (mm)	33,39
Asentamiento por fricción (s_3) (mm)	2,52
Total Asentamiento (s) (mm)	**36,57**



Abacos de Diseño Empotrado en suelo

Diametro (m)	Capacidad (KN)		Asentamiento (mm)			
	Punta, Q_P	Fuste, Q_F	Elastico (s1)	Por Consolidacion (s2)	Secundario (s3)	Asentamiento total
0,60	395,53	343,06	0,73	25,04	1,98	27,76
0,70	538,36	400,24	0,69	29,22	2,25	32,16
0,80	703,17	457,42	0,67	33,39	2,52	36,57

CAPACIDAD DE CARGA HORIZONTAL EN SUELO Y ROCA

CAPACIDAD DE CARGA HORIZONTAL EN SUELO (Qg)

$E_{p\ concreto\ 12500\ \sqrt{f'c}}$ (KN/m^2)	18114220,9
$E_{s(suelo)}$ (KN/m^2)	15000,0
Diametro pilote (m)	0,80
$I_{p\ (momento\ de\ inercia)}$ (m^4)	0,020
Longitud pilote (m)	6,0
$K_{r\ (rigidez\ relativa\ pilote)}$	0,01873
Kr<0,01 (Largo o flexible) Kr> 0,01 (Corto o Rigido)	Pilote Rigido
S (m^3)	0,001676
F_y (KN/m^2)	420000
M_y (KN-m)	703,72

$Q_{g(en\ la\ superficie)}$ (KN)			
Pilotes cortos (Rigidos)		***Pilotes Largos (Flexibles)***	
Longitud pilote (m)	6,00	$L_e/L = 1.5K_r^{0.12}$	0,93
$K_{cr\ (coeficiente\ de\ presion\ neta)}$		$K_{cr\ (coeficiente\ de\ presion\ neta)}$	5,0
$C_u = S_u$ (KN/m2)		$C_u = S_u$ (KN/m2)	30,0
p_l (KN/m^2)		p_l (KN/m^2)	180
$Q_{u(g)} = 0.4c_uK_{cr}DL$ (KN)		$Q_{u(g)} = 0.4c_uK_{cr}DL_e/L$ (KN)	
$Q_{u(g)} \leq 0.4p_lDL$ (KN)		$Q_{u(g)} \leq 0.4p_lDL_e/L$ (KN)	
$M_{max} = 0.22Q_{u(g)}L$ (KN-m)		X_z (mm)	10,0
$M_{max} \leq M_y = SF_y$ (KN-m)		A'_x	0,8
		$\mu s_{\ suelo\ fuste}$	0,35
		k_h (KN/m^3)$_{(Constante\ reacción\ subsuelo)}$	7907,08
		R (m)	2,61
		Q_g (KN)	257,49
		$M_{max} = 0.30K^{0.2}Q_gL$ (KN-m)	FALSO
		$M_{max} \leq 0.3Q_gL$ (KN-m)	

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

COEFICIENTE DE REACCION DEL SUBSUELO HORIZONTAL Y VERTICAL (R)

COEFICIENTE REACCION HORIZONTAL

SUELOS GRANULARES

Braja M. Das (Tabla 9.10 4a. Edicion)

Tipo de suelo	n_h (KN/m^3)
Arena seca o húmeda	
Suelta	1800-2200
Media	5500-7000
Densa	15000-18000
Arena sumergida	
Suelta	1000-1400
Media	3500-4500
densa	9000-12000

SUELOS COHESIVOS

$$k_h = \frac{0.65}{D}\sqrt[12]{\frac{E_S D^4}{E_P I_P}}\frac{E_S}{1-\mu_S^2}$$

Coeficiente reaccion subsuelo horizontal k_h (kn/m^3)

$E_{p\ concreto\ 12500\ \sqrt{f'c}}$ (KN/m^2)	18114220,9
$E_{s(suelo)}$ (KN/m^2)	15000,0
Diametro pilote (m)	0,80
$I_{p\ (momento\ de\ inercia)}$ (m^4)	0,020
$\mu s_{\ suelo\ fuste}$	0,35
k_h (KN/m^3)$_{(Constante\ reacción\ subsuelo)}$	9883,85

profundidad (m)	k_h (KN/m^2)	Mpa
1,0	0,4	0,0
2,0	19767,7	19,8
3,0	29651,5	29,7
4,0	39535,4	39,5
5,0	49419,2	49,4
6,0	59303,1	59,3
7,0	69186,9	69,2
8,0	79070,8	79,1
9,0	88954,6	89,0
10,0	98838,5	98,8
11,0	108722,3	108,7
12,0	118606,2	118,6

Abacos de Diseño en Suelo y Roca

Diametro (m)	$I_{p\ (momento\ de\ inercia)}$ (m^4)	k_h (KN/m^3)	
		Suelo	Roca
0,60	0,006362	13178,46	
0,70	0,011786	11295,82	
0,80	0,020106	9883,85	17169,46

COEFICIENTE REACCION VERTICAL

$$k_v = \frac{\sigma'_v}{asentamiento}$$

Coeficiente reaccion subsuelo vertical kv (kn/m^3)

Longitud (m)	6,00

Diametro (m)	Profundidad cabezal (m)	s'v (KN/m^2)	Asentamiento (m)	Kv(KN/m^3) $_{Constante\ modulo\ reaccion\ subsuelo}$
0,60		62,93	0,02776	2267,07
0,70		62,93	0,03216	1956,60
0,80		62,93	0,03657	1720,65

RESUMEN RECOMENDACIONES DE DISEÑO

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

CARGA DE APOYO (KN)	**1500**

	EMPOTRADO	
	SUELO	
Longitud pilote (m)	**6,00**	
Diametro recomendado según carga de apoyo (m)	**0,80**	
Peso del pilote (kN)	72,38	
Q_{neta}(KN)= Q_p-W_{pilote}	630,79	
Q_u=Q_P+Q_s, (kN)	1160,59	
$Q_{admisible\ (Diseño\ a\ Compresión)}$ (kN)	**390,72**	
$Q_{admisible\ (Diseño\ a\ Tensión)}$ (kN)	**301,09**	
Numero de Pilotes requeridos	**5**	
Asentamiento total por pilote (mm)	36,57	
Capacidad de carga horizontal (Qg) KN (Superficie)	480,0	
Capacidad de carga horizontal (Qu) KN (última)	576,0	
Resistencia lateral en roca qs, (KN/m2)		
k_h (KN/m3)(Constante reacción subsuelo horizontal)	9883,8	
k_v (KN/m3)(Constante reacción subsuelo vertical)	1720,7	
M max (Kn-m)	0,0	
My (Kn-m)	703,7	

L=7,0 m

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

Longitud del Pilote (m)	7,00
Diámetro del Pilote (m)	0,60
Profundidad Cabezal (m)	
Perimetro (m)	1,88
Peso Unitario pilote (kN/m^3)	24,00
Nivel freático (m)	0,00
Geometria pilote	Circular

Método de Instalación	
Perforado	
Factores de Seguridad	
Punta, FS_p	3,00
Fuste, FS_F	2,00
Carga, FS_q	1,00

Estrato	Profundidad (m) Inicial	Final	Longitud por Estrato (m)	gt (kN/m^3)	sv (KN/m^2)	u (KN/m^2)
1	0,00	1,00	1,00	18,47	18,47	9,81
2	1,00	2,00	1,00	18,36	36,83	19,61
3	2,00	3,00	1,00	19,00	55,83	29,42
4	3,00	4,00	1,00	19,02	74,85	39,22
5	4,00	5,00	1,00	19,23	94,08	49,03
6	5,00	6,00	1,00	19,20	113,28	58,84
7	6,00	7,00	1,00	18,29	131,57	68,64
8	7,00	8,00	1,00	18,16	149,74	78,45
9	8,00	9,00	1,00	17,85	167,59	78,45
10	9,00	10,00	1,00	18,38	185,97	78,45

Estrato	s'v (KN/m^2)	ϕ °	E_s (KN/m^2)	μs	Gs (KN/m^2)	c (KN/m^2)
1	8,66	15,00	15000,00	0,35	7407,41	30,00
2	17,22	15,00	15000,00	0,35	7407,41	30,00
3	26,42	15,00	15000,00	0,35	7407,41	40,00
4	35,63	15,00	20000,00	0,35	7407,41	40,00
5	45,05	15,00	20000,00	0,35	11111,11	40,00
6	54,45	15,00	25000,00	0,35	11111,11	50,00
7	62,93	15,00	25000,00	0,35	11111,11	50,00
8	71,29	20,00	25000,00	0,35	11111,11	50,00
9	89,14	20,00	30000,00	0,35	11111,11	50,00
10	107,53	20,00	30000,00	0,35	11111,11	50,00

Estrato	Ir	ev	Irr	k_0	s'$_0$ (KN/m^2)	$C_u = S_u$ (KN/m^2)
1	229,18	0,00027	215,83	0,74	7,17	30,00
2	214,00	0,00054	191,97	0,74	14,25	30,00
3	157,34	0,00082	139,30	0,74	21,86	40,00
4	149,50	0,00111	128,23	0,74	29,48	40,00
5	213,38	0,00094	177,87	0,74	37,28	40,00
6	172,03	0,00113	144,01	0,74	45,05	50,00
7	166,18	0,00131	136,52	0,74	52,07	50,00
8	146,30	0,00148	120,25	0,66	55,03	50,00
9	134,77	0,00185	107,86	0,66	68,82	50,00
10	124,65	0,00223	97,51	0,66	83,01	50,00

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

CAPACIDADES DE CARGA POR PUNTA Y FUSTE EN SUELO Y ROCA

CAPACIDAD DE CARGA POR PUNTA DE PILOTES EMPOTRADOS EN SUELO

Meyerhof (1976)

C_u (KN/m^2)	50,00
ϕ °	20,00
Nc*	9,00
A_p (m^2)	0,28
$Q_p = N_c^* A_p C_u$ (KN)	**127,23**

Vesic (1977)

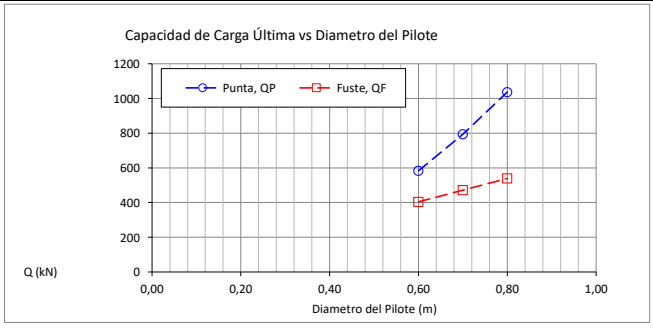
c (KN/m^2)	50,00
ϕ °	20,00
Ko	0,658
μ_s	0,35
s'_o (KN/m^2)	55,03
Irr	120,25
Nq*	18,28
Nσ*	23,67
Nc*	47,47
$Qp = A_p(cN_c^* + \sigma'_o N_\sigma^*)$ (kN)	**1039,42**

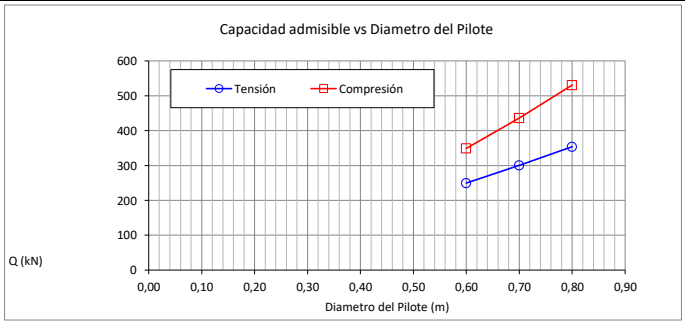
CAPACIDAD POR FUSTE EN SUELO

Estrato	α	C_u (KN/m^2)	f (KN/m^2)	Qs (kN)
1	0,65	30,00	19,50	36,76
2	0,65	30,00	19,50	73,51
3	0,65	40,00	26,00	122,52
4	0,65	40,00	26,00	171,53
5	0,65	40,00	26,00	220,54
6	0,65	50,00	32,50	281,80
7	0,65	50,00	32,50	343,06
8	0,65	50,00	32,50	404,32
9	0,65	50,00	32,50	465,58
10	0,65	50,00	32,50	526,85
			Qs (kN)	**343,06**

Abacos de Diseño - Suelo

Diametro (m)	Resistencia del Pilote (kN)				Resistencia Diseño (kN)	
	Punta, Q_P	Fuste, Q_F	Peso Pilote	Q_{ultimo}	Compresión	Tensión
0,60	583,33	404,32	47,50	987,65	349,10	249,66
0,70	793,97	471,71	64,65	1265,68	435,86	300,51
0,80	1037,02	539,10	84,45	1576,12	530,78	353,99





CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

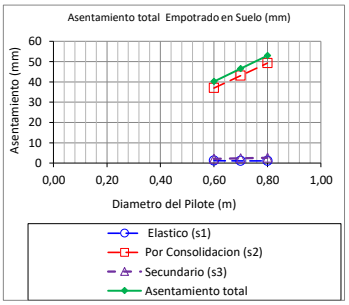
Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

CALCULO ASENTAMIENTOS EN SUELO Y ROCA

ASENTAMIENTO TOTAL (s) =s1+s2+s3) - EMPOTRADO EN SUELO

Q_{wp} (KN)	583,33
Q_{ws} (KN)	404,32
$q_{wp} = Q_{wp}/A_p$	2063,09
I_{ws}	3,20
$E_{p\ concreto\ 12500\ \sqrt{f'c}}$ (KN/m^2)	18114220,9
$E_{s(suelo)}$ (KN/m^2)	25000,0
$\mu s_{\ suelo\ fuste}$	0,35
ξ	0,67
$E_{s\ (bajo\ la\ punta)}$(KN/m^2)	25000,00
$\mu s_{\ bajo\ punta\ pilote}$	0,35
I_{wp}	0,85

Longitud de pilote L(m)	7,00
Diametro de pilote (m)	0,60
Perimetro (m)	1,88
Ap (m^2)	0,28
Asentamiento Elastico (s_1) (mm)	1,17
Asentamiento por consolidacion (s_2) (mm)	36,93
Asentamiento por fricción (s_3) (mm)	2,06
Total Asentamiento (s) (mm)	**40,16**



Abacos de Diseño Empotrado en suelo

Diametro (m)	Capacidad (KN)		Asentamiento (mm)			
	Punta, Q_P	Fuste, Q_F	Elastico (s1)	Por Consolidacion (s2)	Secundario (s3)	Asentamiento total
0,60	583,33	404,32	1,17	36,93	2,06	40,16
0,70	793,97	471,71	1,11	43,09	2,34	46,54
0,80	1037,02	539,10	1,07	49,24	2,61	52,93

CAPACIDAD DE CARGA HORIZONTAL EN SUELO Y ROCA

CAPACIDAD DE CARGA HORIZONTAL EN SUELO (Qg)

$E_{p\ concreto\ 12500\ \sqrt{f'c}}$ (KN/m^2)	18114220,9
$E_{s(suelo)}$ (KN/m^2)	15000,0
Diametro pilote (m)	0,60
$I_{p\ (momento\ de\ inercia)}$ (m^4)	0,006
Longitud pilote (m)	7,0
$K_{r\ (rigidez\ relativa\ pilote)}$	0,00320
Kr<0,01 (Largo o flexible) Kr> 0,01 (Corto o Rigido)	Pilote Flexible
S (m^3)	0,000454
F_y (KN/m^2)	420000
M_y (KN-m)	190,85

$Q_{g(en\ la\ superficie)}$ (KN)			
Pilotes cortos (Rigidos)		***Pilotes Largos (Flexibles)***	
Longitud pilote (m)		$L_e/L = 1.5K_r^{0.12}$	0,75
$K_{cr\ (coeficiente\ de\ presion\ neta)}$		$K_{cr\ (coeficiente\ de\ presion\ neta)}$	5,0
$C_u = S_u$ (KN/m2)		$C_u = S_u$ (KN/m2)	30,0
p_l (KN/m^2)		p_l (KN/m^2)	180
$Q_{u(g)} = 0.4c_uK_{cr}DL$ (KN)		$Q_{u(g)} = 0.4c_uK_{cr}DL_e/L$ (KN)	27,10
$Q_{u(g)} \leq 0.4p_lDL$ (KN)		$Q_{u(g)} \leq 0.4p_lDL_e/L$ (KN)	32,52
$M_{max} = 0.22Q_{u(g)}L$ (KN-m)		X_z (mm)	10,0
$M_{max} \leq M_y = SF_y$ (KN-m)		A'_x	0,8
		$\mu s_{\ suelo\ fuste}$	0,35
		k_h (KN/m^3)$_{(Constante\ reacción\ subsuelo)}$	7907,08
		R (m)	1,95
		Q_g (KN)	193,12
		$M_{max} = 0.30K^{0.2}Q_gL$ (KN-m)	559,5
		$M_{max} \leq 0.3Q_gL$ (KN-m)	405,5

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

COEFICIENTE DE REACCION DEL SUBSUELO HORIZONTAL Y VERTICAL (R)

COEFICIENTE REACCION HORIZONTAL

SUELOS GRANULARES

Braja M. Das (Tabla 9.10 4a. Edicion)

Tipo de suelo	n_h (KN/m^3)
Arena seca o húmeda	
Suelta	1800-2200
Media	5500-7000
Densa	15000-18000
Arena sumergida	
Suelta	1000-1400
Media	3500-4500
densa	9000-12000

SUELOS COHESIVOS

$$k_h = \frac{0.65}{D}\sqrt[12]{\frac{E_S D^4}{E_P I_P}}\frac{E_S}{1-\mu_S^2}$$

Coeficiente reaccion subsuelo horizontal k_h (kn/m^3)

$E_{p\ concreto\ 12500\ \sqrt{f'c}}$ (KN/m^2)	18114220,9
$E_{s(suelo)}$ (KN/m^2)	15000,0
Diametro pilote (m)	0,60
$I_{p\ (momento\ de\ inercia)}$ (m^4)	0,006
$\mu s_{\ suelo\ fuste}$	0,35
k_h (KN/m^3)$_{(Constante\ reacción\ subsuelo)}$	13178,46

profundidad (m)	k_h (KN/m^2)	Mpa
1,0	0,4	0,0
2,0	26356,9	26,4
3,0	39535,4	39,5
4,0	52713,8	52,7
5,0	65892,3	65,9
6,0	79070,8	79,1
7,0	92249,2	92,2
8,0	105427,7	105,4
9,0	118606,2	118,6
10,0	131784,6	131,8
11,0	144963,1	145,0
12,0	158141,5	158,1

Abacos de Diseño en Suelo y Roca

Diametro (m)	$I_{p\ (momento\ de\ inercia)}$ (m^4)	k_h (KN/m^3)	
		Suelo	Roca
0,60	0,006362	13178,46	
0,70	0,011786	11295,82	
0,80	0,020106	9883,85	

COEFICIENTE REACCION VERTICAL

$$k_v = \frac{\sigma'_v}{asentamiento}$$

Coeficiente reaccion subsuelo vertical kv (kn/m^3)

Longitud (m)	7,00

Diametro (m)	Profundidad cabezal (m)	s'v (KN/m^2)	Asentamiento (m)	Kv(KN/m^3) $_{Constante\ modulo\ reaccion\ subsuelo}$
0,60		71,29	0,04016	1775,04
0,70		71,29	0,04654	1531,74
0,80		71,29	0,05293	1346,87

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

RESUMEN RECOMENDACIONES DE DISEÑO

CARGA DE APOYO (KN)	**1500**

	EMPOTRADO	
	SUELO	
Longitud pilote (m)	**7,00**	
Diametro recomendado según carga de apoyo (m)	**0,60**	
Peso del pilote (kN)	47,50	
$Q_{neta}(KN)= Q_p-W_{pilote}$	535,83	
$Q_u=Q_P+Q_s$, (kN)	987,65	
$Q_{admisible\ (Diseño\ a\ Compresión)}$ (kN)	**349,10**	
$Q_{admisible\ (Diseño\ a\ Tensión)}$ (kN)	**249,66**	
Numero de Pilotes requeridos	**5**	
Asentamiento total por pilote (mm)	40,16	
Capacidad de carga horizontal (Qg) KN (Superficie)	27,1	
Capacidad de carga horizontal (Qu) KN (última)	32,5	
Resistencia lateral en roca qs, (KN/m2)		
k_h (KN/m3)(Constante reacción subsuelo horizontal)	13178,5	
k_v (KN/m3)(Constante reacción subsuelo vertical)	1775,0	
M max (Kn-m)	405,5	
My (Kn-m)	190,9	

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

Longitud del Pilote (m)	7,00
Diámetro del Pilote (m)	0,70
Profundidad Cabezal (m)	
Perimetro (m)	2,20
Peso Unitario pilote (kN/m^3)	24,00
Nivel freático (m)	0,00
Geometria pilote	Circular

Método de Instalación	
Perforado	
Factores de Seguridad	
Punta, FS_p	3,00
Fuste, FS_F	2,00
Carga, FS_q	1,00

Estrato	Profundidad (m) Inicial	Final	Longitud por Estrato (m)	gt (kN/m^3)	sv (KN/m^2)	u (KN/m^2)
1	0,00	1,00	1,00	18,47	18,47	9,81
2	1,00	2,00	1,00	18,36	36,83	19,61
3	2,00	3,00	1,00	19,00	55,83	29,42
4	3,00	4,00	1,00	19,02	74,85	39,22
5	4,00	5,00	1,00	19,23	94,08	49,03
6	5,00	6,00	1,00	19,20	113,28	58,84
7	6,00	7,00	1,00	18,29	131,57	68,64
8	7,00	8,00	1,00	18,16	149,74	78,45
9	8,00	9,00	1,00	17,85	167,59	78,45
10	9,00	10,00	1,00	18,38	185,97	78,45

Estrato	s'v (KN/m^2)	f °	E_s (KN/m^2)	μs	Gs (KN/m^2)	c (KN/m^2)
1	8,66	15,00	15000,00	0,35	7407,41	30,00
2	17,22	15,00	15000,00	0,35	7407,41	30,00
3	26,42	15,00	15000,00	0,35	7407,41	40,00
4	35,63	15,00	20000,00	0,35	7407,41	40,00
5	45,05	15,00	20000,00	0,35	11111,11	40,00
6	54,45	15,00	25000,00	0,35	11111,11	50,00
7	62,93	15,00	25000,00	0,35	11111,11	50,00
8	71,29	20,00	25000,00	0,35	11111,11	50,00
9	89,14	20,00	30000,00	0,35	11111,11	50,00
10	107,53	20,00	30000,00	0,35	11111,11	50,00

Estrato	Ir	ev	Irr	k_0	s'_0 (KN/m^2)	$C_u = S_u$ (KN/m^2)
1	229,18	0,00027	215,83	0,74	7,17	30,00
2	214,00	0,00054	191,97	0,74	14,25	30,00
3	157,34	0,00082	139,30	0,74	21,86	40,00
4	149,50	0,00111	128,23	0,74	29,48	40,00
5	213,38	0,00094	177,87	0,74	37,28	40,00
6	172,03	0,00113	144,01	0,74	45,05	50,00
7	166,18	0,00131	136,52	0,74	52,07	50,00
8	146,30	0,00148	120,25	0,66	55,03	50,00
9	134,77	0,00185	107,86	0,66	68,82	50,00
10	124,65	0,00223	97,51	0,66	83,01	50,00

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

CAPACIDADES DE CARGA POR PUNTA Y FUSTE EN SUELO Y ROCA

CAPACIDAD DE CARGA POR PUNTA DE PILOTES EMPOTRADOS EN SUELO

Meyerhof (1976)

C_u (KN/m^2)	50,00
f °	20,00
Nc*	9,00
A_n (m^2)	0,38
$Q_n = N_c^* A_n C_u$ (KN)	**173,18**

Vesic (1977)

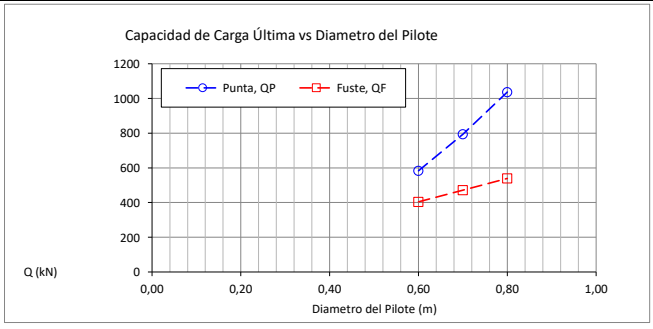
c (KN/m^2)	50,00
f °	20,00
Ko	0,658
μ_s	0,35
s'_n (KN/m^2)	55,03
Irr	120,25
Nq*	18,28
Ns*	23,67
Nc*	47,47
Qp =A_n(cN_c*+$\sigma'_n N_q$*)(kN)	**1414,76**

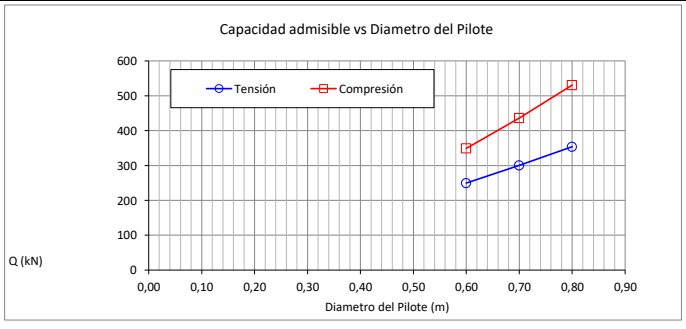
CAPACIDAD POR FUSTE EN SUELO

Estrato	α	C_u (KN/m^2)	f (KN/m^2)	Qs (kN)
1	0,65	30,00	19,50	42,88
2	0,65	30,00	19,50	85,77
3	0,65	40,00	26,00	142,94
4	0,65	40,00	26,00	200,12
5	0,65	40,00	26,00	257,30
6	0,65	50,00	32,50	328,77
7	0,65	50,00	32,50	400,24
8	0,65	50,00	32,50	471,71
9	0,65	50,00	32,50	543,18
10	1,65	50,00	82,50	724,61
			Qs (kN)	**400,24**

Abacos de Diseño - Suelo

Diametro (m)	Resistencia del Pilote (kN)				Resistencia Diseño (kN)	
	Punta, Q_P	Fuste, Q_F	Peso Pilote	Q_{ultimo}	Compresión	Tensión
0,60	583,33	404,32	47,50	987,65	349,10	249,66
0,70	793,97	471,71	64,65	1265,68	435,86	300,51
0,80	1037,02	539,10	84,45	1576,12	530,78	353,99





CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

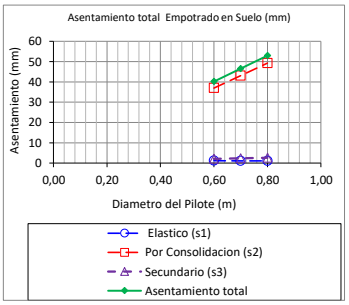
Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

CALCULO ASENTAMIENTOS EN SUELO Y ROCA

ASENTAMIENTO TOTAL (s) =s1+s2+s3) - EMPOTRADO EN SUELO

Q_{wp} (KN)	793,97
Q_{ws} (KN)	471,71
$q_{wp} = Q_{wp}/A_p$	2063,09
I_{ws}	3,11
$E_{p\ concreto\ 12500\ \sqrt{f'c}}$ (KN/m^2)	18114220,9
$E_{s(suelo)}$ (KN/m^2)	25000,0
$\mu s_{\ suelo\ fuste}$	0,35
ξ	0,67
$E_{s\ (bajo\ la\ punta)}$(KN/m^2)	25000,00
$\mu s_{\ bajo\ punta\ pilote}$	0,35
I_{wp}	0,85

Longitud de pilote L(m)	7,00
Diametro de pilote (m)	0,70
Perimetro (m)	2,20
Ap (m^2)	0,38
Asentamiento Elastico (s_1) (mm)	1,11
Asentamiento por consolidacion (s_2) (mm)	43,09
Asentamiento por fricción (s_3) (mm)	2,34
Total Asentamiento (s) (mm)	**46,54**



Abacos de Diseño Empotrado en suelo

Diametro (m)	Capacidad (KN)		Asentamiento (mm)			
	Punta, Q_P	Fuste, Q_F	Elastico (s1)	Por Consolidacion (s2)	Secundario (s3)	Asentamiento total
0,60	583,33	404,32	1,17	36,93	2,06	40,16
0,70	793,97	471,71	1,11	43,09	2,34	46,54
0,80	1037,02	539,10	1,07	49,24	2,61	52,93

CAPACIDAD DE CARGA HORIZONTAL EN SUELO Y ROCA

CAPACIDAD DE CARGA HORIZONTAL EN SUELO (Qg)

$E_{p\ concreto\ 12500\ \sqrt{f'c}}$ (KN/m^2)	18114220,9
$E_{s(suelo)}$ (KN/m^2)	15000,0
Diametro pilote (m)	0,70
$I_{p\ (momento\ de\ inercia)}$ (m^4)	0,012
Longitud pilote (m)	7,0
$K_{r\ (rigidez\ relativa\ pilote)}$	0,00593
Kr<0,01 (Largo o flexible) Kr> 0,01 (Corto o Rigido)	Pilote Flexible
S (m^3)	0,000842
F_y (KN/m^2)	420000
M_y (KN-m)	353,58

$Q_{g(en\ la\ superficie)}$ (KN)			
Pilotes cortos (Rigidos)		***Pilotes Largos (Flexibles)***	
Longitud pilote (m)		$L_e/L = 1.5K_r^{0.12}$	
$K_{cr\ (coeficiente\ de\ presion\ neta)}$		$K_{cr\ (coeficiente\ de\ presion\ neta)}$	
$C_u = S_u$ (KN/m2)		$C_u = S_u$ (KN/m2)	
p_l (KN/m^2)		p_l (KN/m^2)	
$Q_{u(g)} = 0.4c_uK_{cr}DL$ (KN)		$Q_{u(g)} = 0.4c_uK_{cr}DL_e/L$ (KN)	
$Q_{u(g)} \leq 0.4p_lDL$ (KN)		$Q_{u(g)} \leq 0.4p_lDL_e/L$ (KN)	
$M_{max} = 0.22Q_{u(g)}L$ (KN-m)		X_z (mm)	
$M_{max} \leq M_y = SF_y$ (KN-m)		A'_x	
		$\mu s_{\ suelo\ fuste}$	
		k_h (KN/m^3)$_{(Constante\ reacción\ subsuelo)}$	
		R (m)	
		Q_g (KN)	
		$M_{max} = 0.30K^{0.2}Q_gL$ (KN-m)	
		$M_{max} \leq 0.3Q_gL$ (KN-m)	

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

COEFICIENTE DE REACCION DEL SUBSUELO HORIZONTAL Y VERTICAL (R)

COEFICIENTE REACCION HORIZONTAL

SUELOS GRANULARES

Braja M. Das (Tabla 9.10 4a. Edicion)

Tipo de suelo	n_h (KN/m^3)
Arena seca o húmeda	
Suelta	1800-2200
Media	5500-7000
Densa	15000-18000
Arena sumergida	
Suelta	1000-1400
Media	3500-4500
densa	9000-12000

SUELOS COHESIVOS

$$k_h = \frac{0.65}{D}\sqrt[12]{\frac{E_S D^4}{E_P I_P}}\frac{E_S}{1-\mu_S{}^2}$$

Coeficiente reaccion subsuelo horizontal k_h (kn/m^3)

$E_{p\ concreto\ 12500\ \sqrt{f'c}}$ (KN/m^2)	18114220,9
$E_{s(suelo)}$ (KN/m^2)	15000,0
Diametro pilote (m)	0,70
$I_{p\ (momento\ de\ inercia)}$ (m^4)	0,012
$\mu s_{\ suelo\ fuste}$	0,35
k_h (KN/m^3)$_{(Constante\ reacción\ subsuelo)}$	11295,82

profundidad (m)	k_h (KN/m^2)	Mpa
1,0	0,4	0,0
2,0	22591,6	22,6
3,0	33887,5	33,9
4,0	45183,3	45,2
5,0	56479,1	56,5
6,0	67774,9	67,8
7,0	79070,8	79,1
8,0	90366,6	90,4
9,0	101662,4	101,7
10,0	112958,2	113,0
11,0	124254,1	124,3
12,0	135549,9	135,5

Abacos de Diseño en Suelo y Roca

Diametro (m)	$I_{p\ (momento\ de\ inercia)}$ (m^4)	k_h (KN/m^3)	
		Suelo	Roca
0,60	0,006362	13178,46	
0,70	0,011786	11295,82	
0,80	0,020106	9883,85	

COEFICIENTE REACCION VERTICAL

$$k_v = \frac{\sigma'_v}{asentamiento}$$

Coeficiente reaccion subsuelo vertical kv (kn/m^3)

Longitud (m)	7,00

Diametro (m)	Profundidad cabezal (m)	s'v (KN/m^2)	Asentamiento (m)	Kv(KN/m^3) $_{Constante\ modulo\ reaccion\ subsuelo}$
0,60		71,29	0,04016	1775,04
0,70		71,29	0,04654	1531,74
0,80		71,29	0,05293	1346,87

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

RESUMEN RECOMENDACIONES DE DISEÑO

CARGA DE APOYO (KN)	**1500**

	EMPOTRADO	
	SUELO	
Longitud pilote (m)	**7,00**	
Diametro recomendado según carga de apoyo (m)	**0,70**	
Peso del pilote (kN)	64,65	
$Q_{neta}(KN)= Q_p-W_{pilote}$	729,32	
$Q_u=Q_P+Q_s$, (kN)	1265,68	
$Q_{admisible\ (Diseño\ a\ Compresión)}$ (kN)	**435,86**	
$Q_{admisible\ (Diseño\ a\ Tensión)}$ (kN)	**300,51**	
Numero de Pilotes requeridos	**4**	
Asentamiento total por pilote (mm)	46,54	
Capacidad de carga horizontal (Qg) KN (Superficie)		
Capacidad de carga horizontal (Qu) KN (última)		
Resistencia lateral en roca qs, (KN/m2)		
k_h (KN/m3)(Constante reacción subsuelo horizontal)	11295,8	
k_v (KN/m3)(Constante reacción subsuelo vertical)	1531,7	
M max (Kn-m)	473,1	
My (Kn-m)	353,6	

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

Longitud del Pilote (m)	7,00
Diámetro del Pilote (m)	0,80
Profundidad Cabezal (m)	
Perimetro (m)	2,51
Peso Unitario pilote (kN/m^3)	24,00
Nivel freático (m)	0,00
Geometria pilote	Circular

Método de Instalación	
Perforado	
Factores de Seguridad	
Punta, FS_p	3,00
Fuste, FS_F	2,00
Carga, FS_q	1,00

Estrato	Profundidad (m) Inicial	Final	Longitud por Estrato (m)	gt (kN/m^3)	sv (KN/m^2)	u (KN/m^2)
1	0,00	1,00	1,00	18,47	18,47	9,81
2	1,00	2,00	1,00	18,36	36,83	19,61
3	2,00	3,00	1,00	19,00	55,83	29,42
4	3,00	4,00	1,00	19,02	74,85	39,22
5	4,00	5,00	1,00	19,23	94,08	49,03
6	5,00	6,00	1,00	19,20	113,28	58,84
7	6,00	7,00	1,00	18,29	131,57	68,64
8	7,00	8,00	1,00	18,16	149,74	78,45
9	8,00	9,00	1,00	17,85	167,59	78,45
10	9,00	10,00	1,00	18,38	185,97	78,45

Estrato	s'v (KN/m^2)	f °	E_s (KN/m^2)	μs	Gs (KN/m^2)	c (KN/m^2)
1	8,66	15,00	15000,00	0,35	7407,41	30,00
2	17,22	15,00	15000,00	0,35	7407,41	30,00
3	26,42	15,00	15000,00	0,35	7407,41	40,00
4	35,63	15,00	20000,00	0,35	7407,41	40,00
5	45,05	15,00	20000,00	0,35	11111,11	40,00
6	54,45	15,00	25000,00	0,35	11111,11	50,00
7	62,93	15,00	25000,00	0,35	11111,11	50,00
8	71,29	20,00	25000,00	0,35	11111,11	50,00
9	89,14	20,00	30000,00	0,35	11111,11	50,00
10	107,53	20,00	30000,00	0,35	11111,11	50,00

Estrato	Ir	ev	Irr	k_0	s'_0 (KN/m^2)	$C_u = S_u$ (KN/m^2)
1	229,18	0,00027	215,83	0,74	7,17	30,00
2	214,00	0,00054	191,97	0,74	14,25	30,00
3	157,34	0,00082	139,30	0,74	21,86	40,00
4	149,50	0,00111	128,23	0,74	29,48	40,00
5	213,38	0,00094	177,87	0,74	37,28	40,00
6	172,03	0,00113	144,01	0,74	45,05	50,00
7	166,18	0,00131	136,52	0,74	52,07	50,00
8	146,30	0,00148	120,25	0,66	55,03	50,00
9	134,77	0,00185	107,86	0,66	68,82	50,00
10	124,65	0,00223	97,51	0,66	83,01	50,00

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

CAPACIDADES DE CARGA POR PUNTA Y FUSTE EN SUELO Y ROCA

CAPACIDAD DE CARGA POR PUNTA DE PILOTES EMPOTRADOS EN SUELO

Meyerhof (1976)

C_u (KN/m^2)	50,00
f °	20,00
Nc*	9,00
A_n (m^2)	0,50
$Q_n = N_c^* A_n C_u$ (KN)	**226,19**

Vesic (1977)

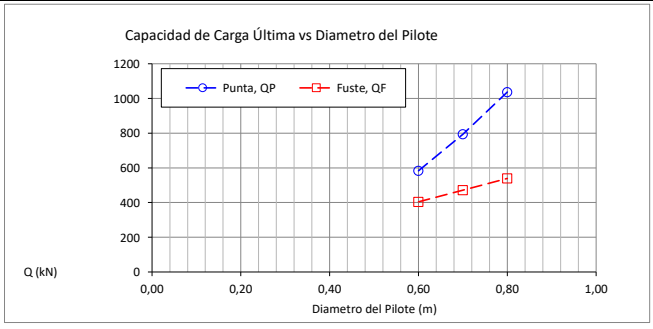
c (KN/m^2)	50,00
f °	20,00
Ko	0,658
μ_s	0,35
s'$_n$ (KN/m^2)	55,03
Irr	120,25
Nq*	18,28
Ns*	23,67
Nc*	47,47
Qp =A_n(cN$_c$*+σ'$_n$N$_q$*)(kN)	**1847,85**

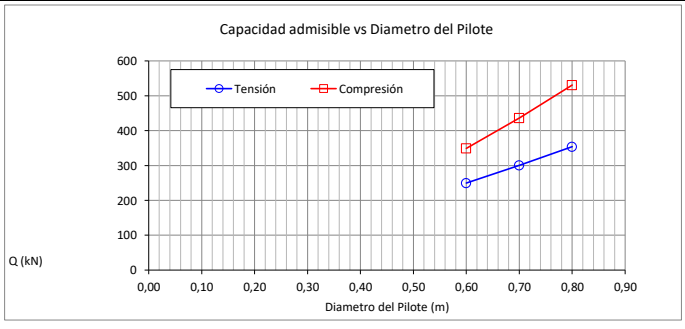
CAPACIDAD POR FUSTE EN SUELO

Estrato	α	C_u (KN/m^2)	f (KN/m^2)	Qs (kN)
1	0,65	30,00	19,50	49,01
2	0,65	30,00	19,50	98,02
3	0,65	40,00	26,00	163,36
4	0,65	40,00	26,00	228,71
5	0,65	40,00	26,00	294,05
6	0,65	50,00	32,50	375,73
7	0,65	50,00	32,50	457,42
8	0,65	50,00	32,50	539,10
9	0,65	50,00	32,50	620,78
10	0,65	50,00	32,50	702,46
			Qs (kN)	**457,42**

Abacos de Diseño - Suelo

Diametro (m)	Resistencia del Pilote (kN)				Resistencia Diseño (kN)	
	Punta, Q_P	Fuste, Q_F	Peso Pilote	Q_{ultimo}	Compresión	Tensión
0,60	583,33	404,32	47,50	987,65	349,10	249,66
0,70	793,97	471,71	64,65	1265,68	435,86	300,51
0,80	1037,02	539,10	84,45	1576,12	530,78	353,99





CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

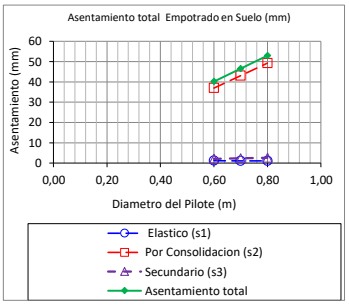
Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

CALCULO ASENTAMIENTOS EN SUELO Y ROCA

ASENTAMIENTO TOTAL (s) =s1+s2+s3) - EMPOTRADO EN SUELO

Q_{wp} (KN)	1037,02
Q_{ws} (KN)	539,10
$q_{wp} = Q_{wp}/A_p$	2063,09
I_{ws}	3,04
$E_{p\ concreto\ 12500\ \sqrt{f'c}}$ (KN/m^2)	18114220,9
$E_{s(suelo)}$ (KN/m^2)	25000,0
$\mu s_{\ suelo\ fuste}$	0,35
ξ	0,67
$E_{s\ (bajo\ la\ punta)}$(KN/m^2)	25000,00
$\mu s_{\ bajo\ punta\ pilote}$	0,35
I_{wp}	0,85

Longitud de pilote L(m)	7,00
Diametro de pilote (m)	0,80
Perimetro (m)	2,51
Ap (m^2)	0,50
Asentamiento Elastico (s_1) (mm)	1,07
Asentamiento por consolidacion (s_2) (mm)	49,24
Asentamiento por fricción (s_3) (mm)	2,61
Total Asentamiento (s) (mm)	**52,93**



Abacos de Diseño Empotrado en suelo

Diametro (m)	Capacidad (KN)		Asentamiento (mm)			
	Punta, Q_P	Fuste, Q_F	Elastico (s1)	Por Consolidacion (s2)	Secundario (s3)	Asentamiento total
0,60	583,33	404,32	1,17	36,93	2,06	40,16
0,70	793,97	471,71	1,11	43,09	2,34	46,54
0,80	1037,02	539,10	1,07	49,24	2,61	52,93

CAPACIDAD DE CARGA HORIZONTAL EN SUELO Y ROCA

CAPACIDAD DE CARGA HORIZONTAL EN SUELO (Qg)

$E_{p\ concreto\ 12500\ \sqrt{f'c}}$ (KN/m^2)	18114220,9
$E_{s(suelo)}$ (KN/m^2)	15000,0
Diametro pilote (m)	0,80
$I_{p\ (momento\ de\ inercia)}$ (m^4)	0,020
Longitud pilote (m)	7,0
$K_{r\ (rigidez\ relativa\ pilote)}$	0,01011
Kr<0,01 (Largo o flexible) Kr> 0,01 (Corto o Rigido)	Pilote Rigido
S (m^3)	0,001436
F_y (KN/m^2)	420000
M_y (KN-m)	603,19

$Q_{g(en\ la\ superficie)}$ (KN)			
Pilotes cortos (Rigidos)		***Pilotes Largos (Flexibles)***	
Longitud pilote (m)	7,00	$L_e/L = 1.5K_r^{0.12}$	0,86
$K_{cr\ (coeficiente\ de\ presion\ neta)}$		$K_{cr\ (coeficiente\ de\ presion\ neta)}$	5,0
$C_u = S_u$ (KN/m2)		$C_u = S_u$ (KN/m2)	30,0
p_l (KN/m^2)		p_l (KN/m^2)	180
$Q_{u(g)} = 0.4c_uK_{cr}DL$ (KN)		$Q_{u(g)} = 0.4c_uK_{cr}DL_e/L$ (KN)	
$Q_{u(g)} \leq 0.4p_lDL$ (KN)		$Q_{u(g)} \leq 0.4p_lDL_e/L$ (KN)	
$M_{max} = 0.22Q_{u(g)}L$ (KN-m)		X_z (mm)	10,0
$M_{max} \leq M_y = SF_y$ (KN-m)		A'_x	0,8
		$\mu s_{\ suelo\ fuste}$	0,35
		k_h (KN/m^3)$_{(Constante\ reacción\ subsuelo)}$	7907,08
		R (m)	2,61
		Q_g (KN)	257,49
		$M_{max} = 0.30K^{0.2}Q_gL$ (KN-m)	FALSO
		$M_{max} \leq 0.3Q_gL$ (KN-m)	

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

COEFICIENTE DE REACCION DEL SUBSUELO HORIZONTAL Y VERTICAL (R)

COEFICIENTE REACCION HORIZONTAL

SUELOS GRANULARES

Braja M. Das (Tabla 9.10 4a. Edicion)

Tipo de suelo	n_h (KN/m^3)
Arena seca o húmeda	
Suelta	1800-2200
Media	5500-7000
Densa	15000-18000
Arena sumergida	
Suelta	1000-1400
Media	3500-4500
densa	9000-12000

SUELOS COHESIVOS

$$k_h = \frac{0.65}{D}\sqrt[12]{\frac{E_S D^4}{E_P I_P}}\frac{E_S}{1-\mu_S^2}$$

Coeficiente reaccion subsuelo horizontal k_h (kn/m^3)

$E_{p\ concreto\ 12500\ \sqrt{f'c}}$ (KN/m^2)	18114220,9
$E_{s(suelo)}$ (KN/m^2)	15000,0
Diametro pilote (m)	0,80
$I_{p\ (momento\ de\ inercia)}$ (m^4)	0,020
$\mu s_{\ suelo\ fuste}$	0,35
k_h (KN/m^3)$_{(Constante\ reacción\ subsuelo)}$	9883,85

profundidad (m)	k_h (KN/m^2)	Mpa
1,0	0,4	0,0
2,0	19767,7	19,8
3,0	29651,5	29,7
4,0	39535,4	39,5
5,0	49419,2	49,4
6,0	59303,1	59,3
7,0	69186,9	69,2
8,0	79070,8	79,1
9,0	88954,6	89,0
10,0	98838,5	98,8
11,0	108722,3	108,7
12,0	118606,2	118,6

Abacos de Diseño en Suelo y Roca

Diametro (m)	$I_{p\ (momento\ de\ inercia)}$ (m^4)	k_h (KN/m^3)	
		Suelo	Roca
0,60	0,006362	13178,46	
0,70	0,011786	11295,82	
0,80	0,020106	9883,85	17169,46

COEFICIENTE REACCION VERTICAL

$$k_v = \frac{\sigma'_v}{asentamiento}$$

Coeficiente reaccion subsuelo vertical kv (kn/m^3)

Longitud (m)	7,00

Diametro (m)	Profundidad cabezal (m)	s'v (KN/m^2)	Asentamiento (m)	Kv(KN/m^3) $_{Constante\ modulo\ reaccion\ subsuelo}$
0,60		71,29	0,04016	1775,04
0,70		71,29	0,04654	1531,74
0,80		71,29	0,05293	1346,87

RESUMEN RECOMENDACIONES DE DISEÑO

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

CARGA DE APOYO (KN)	**1500**

	EMPOTRADO	
	SUELO	
Longitud pilote (m)	**7,00**	
Diametro recomendado según carga de apoyo (m)	**0,80**	
Peso del pilote (kN)	84,45	
$Q_{neta}(KN)= Q_p-W_{pilote}$	952,58	
$Q_u=Q_P+Q_s$, (kN)	1576,12	
$Q_{admisible\ (Diseño\ a\ Compresión)}$ (kN)	**530,78**	
$Q_{admisible\ (Diseño\ a\ Tensión)}$ (kN)	**353,99**	
Numero de Pilotes requeridos	**3**	
Asentamiento total por pilote (mm)	52,93	
Capacidad de carga horizontal (Qg) KN (Superficie)	560,0	
Capacidad de carga horizontal (Qu) KN (última)	672,0	
Resistencia lateral en roca qs, (KN/m2)		
k_h (KN/m3)(Constante reacción subsuelo horizontal)	9883,8	
k_v (KN/m3)(Constante reacción subsuelo vertical)	1346,9	
M max (Kn-m)	0,0	
My (Kn-m)	603,2	

L=8,0 m

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

Longitud del Pilote (m)	8,00
Diámetro del Pilote (m)	0,60
Profundidad Cabezal (m)	
Perimetro (m)	1,88
Peso Unitario pilote (kN/m^3)	24,00
Nivel freático (m)	0,00
Geometria pilote	Circular

Método de Instalación	
Perforado	
Factores de Seguridad	
Punta, FS_p	3,00
Fuste, FS_F	2,00
Carga, FS_q	1,00

Estrato	Profundidad (m) Inicial	Final	Longitud por Estrato (m)	γt (kN/m^3)	sv (KN/m^2)	u (KN/m^2)
1	0,50	1,00	0,50	18,47	9,23	9,81
2	1,00	2,00	1,00	18,36	27,60	19,61
3	2,00	3,00	1,00	19,00	46,60	29,42
4	3,00	4,00	1,00	19,02	65,62	39,22
5	4,00	5,00	1,00	19,23	84,85	49,03
6	5,00	6,00	1,00	19,20	104,05	58,84
7	6,00	7,00	1,00	18,29	122,34	68,64
8	7,00	8,00	1,00	18,16	140,50	78,45
9	8,00	9,00	1,00	17,85	158,35	88,25
10	9,00	10,00	1,00	18,38	176,74	88,25

Estrato	s'v (KN/m^2)	ϕ °	E_s (KN/m^2)	μs	Gs (KN/m^2)	c (KN/m^2)
1	-0,57	15,00	15000,00	0,35	5555,56	30,00
2	7,98	15,00	15000,00	0,35	5555,56	30,00
3	17,18	15,00	15000,00	0,35	5555,56	40,00
4	26,39	15,00	20000,00	0,35	7407,41	40,00
5	35,82	15,00	20000,00	0,35	7407,41	40,00
6	45,21	15,00	25000,00	0,35	9259,26	50,00
7	53,70	15,00	25000,00	0,35	9259,26	50,00
8	62,05	20,00	25000,00	0,35	9259,26	50,00
9	70,10	20,00	30000,00	0,35	11111,11	50,00
10	88,49	20,00	30000,00	0,35	11111,11	50,00

Estrato	Ir	ev	Irr	k_0	s'$_0$ (KN/m^2)	$C_u = S_u$ (KN/m^2)
1	186,13	-0,00002	186,96	0,74	-0,47	30,00
2	172,86	0,00033	163,49	0,74	6,61	30,00
3	124,55	0,00071	114,39	0,74	14,22	40,00
4	157,36	0,00082	139,33	0,74	21,84	40,00
5	149,35	0,00112	128,02	0,74	29,64	40,00
6	149,07	0,00113	127,63	0,74	37,41	50,00
7	143,80	0,00134	120,60	0,74	44,43	50,00
8	127,56	0,00155	106,54	0,66	47,90	50,00
9	147,14	0,00146	121,18	0,66	54,12	50,00
10	135,16	0,00184	108,27	0,66	68,31	50,00

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

CAPACIDADES DE CARGA POR PUNTA Y FUSTE EN SUELO Y ROCA

CAPACIDAD DE CARGA POR PUNTA DE PILOTES EMPOTRADOS EN SUELO

Meyerhof (1976)

C_u (KN/m^2)	50,00
ϕ °	20,00
Nc*	9,00
A_p (m^2)	0,28
$Q_p = N_c^* A_p C_u$ (KN)	**127,23**

Vesic (1977)

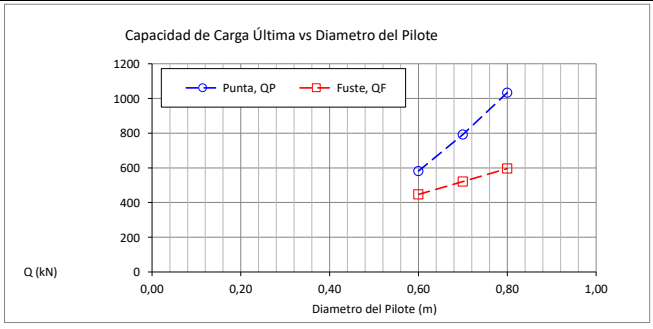
c (KN/m^2)	50,00
ϕ °	20,00
Ko	0,658
μ_s	0,35
s'_o (KN/m^2)	54,12
Irr	121,18
Nq*	18,32
Nσ*	23,74
Nc*	47,60
$Qp = A_p(cN_c^* + \sigma'_o N_\sigma^*)$ (KN)	**1036,08**

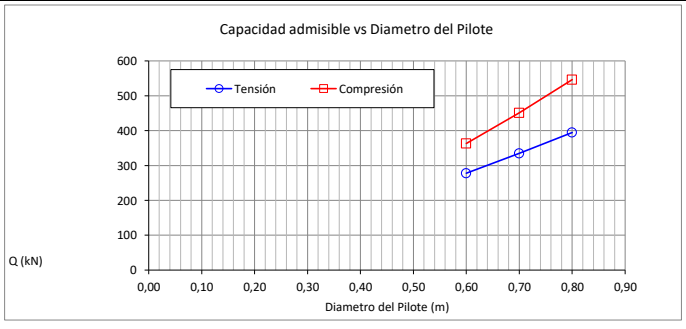
CAPACIDAD POR FUSTE EN SUELO

Estrato	α	C_u (KN/m^2)	f (KN/m^2)	Qs (kN)
1	0,65	30,00	19,50	18,38
2	0,65	30,00	19,50	55,13
3	0,65	40,00	26,00	104,14
4	0,65	40,00	26,00	153,15
5	0,65	40,00	26,00	202,16
6	0,65	50,00	32,50	263,42
7	0,65	50,00	32,50	324,68
8	0,65	50,00	32,50	385,94
9	0,65	50,00	32,50	447,21
10	0,65	50,00	32,50	508,47
			Qs (kN)	**385,94**

Abacos de Diseño - Suelo

Diametro (m)	Resistencia del Pilote (kN)				Resistencia Diseño (kN)	
	Punta, Q_P	Fuste, Q_F	Peso Pilote	Q_{ultimo}	Compresión	Tensión
0,60	581,66	447,21	54,29	1028,86	363,20	277,89
0,70	791,70	521,74	73,89	1313,44	450,88	334,76
0,80	1034,06	596,27	96,51	1630,33	546,31	394,65





CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

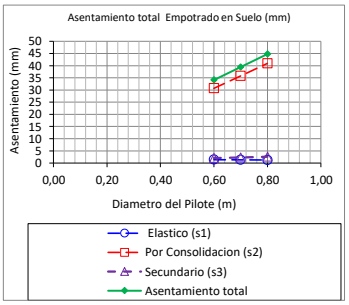
Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

CALCULO ASENTAMIENTOS EN SUELO Y ROCA

ASENTAMIENTO TOTAL (s) =s1+s2+s3) - EMPOTRADO EN SUELO

Q_{wp} (KN)	581,66
Q_{ws} (KN)	447,21
$q_{wp} = Q_{wp}/A_p$	2057,19
I_{ws}	3,28
$E_{p\ concreto\ 12500\ \sqrt{f'c}}$ (KN/m^2)	18114220,9
$E_{s(suelo)}$ (KN/m^2)	25000,0
$\mu s_{\ suelo\ fuste}$	0,35
ξ	0,67
$E_{s\ (bajo\ la\ punta)}$(KN/m^2)	30000,00
$\mu s_{\ bajo\ punta\ pilote}$	0,35
I_{wp}	0,85

Longitud de pilote L(m)	8,00
Diametro de pilote (m)	0,60
Perimetro (m)	1,88
Ap (m^2)	0,28
Asentamiento Elastico (s_1) (mm)	1,38
Asentamiento por consolidacion (s_2) (mm)	30,69
Asentamiento por fricción (s_3) (mm)	2,05
Total Asentamiento (s) (mm)	**34,11**



Abacos de Diseño Empotrado en suelo

Diametro (m)	Capacidad (KN)		Asentamiento (mm)			
	Punta, Q_P	Fuste, Q_F	Elastico (s1)	Por Consolidacion (s2)	Secundario (s3)	Asentamiento total
0,60	581,66	447,21	1,38	30,69	2,05	34,11
0,70	791,70	521,74	1,31	35,80	2,32	39,43
0,80	1034,06	596,27	1,26	40,92	2,59	44,76

CAPACIDAD DE CARGA HORIZONTAL EN SUELO Y ROCA

CAPACIDAD DE CARGA HORIZONTAL EN SUELO (Qg)

$E_{p\ concreto\ 12500\ \sqrt{f'c}}$ (KN/m^2)	18114220,9
$E_{s(suelo)}$ (KN/m^2)	15000,0
Diametro pilote (m)	0,60
$I_{p\ (momento\ de\ inercia)}$ (m^4)	0,006
Longitud pilote (m)	8,0
$K_{r\ (rigidez\ relativa\ pilote)}$	0,00188
Kr<0,01 (Largo o flexible) Kr> 0,01 (Corto o Rigido)	Pilote Flexible
S (m^3)	0,000398
F_y (KN/m^2)	420000
M_y (KN-m)	167,00

$Q_{g(en\ la\ superficie)}$ (KN)			
Pilotes cortos (Rigidos)		***Pilotes Largos (Flexibles)***	
Longitud pilote (m)		$L_e/L = 1.5K_r^{0.12}$	0,71
$K_{cr\ (coeficiente\ de\ presion\ neta)}$		$K_{cr\ (coeficiente\ de\ presion\ neta)}$	5,0
$C_u = S_u$ (KN/m2)		$C_u = S_u$ (KN/m2)	30,0
p_l (KN/m^2)		p_l (KN/m^2)	180
$Q_{u(g)} = 0.4c_uK_{cr}DL$ (KN)		$Q_{u(g)} = 0.4c_uK_{cr}DL_e/L$ (KN)	25,42
$Q_{u(g)} \leq 0.4p_lDL$ (KN)		$Q_{u(g)} \leq 0.4p_lDL_e/L$ (KN)	30,50
$M_{max} = 0.22Q_{u(g)}L$ (KN-m)		X_z (mm)	10,0
$M_{max} \leq M_y = SF_y$ (KN-m)		A'_x	0,8
		$\mu s_{\ suelo\ fuste}$	0,35
		k_h (KN/m^3)$_{(Constante\ reacción\ subsuelo)}$	7907,08
		R (m)	1,95
		Q_g (KN)	193,12
		$M_{max} = 0.30K^{0.2}Q_gL$ (KN-m)	639,5
		$M_{max} \leq 0.3Q_gL$ (KN-m)	463,5

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

COEFICIENTE DE REACCION DEL SUBSUELO HORIZONTAL Y VERTICAL (R)

COEFICIENTE REACCION HORIZONTAL

SUELOS GRANULARES

Braja M. Das (Tabla 9.10 4a. Edicion)

Tipo de suelo	n_h (KN/m^3)
Arena seca o húmeda	
Suelta	1800-2200
Media	5500-7000
Densa	15000-18000
Arena sumergida	
Suelta	1000-1400
Media	3500-4500
densa	9000-12000

SUELOS COHESIVOS

$$k_h = \frac{0.65}{D}\sqrt[12]{\frac{E_S D^4}{E_P I_P}}\frac{E_S}{1-\mu_S^2}$$

Coeficiente reaccion subsuelo horizontal k_h (kn/m^3)

$E_{p\ concreto\ 12500\ \sqrt{f'c}}$ (KN/m^2)	18114220,9
$E_{s(suelo)}$ (KN/m^2)	15000,0
Diametro pilote (m)	0,60
$I_{p\ (momento\ de\ inercia)}$ (m^4)	0,006
$\mu s_{\ suelo\ fuste}$	0,35
k_h (KN/m^3)$_{(Constante\ reacción\ subsuelo)}$	13178,46

profundidad (m)	k_h (KN/m^2)	Mpa
1,0	0,4	0,0
2,0	26356,9	26,4
3,0	39535,4	39,5
4,0	52713,8	52,7
5,0	65892,3	65,9
6,0	79070,8	79,1
7,0	92249,2	92,2
8,0	105427,7	105,4
9,0	118606,2	118,6
10,0	131784,6	131,8
11,0	144963,1	145,0
12,0	158141,5	158,1

Abacos de Diseño en Suelo y Roca

Diametro (m)	$I_{p\ (momento\ de\ inercia)}$ (m^4)	k_h (KN/m^3)	
		Suelo	Roca
0,60	0,006362	13178,46	27924,19
0,70	0,011786	11295,82	
0,80	0,020106	9883,85	

COEFICIENTE REACCION VERTICAL

$$k_v = \frac{\sigma'_v}{asentamiento}$$

Coeficiente reaccion subsuelo vertical kv (kn/m^3)

Longitud (m)	8,00

Diametro (m)	Profundidad cabezal (m)	s'v (KN/m^2)	Asentamiento (m)	Kv(KN/m^3) $_{Constante\ modulo\ reaccion\ subsuelo}$
0,60		70,10	0,03411	2055,01
0,70		70,10	0,03943	1777,76
0,80		70,10	0,04476	1566,00

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

RESUMEN RECOMENDACIONES DE DISEÑO

CARGA DE APOYO (KN)	**1500**

	EMPOTRADO	
	SUELO	
Longitud pilote (m)	**8,00**	
Diametro recomendado según carga de apoyo (m)	**0,60**	
Peso del pilote (kN)	54,29	
$Q_{neta}(KN)= Q_p-W_{pilote}$	527,37	
$Q_u=Q_P+Q_s$, (kN)	1028,86	
$Q_{admisible\ (Diseño\ a\ Compresión)}$ (kN)	**363,20**	
$Q_{admisible\ (Diseño\ a\ Tensión)}$ (kN)	**277,89**	
Numero de Pilotes requeridos	**5**	
Asentamiento total por pilote (mm)	34,11	
Capacidad de carga horizontal (Qg) KN (Superficie)	25,4	
Capacidad de carga horizontal (Qu) KN (última)	30,5	
Resistencia lateral en roca qs, (KN/m2)		
k_h (KN/m3)(Constante reacción subsuelo horizontal)	13178,5	
k_v (KN/m3)(Constante reacción subsuelo vertical)	2055,0	
M max (Kn-m)	463,5	
My (Kn-m)	167,0	

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

Longitud del Pilote (m)	8,00
Diámetro del Pilote (m)	0,70
Profundidad Cabezal (m)	
Perimetro (m)	2,20
Peso Unitario pilote (kN/m^3)	24,00
Nivel freático (m)	0,00
Geometria pilote	Circular

Método de Instalación	
Perforado	
Factores de Seguridad	
Punta, FS_p	3,00
Fuste, FS_F	2,00
Carga, FS_q	1,00

Estrato	Profundidad (m) Inicial	Final	Longitud por Estrato (m)	gt (kN/m^3)	sv (KN/m^2)	u (KN/m^2)
1	0,50	1,00	0,50	18,47	9,23	9,81
2	1,00	2,00	1,00	18,36	27,60	19,61
3	2,00	3,00	1,00	19,00	46,60	29,42
4	3,00	4,00	1,00	19,02	65,62	39,22
5	4,00	5,00	1,00	19,23	84,85	49,03
6	5,00	6,00	1,00	19,20	104,05	58,84
7	6,00	7,00	1,00	18,29	122,34	68,64
8	7,00	8,00	1,00	18,16	140,50	78,45
9	8,00	9,00	1,00	17,85	158,35	88,25
10	9,00	10,00	1,00	18,38	176,74	88,25

Estrato	s'v (KN/m^2)	f °	E_s (KN/m^2)	μs	Gs (KN/m^2)	c (KN/m^2)
1	-0,57	15,00	15000,00	0,35	5555,56	30,00
2	7,98	15,00	15000,00	0,35	5555,56	30,00
3	17,18	15,00	15000,00	0,35	5555,56	40,00
4	26,39	15,00	20000,00	0,35	7407,41	40,00
5	35,82	15,00	20000,00	0,35	7407,41	40,00
6	45,21	15,00	25000,00	0,35	9259,26	50,00
7	53,70	15,00	25000,00	0,35	9259,26	50,00
8	62,05	20,00	25000,00	0,35	9259,26	50,00
9	70,10	20,00	30000,00	0,35	11111,11	50,00
10	88,49	20,00	30000,00	0,35	11111,11	50,00

Estrato	Ir	ev	Irr	k_0	s'$_0$ (KN/m^2)	$C_u = S_u$ (KN/m^2)
1	186,13	-0,00002	186,96	0,74	-0,47	30,00
2	172,86	0,00033	163,49	0,74	6,61	30,00
3	124,55	0,00071	114,39	0,74	14,22	40,00
4	157,36	0,00082	139,33	0,74	21,84	40,00
5	149,35	0,00112	128,02	0,74	29,64	40,00
6	149,07	0,00113	127,63	0,74	37,41	50,00
7	143,80	0,00134	120,60	0,74	44,43	50,00
8	127,56	0,00155	106,54	0,66	47,90	50,00
9	147,14	0,00146	121,18	0,66	54,12	50,00
10	135,16	0,00184	108,27	0,66	68,31	50,00

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

CAPACIDADES DE CARGA POR PUNTA Y FUSTE EN SUELO Y ROCA

CAPACIDAD DE CARGA POR PUNTA DE PILOTES EMPOTRADOS EN SUELO

Meyerhof (1976)

C_u (KN/m^2)	50,00
f °	20,00
Nc*	9,00
A_n (m^2)	0,38
$Q_n = N_c^* A_n C_u$ (KN)	**173,18**

Vesic (1977)

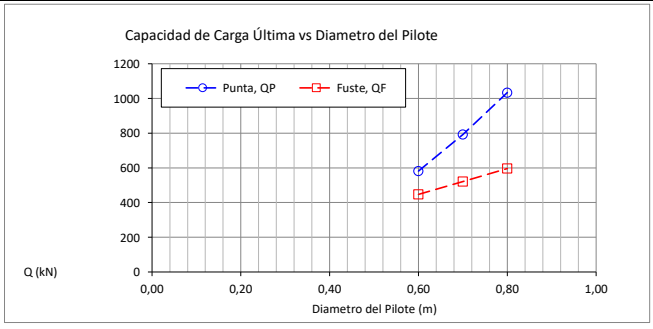
c (KN/m^2)	50,00
f °	20,00
Ko	0,658
μ_s	0,35
s'_n (KN/m^2)	54,12
Irr	121,18
Nq*	18,32
Ns*	23,74
Nc*	47,60
$Qp = A_n(cN_c^* + \sigma'_n N_\sigma^*)$ (kN)	**1410,22**

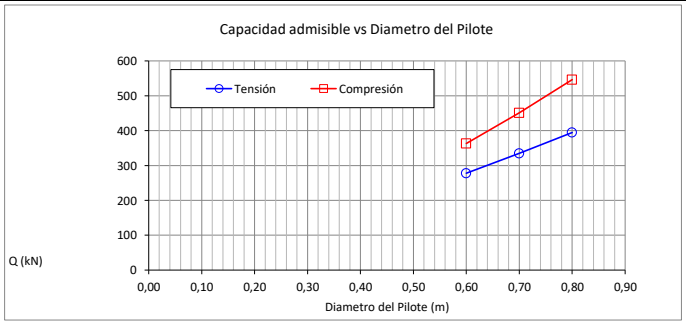
CAPACIDAD POR FUSTE EN SUELO

Estrato	α	C_u (KN/m^2)	f (KN/m^2)	Qs (kN)
1	0,65	30,00	19,50	21,44
2	0,65	30,00	19,50	64,32
3	0,65	40,00	26,00	121,50
4	0,65	40,00	26,00	178,68
5	0,65	40,00	26,00	235,86
6	0,65	50,00	32,50	307,33
7	0,65	50,00	32,50	378,80
8	0,65	50,00	32,50	450,27
9	0,65	50,00	32,50	521,74
10	0,65	50,00	32,50	593,21
			Qs (kN)	**450,27**

Abacos de Diseño - Suelo

Diametro (m)	Resistencia del Pilote (kN)				Resistencia Diseño (kN)	
	Punta, Q_P	Fuste, Q_F	Peso Pilote	Q_{ultimo}	Compresión	Tensión
0,60	581,66	447,21	54,29	1028,86	363,20	277,89
0,70	791,70	521,74	73,89	1313,44	450,88	334,76
0,80	1034,06	596,27	96,51	1630,33	546,31	394,65





CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

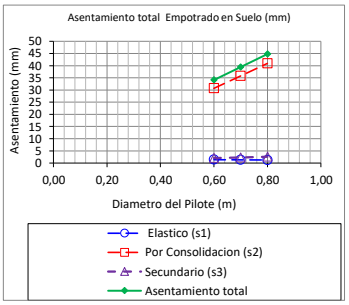
Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

CALCULO ASENTAMIENTOS EN SUELO Y ROCA

ASENTAMIENTO TOTAL (s) =s1+s2+s3) - EMPOTRADO EN SUELO

Q_{wp} (KN)	791,70
Q_{ws} (KN)	521,74
$q_{wp} = Q_{wp}/A_p$	2057,19
I_{ws}	3,18
$E_{p\ concreto\ 12500\ \sqrt{f'c}}$ (KN/m^2)	18114220,9
$E_{s(suelo)}$ (KN/m^2)	25000,0
$\mu s_{\ suelo\ fuste}$	0,35
ξ	0,67
$E_{s\ (bajo\ la\ punta)}$(KN/m^2)	30000,00
$\mu s_{\ bajo\ punta\ pilote}$	0,35
I_{wp}	0,85

Longitud de pilote L(m)	8,00
Diametro de pilote (m)	0,70
Perimetro (m)	2,20
Ap (m^2)	0,38
Asentamiento Elastico (s_1) (mm)	1,31
Asentamiento por consolidacion (s_2) (mm)	35,80
Asentamiento por fricción (s_3) (mm)	2,32
Total Asentamiento (s) (mm)	**39,43**



Abacos de Diseño Empotrado en suelo

Diametro (m)	Capacidad (KN)		Asentamiento (mm)			
	Punta, Q_P	Fuste, Q_F	Elastico (s1)	Por Consolidacion (s2)	Secundario (s3)	Asentamiento total
0,60	581,66	447,21	1,38	30,69	2,05	34,11
0,70	791,70	521,74	1,31	35,80	2,32	39,43
0,80	1034,06	596,27	1,26	40,92	2,59	44,76

CAPACIDAD DE CARGA HORIZONTAL EN SUELO Y ROCA

CAPACIDAD DE CARGA HORIZONTAL EN SUELO (Qg)

$E_{p\ concreto\ 12500\ \sqrt{f'c}}$ (KN/m^2)	18114220,9
$E_{s(suelo)}$ (KN/m^2)	15000,0
Diametro pilote (m)	0,70
$I_{p\ (momento\ de\ inercia)}$ (m^4)	0,012
Longitud pilote (m)	8,0
$K_{r\ (rigidez\ relativa\ pilote)}$	0,00347
Kr<0,01 (Largo o flexible) Kr> 0,01 (Corto o Rigido)	Pilote Flexible
S (m^3)	0,000737
F_y (KN/m^2)	420000
M_y (KN-m)	309,38

$Q_{g(en\ la\ superficie)}$ (KN)			
Pilotes cortos (Rigidos)		***Pilotes Largos (Flexibles)***	
Longitud pilote (m)		$L_e/L = 1.5K_r^{0.12}$	
$K_{cr\ (coeficiente\ de\ presion\ neta)}$		$K_{cr\ (coeficiente\ de\ presion\ neta)}$	
$C_u = S_u$ (KN/m2)		$C_u = S_u$ (KN/m2)	
p_l (KN/m^2)		p_l (KN/m^2)	
$Q_{u(g)} = 0.4c_uK_{cr}DL$ (KN)		$Q_{u(g)} = 0.4c_uK_{cr}DL_e/L$ (KN)	
$Q_{u(g)} \leq 0.4p_lDL$ (KN)		$Q_{u(g)} \leq 0.4p_lDL_e/L$ (KN)	
$M_{max} = 0.22Q_{u(g)}L$ (KN-m)		X_z (mm)	
$M_{max} \leq M_y = SF_y$ (KN-m)		A'_x	
		$\mu s_{\ suelo\ fuste}$	
		k_h (KN/m^3)$_{(Constante\ reacción\ subsuelo)}$	
		R (m)	
		Q_g (KN)	
		$M_{max} = 0.30K^{0.2}Q_gL$ (KN-m)	
		$M_{max} \leq 0.3Q_gL$ (KN-m)	

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

COEFICIENTE DE REACCION DEL SUBSUELO HORIZONTAL Y VERTICAL (R)

COEFICIENTE REACCION HORIZONTAL

SUELOS GRANULARES

Braja M. Das (Tabla 9.10 4a. Edicion)

Tipo de suelo	n_h (KN/m^3)
Arena seca o húmeda	
Suelta	1800-2200
Media	5500-7000
Densa	15000-18000
Arena sumergida	
Suelta	1000-1400
Media	3500-4500
densa	9000-12000

SUELOS COHESIVOS

$$k_h = \frac{0.65}{D}\sqrt[12]{\frac{E_S D^4}{E_P I_P}}\frac{E_S}{1-\mu_S{}^2}$$

Coeficiente reaccion subsuelo horizontal k_h (kn/m^3)

$E_{p\ concreto\ 12500\ \sqrt{f'c}}$ (KN/m^2)	18114220,9
$E_{s(suelo)}$ (KN/m^2)	15000,0
Diametro pilote (m)	0,70
$I_{p\ (momento\ de\ inercia)}$ (m^4)	0,012
$\mu s_{\ suelo\ fuste}$	0,35
k_h (KN/m^3)$_{(Constante\ reacción\ subsuelo)}$	11295,82

profundidad (m)	k_h (KN/m^2)	Mpa
1,0	0,4	0,0
2,0	22591,6	22,6
3,0	33887,5	33,9
4,0	45183,3	45,2
5,0	56479,1	56,5
6,0	67774,9	67,8
7,0	79070,8	79,1
8,0	90366,6	90,4
9,0	101662,4	101,7
10,0	112958,2	113,0
11,0	124254,1	124,3
12,0	135549,9	135,5

Abacos de Diseño en Suelo y Roca

Diametro (m)	$I_{p\ (momento\ de\ inercia)}$ (m^4)	k_h (KN/m^3)	
		Suelo	Roca
0,60	0,006362	13178,46	
0,70	0,011786	11295,82	23935,02
0,80	0,020106	9883,85	

COEFICIENTE REACCION VERTICAL

$$k_v = \frac{\sigma'_v}{asentamiento}$$

Coeficiente reaccion subsuelo vertical kv (kn/m^3)

Longitud (m)	8,00

Diametro (m)	Profundidad cabezal (m)	s'v (KN/m^2)	Asentamiento (m)	Kv(KN/m^3) $_{Constante\ modulo\ reaccion\ subsuelo}$
0,60		70,10	0,03411	2055,01
0,70		70,10	0,03943	1777,76
0,80		70,10	0,04476	1566,00

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

RESUMEN RECOMENDACIONES DE DISEÑO

CARGA DE APOYO (KN)	**1500**

	EMPOTRADO	
	SUELO	
Longitud pilote (m)	**8,00**	
Diametro recomendado según carga de apoyo (m)	**0,70**	
Peso del pilote (kN)	73,89	
$Q_{neta}(KN)= Q_p-W_{pilote}$	717,81	
$Q_u=Q_P+Q_s$, (kN)	1313,44	
$Q_{admisible\ (Diseño\ a\ Compresión)}$ (kN)	**450,88**	
$Q_{admisible\ (Diseño\ a\ Tensión)}$ (kN)	**334,76**	
Numero de Pilotes requeridos	**4**	
Asentamiento total por pilote (mm)	39,43	
Capacidad de carga horizontal (Qg) KN (Superficie)		
Capacidad de carga horizontal (Qu) KN (última)		
Resistencia lateral en roca qs, (KN/m2)		
k_h (KN/m3)(Constante reacción subsuelo horizontal)	11295,8	
k_v (KN/m3)(Constante reacción subsuelo vertical)	1777,8	
M max (Kn-m)	540,7	
My (Kn-m)	309,4	

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

Longitud del Pilote (m)	8,00
Diámetro del Pilote (m)	0,80
Profundidad Cabezal (m)	
Perimetro (m)	2,51
Peso Unitario pilote (kN/m^3)	24,00
Nivel freático (m)	0,00
Geometria pilote	Circular

Método de Instalación	
Perforado	
Factores de Seguridad	
Punta, FS_p	3,00
Fuste, FS_F	2,00
Carga, FS_q	1,00

Estrato	Profundidad (m) Inicial	Final	Longitud por Estrato (m)	gt (kN/m^3)	sv (KN/m^2)	u (KN/m^2)
1	0,50	1,00	0,50	18,47	9,23	9,81
2	1,00	2,00	1,00	18,36	27,60	19,61
3	2,00	3,00	1,00	19,00	46,60	29,42
4	3,00	4,00	1,00	19,02	65,62	39,22
5	4,00	5,00	1,00	19,23	84,85	49,03
6	5,00	6,00	1,00	19,20	104,05	58,84
7	6,00	7,00	1,00	18,29	122,34	68,64
8	7,00	8,00	1,00	18,16	140,50	78,45
9	8,00	9,00	1,00	17,85	158,35	88,25
10	9,00	10,00	1,00	18,38	176,74	88,25

Estrato	s'v (KN/m^2)	f °	E_s (KN/m^2)	μs	Gs (KN/m^2)	c (KN/m^2)
1	-0,57	15,00	15000,00	0,35	5555,56	30,00
2	7,98	15,00	15000,00	0,35	5555,56	30,00
3	17,18	15,00	15000,00	0,35	5555,56	40,00
4	26,39	15,00	20000,00	0,35	7407,41	40,00
5	35,82	15,00	20000,00	0,35	7407,41	40,00
6	45,21	15,00	25000,00	0,35	9259,26	50,00
7	53,70	15,00	25000,00	0,35	9259,26	50,00
8	62,05	20,00	25000,00	0,35	9259,26	50,00
9	70,10	20,00	30000,00	0,35	11111,11	50,00
10	88,49	20,00	30000,00	0,35	11111,11	50,00

Estrato	Ir	ev	Irr	k_0	s'$_0$ (KN/m^2)	$C_u = S_u$ (KN/m^2)
1	186,13	-0,00002	186,96	0,74	-0,47	30,00
2	172,86	0,00033	163,49	0,74	6,61	30,00
3	124,55	0,00071	114,39	0,74	14,22	40,00
4	157,36	0,00082	139,33	0,74	21,84	40,00
5	149,35	0,00112	128,02	0,74	29,64	40,00
6	149,07	0,00113	127,63	0,74	37,41	50,00
7	143,80	0,00134	120,60	0,74	44,43	50,00
8	127,56	0,00155	106,54	0,66	47,90	50,00
9	147,14	0,00146	121,18	0,66	54,12	50,00
10	135,16	0,00184	108,27	0,66	68,31	50,00

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

CAPACIDADES DE CARGA POR PUNTA Y FUSTE EN SUELO Y ROCA

CAPACIDAD DE CARGA POR PUNTA DE PILOTES EMPOTRADOS EN SUELO

Meyerhof (1976)

C_u (KN/m^2)	50,00
f °	20,00
Nc*	9,00
A_n (m^2)	0,50
$Q_n = N_c^* A_n C_u$ (KN)	**226,19**

Vesic (1977)

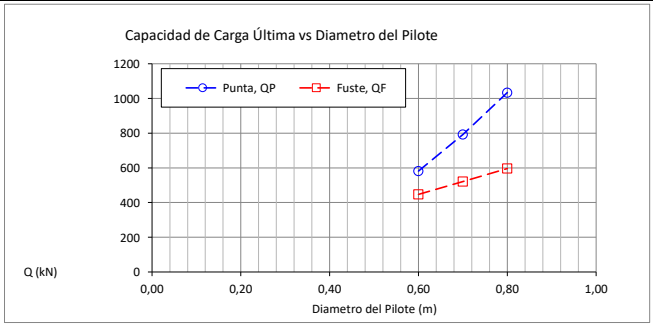
c (KN/m^2)	50,00
f °	20,00
Ko	0,658
μ_s	0,35
s'_n (KN/m^2)	54,12
Irr	121,18
Nq*	18,32
Ns*	23,74
Nc*	47,60
$Qp = A_n(cN_c^* + \sigma'_n N_\sigma^*)$ (kN)	**1841,92**

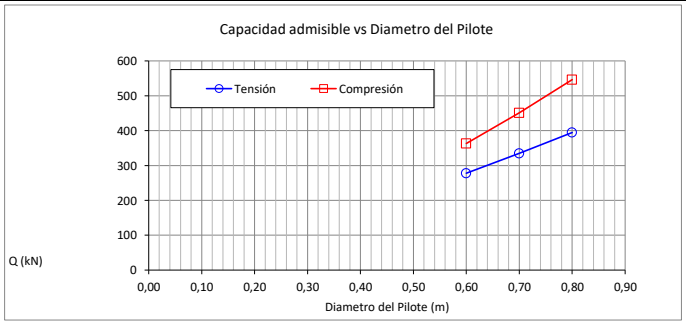
CAPACIDAD POR FUSTE EN SUELO

Estrato	α	C_u (KN/m^2)	f (KN/m^2)	Qs (kN)
1	0,65	30,00	19,50	24,50
2	0,65	30,00	19,50	73,51
3	0,65	40,00	26,00	138,86
4	0,65	40,00	26,00	204,20
5	0,65	40,00	26,00	269,55
6	0,65	50,00	32,50	351,23
7	0,65	50,00	32,50	432,91
8	0,65	50,00	32,50	514,59
9	0,65	50,00	32,50	596,27
10	0,65	50,00	32,50	677,96
			Qs (kN)	**514,59**

Abacos de Diseño - Suelo

Diametro (m)	Resistencia del Pilote (kN)				Resistencia Diseño (kN)	
	Punta, Q_P	Fuste, Q_F	Peso Pilote	Q_{ultimo}	Compresión	Tensión
0,60	581,66	447,21	54,29	1028,86	363,20	277,89
0,70	791,70	521,74	73,89	1313,44	450,88	334,76
0,80	1034,06	596,27	96,51	1630,33	546,31	394,65





CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

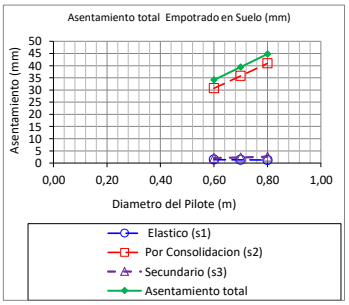
Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

CALCULO ASENTAMIENTOS EN SUELO Y ROCA

ASENTAMIENTO TOTAL (s) =s1+s2+s3) - EMPOTRADO EN SUELO

Q_{wp} (KN)	1034,06
Q_{ws} (KN)	596,27
$q_{wp} = Q_{wp}/A_p$	2057,19
I_{ws}	3,11
$E_{p\ concreto\ 12500\ \sqrt{f'c}}$ (KN/m^2)	18114220,9
$E_{s(suelo)}$ (KN/m^2)	25000,0
$\mu s_{\ suelo\ fuste}$	0,35
ξ	0,67
$E_{s\ (bajo\ la\ punta)}$(KN/m^2)	30000,00
$\mu s_{\ bajo\ punta\ pilote}$	0,35
I_{wp}	0,85

Longitud de pilote L(m)	8,00
Diametro de pilote (m)	0,80
Perimetro (m)	2,51
Ap (m^2)	0,50
Asentamiento Elastico (s_1) (mm)	1,26
Asentamiento por consolidacion (s_2) (mm)	40,92
Asentamiento por fricción (s_3) (mm)	2,59
Total Asentamiento (s) (mm)	**44,76**



Abacos de Diseño Empotrado en suelo

Diametro (m)	Capacidad (KN)		Asentamiento (mm)			
	Punta, Q_P	Fuste, Q_F	Elastico (s1)	Por Consolidacion (s2)	Secundario (s3)	Asentamiento total
0,60	581,66	447,21	1,38	30,69	2,05	34,11
0,70	791,70	521,74	1,31	35,80	2,32	39,43
0,80	1034,06	596,27	1,26	40,92	2,59	44,76

CAPACIDAD DE CARGA HORIZONTAL EN SUELO Y ROCA

CAPACIDAD DE CARGA HORIZONTAL EN SUELO (Qg)

$E_{p\ concreto\ 12500\ \sqrt{f'c}}$ (KN/m^2)	18114220,9
$E_{s(suelo)}$ (KN/m^2)	15000,0
Diametro pilote (m)	0,80
$I_{p\ (momento\ de\ inercia)}$ (m^4)	0,020
Longitud pilote (m)	8,0
$K_{r\ (rigidez\ relativa\ pilote)}$	0,00593
Kr<0,01 (Largo o flexible) Kr> 0,01 (Corto o Rigido)	Pilote Flexible
S (m^3)	0,001257
F_y (KN/m^2)	420000
M_y (KN-m)	527,79

$Q_{g(en\ la\ superficie)}$ (KN)			
Pilotes cortos (Rigidos)		***Pilotes Largos (Flexibles)***	
Longitud pilote (m)		$L_e/L = 1.5K_r^{0.12}$	0,81
$K_{cr\ (coeficiente\ de\ presion\ neta)}$		$K_{cr\ (coeficiente\ de\ presion\ neta)}$	5,0
$C_u = S_u$ (KN/m2)		$C_u = S_u$ (KN/m2)	30,0
p_l (KN/m^2)		p_l (KN/m^2)	180
$Q_{u(g)} = 0.4c_uK_{cr}DL$ (KN)		$Q_{u(g)} = 0.4c_uK_{cr}DL_e/L$ (KN)	38,91
$Q_{u(g)} \leq 0.4p_lDL$ (KN)		$Q_{u(g)} \leq 0.4p_lDL_e/L$ (KN)	46,69
$M_{max} = 0.22Q_{u(g)}L$ (KN-m)		X_z (mm)	10,0
$M_{max} \leq M_y = SF_y$ (KN-m)		A'_x	0,8
		$\mu s_{\ suelo\ fuste}$	0,35
		k_h (KN/m^3)$_{(Constante\ reacción\ subsuelo)}$	7907,08
		R (m)	2,61
		Q_g (KN)	257,49
		$M_{max} = 0.30K^{0.2}Q_gL$ (KN-m)	852,6
		$M_{max} \leq 0.3Q_gL$ (KN-m)	618,0

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

COEFICIENTE DE REACCION DEL SUBSUELO HORIZONTAL Y VERTICAL (R)

COEFICIENTE REACCION HORIZONTAL

SUELOS GRANULARES

Braja M. Das (Tabla 9.10 4a. Edicion)

Tipo de suelo	n_h (KN/m^3)
Arena seca o húmeda	
Suelta	1800-2200
Media	5500-7000
Densa	15000-18000
Arena sumergida	
Suelta	1000-1400
Media	3500-4500
densa	9000-12000

SUELOS COHESIVOS

$$k_h = \frac{0.65}{D}\sqrt[12]{\frac{E_S D^4}{E_P I_P}}\frac{E_S}{1-\mu_S^2}$$

Coeficiente reaccion subsuelo horizontal k_h (kn/m^3)

$E_{p\ concreto\ 12500\ \sqrt{f'c}}$ (KN/m^2)	18114220,9
$E_{s(suelo)}$ (KN/m^2)	15000,0
Diametro pilote (m)	0,80
$I_{p\ (momento\ de\ inercia)}$ (m^4)	0,020
$\mu s_{\ suelo\ fuste}$	0,35
k_h (KN/m^3)$_{(Constante\ reacción\ subsuelo)}$	9883,85

profundidad (m)	k_h (KN/m^2)	Mpa
1,0	0,4	0,0
2,0	19767,7	19,8
3,0	29651,5	29,7
4,0	39535,4	39,5
5,0	49419,2	49,4
6,0	59303,1	59,3
7,0	69186,9	69,2
8,0	79070,8	79,1
9,0	88954,6	89,0
10,0	98838,5	98,8
11,0	108722,3	108,7
12,0	118606,2	118,6

Abacos de Diseño en Suelo y Roca

Diametro (m)	$I_{p\ (momento\ de\ inercia)}$ (m^4)	k_h (KN/m^3)	
		Suelo	Roca
0,60	0,006362	13178,46	
0,70	0,011786	11295,82	
0,80	0,020106	9883,85	20943,14

COEFICIENTE REACCION VERTICAL

$$k_v = \frac{\sigma'_v}{asentamiento}$$

Coeficiente reaccion subsuelo vertical kv (kn/m^3)

Longitud (m)	8,00

Diametro (m)	Profundidad cabezal (m)	s'v (KN/m^2)	Asentamiento (m)	Kv(KN/m^3) $_{Constante\ modulo\ reaccion\ subsuelo}$
0,60		70,10	0,03411	2055,01
0,70		70,10	0,03943	1777,76
0,80		70,10	0,04476	1566,00

RESUMEN RECOMENDACIONES DE DISEÑO

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA PILOTES EN SUELOS COHESIVOS

AJU INGENIEROS SAS

Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES, PUENTE BONGA MELLA, SAN PELAYO - CORDOBA
Localización:	SAN PELAYO - CORDOBA
Fecha:	DICIEMBRE DE 2020

CARGA DE APOYO (KN)	**1500**

	EMPOTRADO	
	SUELO	
Longitud pilote (m)	**8,00**	
Diametro recomendado según carga de apoyo (m)	**0,80**	
Peso del pilote (kN)	96,51	
Q_{neta}(KN)= Q_p-W_{pilote}	937,55	
Q_u=Q_P+Q_s, (kN)	1630,33	
$Q_{admisible\ (Diseño\ a\ Compresión)}$ (kN)	**546,31**	
$Q_{admisible\ (Diseño\ a\ Tensión)}$ (kN)	**394,65**	
Numero de Pilotes requeridos	**3**	
Asentamiento total por pilote (mm)	44,76	
Capacidad de carga horizontal (Qg) KN (Superficie)		
Capacidad de carga horizontal (Qu) KN (última)		
Resistencia lateral en roca qs, (KN/m2)		
k_h (KN/m3)(Constante reacción subsuelo horizontal)	9883,8	
k_v (KN/m3)(Constante reacción subsuelo vertical)	1566,0	
M max (Kn-m)	618,0	
My (Kn-m)	527,8	