Sogamoso, 16 de junio 2 022.

Doctor
Pedro Isaías Gutiérrez Benavides
Presidente Acueducto Regional Peña Negra.
Ciudad.

REFERENCIA: Tanque de almacenamiento de agua potable, PTAP Acueducto Regional Peña Negra, vereda Llano Grande, municipio de Paipa (Boyacá).

ASUNTO: Parámetros geotécnicos del suelo fundación para el proyecto en referencia.

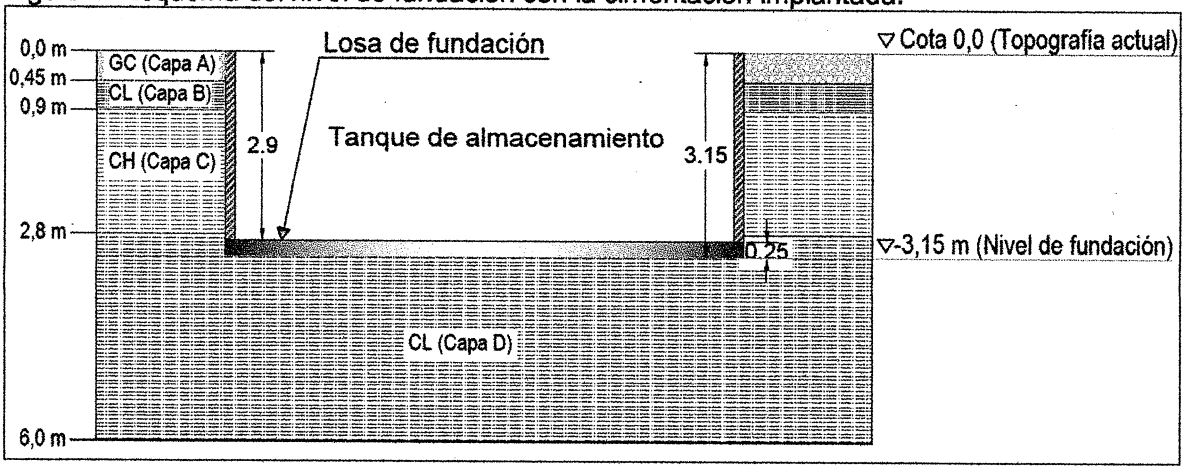
Respetado Doctor:

Hago entrega de los parámetros geotécnicos del suelo de fundación, para el diseño de la cimentación del proyecto en referencia, así:

1. NIVEL FREÁTICO
En las 2 perforaciones realizadas, no se encontró nivel freático hasta la profundidad promedio explorada de 6 m.

2. NIVEL DE FUNDACIÓN
Teniendo en cuenta que se proyecta la construcción de un tanque de almacenamiento de agua potable, enterrado a 2,9 m de profundidad; el nivel de fundación para el tanque de almacenamiento, se establece a 3,15 m de profundidad con respecto a la cota topográfica actual del terreno (Ver Figura 1); a este nivel, se encuentra la Capa D, tipo arcilla inorgánica, CL, de acuerdo a la clasificación USC, con un espesor promedio de 3,2 m, entre 2,8 m y 6 m de profundidad.

Figura 1. Esquema del nivel de fundación con la cimentación implantada.



3. TIPO DE CIMENTACIÓN
Se recomienda diseñar una cimentación superficial, tipo placa o losa de cimentación.

4. CAPACIDAD PORTANTE
Para el diseño de la cimentación, con placa o losa de cimentación, se recomendada utilizar una capacidad portante de 26 t/m^2; sin embargo, si se requiere fundar, a una profundidad diferente a la recomendada, en la Tabla 1, se encuentra la capacidad portante admisible (σa) y el coeficiente de fricción lateral para cada una de las capas encontradas.

Tabla 1. Capacidad portante admisible (σa) y coeficiente de fricción lateral.

CAPA	Nivel de Fundación entre (m)	Clasificación USC	Capacidad Portante Admisible: σa (t/m²) Zapatas Aisladas	Capacidad Portante Admisible: σa (t/m²) Zapatas Continuas y/o Losa	Coeficiente de fricción lateral (t/m²)
A	0,0 - 0,45	GC	16	13	0,7
B	0,45 - 0,9	CL	17	14	1,6
C	0,9 - 2,8	CH	25	21	2,3
D	2,8 - 6,0	CL	31	**26**	2,7

5. MÓDULO DE REACCIÓN VERTICAL (Ksv) DEL SUELO

Para el cálculo de la losa de cimentación, se establece el módulo de reacción vertical (Ksv) del suelo de fundación, entre 1,6 m y 3 m de profundidad, empleando la teoría de Vesic (1 961), el cual propuso la siguiente ecuación

$Ksv = [Q/(A*\delta i)]$; dónde:

Q = Carga total de la estructura (t).
A = Área de cimentación (m^2).
δi = Asentamiento esperado (m).

6. MÓDULO DE REACCIÓN HORIZONTAL (KSH) DEL SUELO EXPLORADO

Para el diseño y cálculo estructural de los muros del tanque de almacenamiento, la Tabla 2, muestra el módulo de reacción horizontal (Ksh) de cada una de las capas de suelo explorado, el cual se obtuvo utilizando el abaco de Chadeisson, que obtiene el módulo de balasto horizontal (Ksh), a partir de la cohesión y el ángulo de fricción interno del perfil de suelo.

Tabla 2. Módulo de reacción horizontal (Ksh) de las capas de suelo A, B, C y D.

CAPA	Espesor de las capas (m)	Clasificación USC	Cohesión no drenada (Cu) (t/m²)	Ángulo de fricción interno (ϕ) (°)	Módulo de reacción horizontal del suelo (Ksh) (kg/cm³)
A	0,0 - 0,45	GC	3	17	1,79
B	0,45 - 0,9	CL	7	3	1,52
C	0,9 - 2,8	CH	10	4	1,97
D	2,8 - 6,0	CL	12	5	2,34

7. PARÁMETROS GEOMECÁNICOS PARA EL DISEÑO DE LOS MUROS DEL TANQUE

Los muros del tanque, se deben diseñar para contrarrestar los empujes activos producidos por el perfil de suelo natural, sobrecargas, terraplenes conformados y ocasionales presiones hidrostáticas, para tal fin se debe tener en cuenta los siguientes parámetros en condiciones no drenadas, Ver Tabla 3.

Tabla 3. Parámetros geomecánicos para el diseño de los muros del tanque.

CAPA	Clasificación USC	Profundidad (m)	γt (t/m^3)	Cu (t/m^2)	ϕ (°)	Ka	Kp	Ko	Coeficiente de fricción contra deslizamiento
A	GC	0,0 - 0,45	2,05	3	17	0,55	1,83	0,71	0,45
B	CL	0,45 - 0,9	2,01	7	3	0,89	1,13	0,94	0,35
C	CH	0,9 - 2,8	1,98	10	4	0,87	1,15	0,93	0,35
D	CL	2,8 - 6,0	2,03	12	5	0,84	1,19	0,91	0,35

- Condiciones de presión hidrostática hasta 2,9 m de profundidad, $\gamma w * hw = 0,0$ t/m^2.
- Presión de expansión del suelo = 3,6 t/m^2.
- Sobrecarga a los muros por efecto de cargas o construcciones adyacentes: carga estática por el perfil de suelo, y estructuras perimetrales al área del proyecto.

8. DIAGRAMA DE PRESIONES PARA EL DISEÑO DE LOS MUROS DEL TANQUE

Para los cálculos del empuje activo, se trabajó con los parámetros geotécnicos del perfil de suelo explorado, los cuales se pueden observar en la Tabla 3. Y de acuerdo a los planos arquitectónicos del proyecto y de observaciones hechas en campo, se determinaron, la altura y la mayor sobrecarga que van a soportar de los muros del tanque de almacenamiento de agua potable, estos valores se observan en la Tabla 4.

Tabla 4. Altura de los muros del tanque y la sobrecarga ejercida.

Datos	Valores
Altura de los muros del tanque de almacenamiento (m)	2,9
Mayor sobrecarga ejercida (edificación de 1 piso) (t/m^2)	1,0

8.1. CÁLCULO DEL EMPUJE ACTIVO DE TIERRA DE RANKINE

$$E_a = \frac{1}{2}\gamma H^2 K_a + q_s H K_a$$

Dónde:
Ea = Empuje activo de tierra soportando una sobrecarga (t/m).
γ = Peso unitario del suelo (t/m^3).
H = altura de los muros (m).
Ka = Coeficiente de presión activa de tierra.
qs = Sobrecarga distribuida en la longitud de los muros (t/m^2).

El resultado del empuje activo (E_a), con la mayor sobrecarga de la edificación de 1 t/m^2, se observa en la Tabla 5.

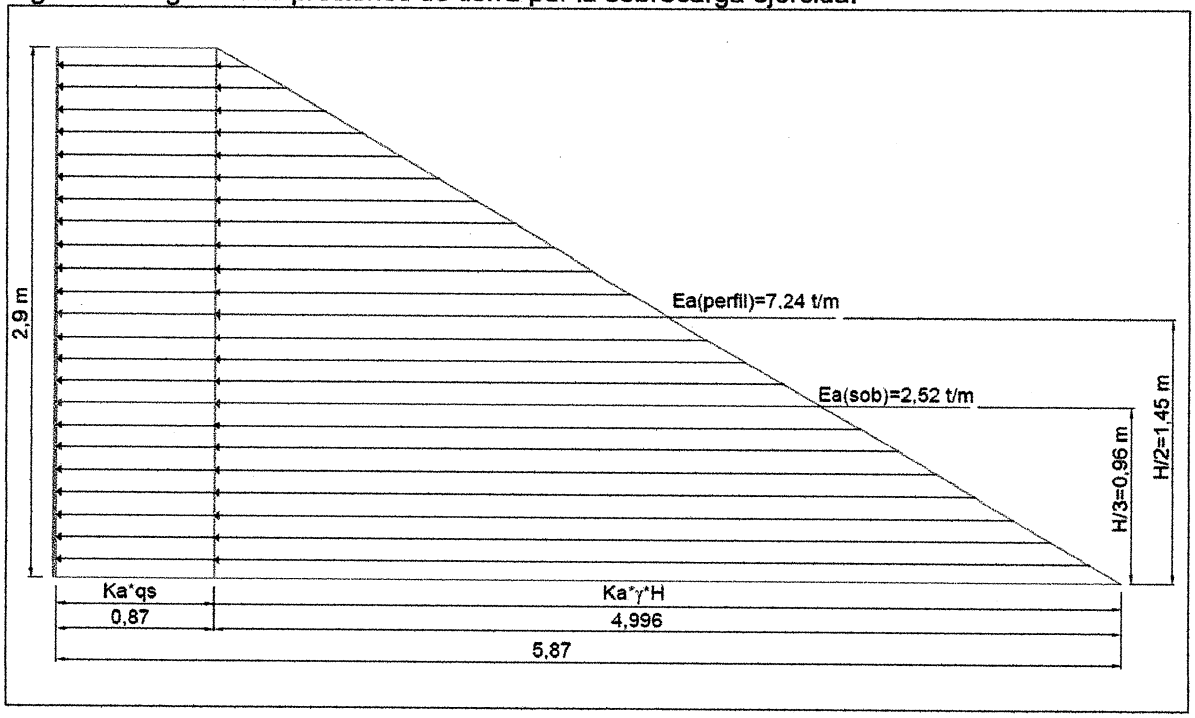
Tabla 5. Cálculo del empuje activo (E_a), con la sobrecarga.

γ (t/m^3)	1,98
H (m)	2,9
ϕ (°)	4
Ka	0,87
q_s (t/m^2)	1,0
$E_{aperfil}$ (t/m)	7,24
$E_{asobrecarga}$ (t/m)	2,52
E_{atotal} (t/m)	9,76

El punto de aplicación del valor del empuje activo causado por la mayor sobrecarga de la edificación de 1 piso ($E_{asobrecarga}$), es a H/2, medidos respecto de la base de los muros, y el

punto de aplicación del valor del empuje activo causado por el perfil de suelo al espaldar de los muros ($E_{aperfil}$), es a H/3, medidos respecto de la base de los muros. El valor del empuje total (E_{atotal}) originado por la mayor sobrecarga y por el perfil de suelo al espaldar de los muros, se debe utilizar para el diseño de los muros del tanque, el diagrama de presiones se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Diagrama de presiones de tierra por la sobrecarga ejercida.



8. PARÁMETROS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE

De acuerdo con la NSR-10, a continuación, se dan los parámetros de diseño sismo resistente.

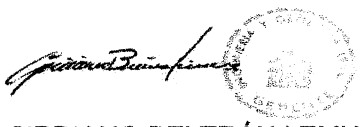
- Zona de amenaza sísmica = Alta.
- Coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva (Aa) = 0,2.
- Coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva (Av) = 0,25.
- Perfil de suelo = D.
- Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de periodos cortos (Fa) = 1,4.
- Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de periodos intermedios (Fv) = 1,9.
- Grupo de uso = II.
- Coeficiente de importancia = 1,1.

La orientación del sismo más peligroso se debe tomar en dirección aproximada Este - Oeste, siendo ésta la orientación del eje principal de esfuerzos tectónicos ($\sigma 1$) que plegaron y fallaron las rocas regionalmente; el efecto de las fuerzas sísmicas sobre las estructuras se debe aplicar en las dos direcciones.

Nota: Favor enviar la carga o peso total del tanque que baja a la cimentación en toneladas, incluida la carga permanente y la carga viva, sin mayorar, para así poder evaluar asentamientos y entregar el informe final, también los siguientes datos del proyecto:

1. Proyecto: Nombre con el cual va a quedar el proyecto (objeto).
2. Localización del área donde va a quedar el proyecto y numero catastral.
3. Propietario: Nombre completo de la persona o entidad propietaria del proyecto.
4. Solicitó: Nombre completo de la persona o entidad quien solicito el estudio de suelos.
5. Fecha que debe quedar en el informe.
6. Ingeniero estructural: Nombre completo y numero de celular.
7. Corte y planta arquitectónica del proyecto en AutoCAD.

Cordialmente,



CIPRIANO BELTRÁN LEMUS
DIRECTOR DE CONSULTORÍA