

ANEXO 1

TOPOGRAFÍA

1. En la parte de topografía solo se midió la altura de la acera a la estructura construida actualmente en el terreno que es igual a 1.00 m.



2. Fotografías del lugar





ANEXO 2
ESTUDIO DE SUELOS.

INFORME

ESTUDIO GEOTÉCNICO

PROYECTO:
DISEÑO ESTRUCTURAL “CENTRO DE SALUD
VILLA FÁTIMA”

SOLICITANTE:
XIMENA GALLARDO GALVAN

UBICACIÓN:
AV. JAIME PAZ, ENTRE C/ GRAL. SOSSA Y PJE.
SERAPIO MARTÍNEZ, B.º VILLA FÁTIMA

TARIJA - BOLIVIA
MARZO 2023



ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
2	CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO	1
3	TRABAJO DE CAMPO	5
4	MÉTODO DE TRABAJO.....	6
5	NIVEL FREÁTICO	14
6	CLASIFICACION DE SUELOS DE CIMENTACION SEGÚN LA GUIA BOLIVIANA DE DISEÑO SISMICO.....	15
7	DESCRIPCION ESTRATIGRAFICA	16
8	CONCLUSIONES	16
9	RECOMENDACIONES	17

ANEXOS

Anexo A: Registro de investigación del subsuelo

Anexo B: Trabajo de Laboratorio

Anexo C: Reporte fotográfico

INFORME

1 INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El presente informe contiene los resultados y conclusiones del Estudio Geotécnico solicitado a nuestra Empresa de **Laboratorio de Mecánica de Suelos "INGEOSUD"** por la Univ. Ximena Gallardo Galván para el proyecto denominado **"Diseño estructural "Centro de Salud Villa Fátima"**" el estudio fue realizado de acuerdo con los requerimientos del proyecto de referencia.

1.2. Objetivo

Determinar las características físicas y mecánicas del suelo a partir de sondeos de campo y ensayos de laboratorio en puntos y profundidad alcanzar preestablecida por el peticionario (cliente).

2. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1. Geografía, delimitación y área del municipio de Tarija

El municipio de Tarija está ubicado en el sur de Bolivia y ocupa el mismo territorio de la provincia Cercado, limita al norte y oeste con los municipios de San Lorenzo y El Puente de la provincia de Eustaquio Méndez, al suroeste con el municipio de Yunchará y al sur con el municipio de Uriondo, ambos de la provincia de José María Avilés, al sureste con el municipio de Padcaya de la provincia de Aniceto Arce. y al este con el municipio de Entre Ríos de la provincia O'Connor.

Figura 1. Ubicación del municipio de Tarija



2.2. Ubicación del punto de estudio

El punto de estudio se encuentra ubicado en la Avenida Jaime Paz Zamora entre calle Gral. Sossa y pasaje Serapio Martínez, Barrio Villa Fátima, ciudad de Tarija, municipio de Tarija, Provincia Cercado, Departamento de Tarija. (Fig. 2).

Figura 2: Ubicación del punto de Estudio



De acuerdo a los requerimientos del proyecto se utilizó un GPS marca Garmin Vista para la ubicación del Sondeo. A continuación, se muestra las siguientes coordenadas del estudio (sistema WGS-84, huso 20) del lugar.

Tabla 1. Datos geográficos del punto de sondeo

SONDEO	COORDENADAS GEOGRAFICAS		ZONA	COTA m.s.n.m
	E	S		
P1	321927,54	7616906,70	20K	1859,9

2.3. Fundamentos geológicos

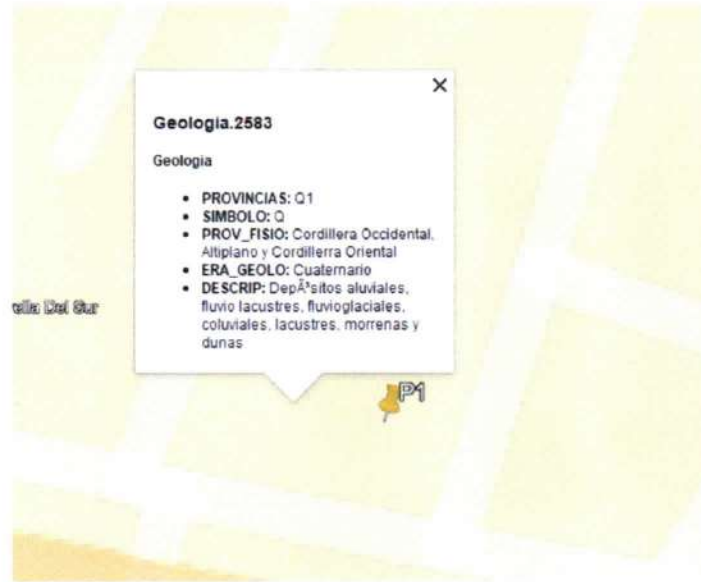
2.3.1. Geología general del área

Según mapa geológico proporcionado por SERGEOMIN la zona está compuesta por sedimentos pertenecientes al periodo cuaternario. (Fig. 3)

Las cubiertas de sedimentos cuaternarios existentes en la cuenca Tarijeña sufren grandes variaciones, se compone de materiales aluviales y coluviales procedentes del altiplano y cordillera oriental. Estos sedimentos se presentan como capas estratigráficas, compuestas en su gran mayoría por arenas finas, limos y arcillas; también se han encontrado algunos niveles con arenas gruesas, intercaladas con conglomerados.

Los mismos que han sido afectados por un intenso transporte, eólico y fluvial siendo re trabajados y seleccionados durante su deposición.

Figura 3. Ubicación geológica del área de estudio



2.3.2. Fallas geológicas

El empuje de la placa Sudamericana ha generado y puede generar sismos de magnitud. El límite entre las placas Altiplano y Sudamericana divide al país en dos partes, el empuje de la placa Sudamericana es muy fuerte y está activo, genera la concentración de grandes esfuerzos, los cuales pueden ocasionar grandes roturas y desplazamientos del suelo, liberando gran cantidad de energía sísmica.

La ciudad de Tarija está ubicada entre la cordillera oriental y la faja subandina, presenta una falla llamada falla Tarija que se halla ubicada al este de la ciudad de Tarija. Esta falla está ubicada dentro del cuadro de coordenadas -21,824 S -64,709 O y -21,477 S -64,551 O; de norte a sur la Falla Tarija es cercana a los poblados Carlaso, Cieneguillas, Tunal, y Padcaya.

(Fig. 4)

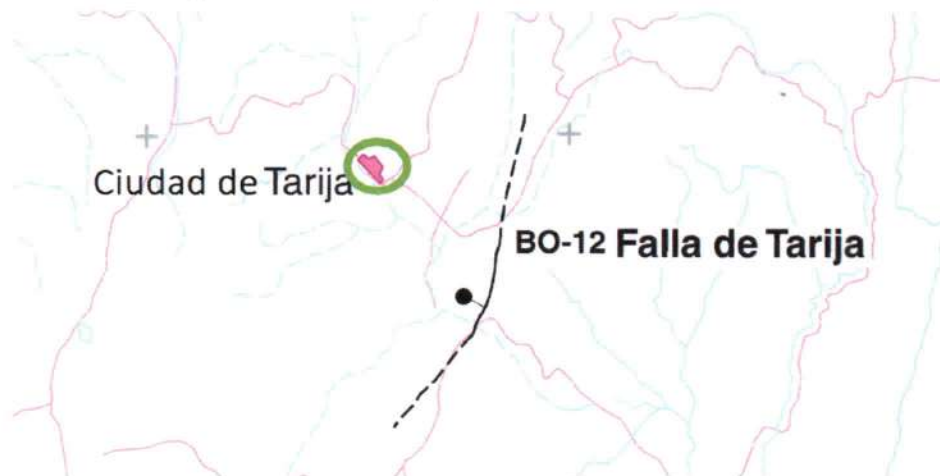
Según el reporte del USGS (2000) La Falla Tarija está dividida en tres segmentos, un segmento inferido u oculto al norte (segmento amarillo), falla continua al centro (segmento verde), y un segmento inferido u oculto al sur (segmento amarillo).

Figura 4. Falla Tarija cerca de zona de estudio



Esta falla tiene una longitud cumulativa de 56.1 km, rumbo promedio de $22.6^{\circ} \pm 22^{\circ}$, e inclinación promedio de 70° . El sentido general de movimiento es normal (USGS, 2000). La tasa de movimiento de este sistema de fallas es desconocida, aunque se le atribuye un movimiento (USGS, 2000). La edad del último movimiento se estima sea del Cuaternario (<1.6 Ma) (USGS, 2000).

Figura 5. Falla Tarija cerca de zona de estudio



3. TRABAJO DE CAMPO

El trabajo de campo se realizó el 22 de marzo de 2023, consistió en la realización de un sondeo dinámico con recuperación de muestra con el ensayo SPT (Standard Penetration Test) de penetrómetro automático, para el punto 1 el sondeo se realizó desde la cota -0,00 m hasta -4,45m, el ensayo se realizó en las cotas -1,00m, -2,00m, -3,00m y -4,00m, se considera como cota 0,00m nivel de terreno natural. En anexo C se presenta el reporte fotográfico.

3.1. EQUIPO DE ENSAYO

Se utilizó una máquina de sondeo ARCA 01 Kuarso. Las características de esta máquina de sondeo se presentan en la Figura 6.

Figura 6. Penetrómetro SPT Automático, ARCA 01 Kuarso



Sistema de golpeo automático	
Caída de masa	760 mm
Peso de masa	63.5 kg
Motor	
Marca/Modelo	Honda CX390
Cilindros	Eje horizontal
Potencia	13 HP
Rpm	3600
Sistema Hidráulico	
Bomba	16 Lt/min
Motor	80 cc
Cilindro	1300 mm de carrera
Presión de trabajo	150 Kg/cm ²
Capacidad de deposito	25 lts
Herramientas compatibles	
Barras	
Diámetro	50mm, 40mm
Largo	1000mm, 1500mm

Características del muestreador - Cuchara de Terzaghi:

- Saca muestras bipartido punta de acero con cabeza de acoplamiento con dos orificios y válvula de retención de bola.
- Diámetro externo 2 pulg.
- Diámetro interno 1 3/8 pulg.
- Longitud de cuchara 27 pulg.

4. MÉTODO DE TRABAJO

La metodología de trabajo fue convencionalmente dividida en las siguientes tres etapas:

4.1. Trabajo de Campo

4.1.1. Reconocimiento Preliminar del Terreno

Se realizó el reconocimiento del terreno y la realización del sondeo de acuerdo a la ubicación dada por el peticionario (Cliente).

Tabla 2. Datos del sondeo

SONDEO	COORDENADAS GEOGRAFICAS		COTA INICIAL m.s.n.m	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m)	NIVEL FREATICO (m)
	E	S			
P1	321927,54	7616906,70	1859,9	4,45 m	No

4.1.2. Toma de Muestras

En la perforación N°1 fueron extraídas 2 muestras con el empleo del muestreador Cuchara de Terzaghi, en las cotas -1,00m, -2,00m, -3,00m y -4,00m. Las muestras retiradas en todo caso han sido representativas.

Las muestras extraídas fueron descritas, debidamente identificadas y protegidas, remitiéndose a laboratorio para su análisis correspondiente.

4.1.3. Ensayo de Penetración Estándar

Se realizó un ensayo de penetración estándar S.P.T. (Standard Penetration Test) en las cotas indicadas en el punto 4.1.2. de acuerdo con las normas internacionales ASTM-1586 (AASHTO T-206-70). El ensayo consistió en hacer penetrar en el suelo un Muestreador (o cuchara de Terzaghi) por medio de Golpes dados por el martillo (de peso 63.5 kg) en caída libre desde 75 cm. El valor “N_{SPT}” corresponde al número de golpes necesarios para que el muestreador penetre en el suelo 30 cm.

4.2. Trabajo de Laboratorio

A partir de las muestras extraídas se realizaron los diferentes ensayos de laboratorio, cuya relación nominal es la siguiente:

- Contenido de Humedad Natural según ASTM D-2216-71
- Análisis granulométrico según ASTM D-422
- Límites de consistencia:
 - Limite liquido según ASTM D-4318
 - Limite plástico según ASTM D-4318
 - Índice de plasticidad
- Clasificación Unificada de Suelos (S.U.C.S.) ASTM D-2487-66

Tabla 3. Resumen caracterización de las muestras Punto N°1.

MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN DE SUELOS		PORCENTAJE QUE PASA TAMIZ				CONTENIDO DE HUMEDAD	LÍMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318		
		SUCS - ASTM D 2487	AASHTO M-145	N°4	N°10	N°40	N°200	W%	LL	LP	IP
P1-01	1,00	CL	A-6 (10)	99,63	99,25	98,55	97,82	22,40	38,86	22,71	16,15
P1-02	2,00	CL	A-7-6 (12)	100,00	99,79	96,11	93,55	22,24	43,37	24,62	18,75
P1-03	3,00	CL	A-7-6 (14)	99,70	97,16	91,75	89,40	27,29	46,07	24,55	21,52
P1-04	4,00	CL	A-6 (8)	99,94	99,91	99,59	99,32	26,50	32,98	21,53	11,45

4.3. Trabajo de Gabinete

En gabinete se han realizado diversos trabajos, conjugando los resultados de los trabajos de Campo y Laboratorio los que nos han permitido determinar los siguientes aspectos:

- Perfiles individuales de los sondeos, en los cuales se puede apreciar las propiedades tanto físicas como mecánicas.
- Corrección del número N_{SPT} de campo.
- Variación de esfuerzos efectivos verticales.
- Correlación ángulo de fricción interna y cohesión no drenada.
- Conclusiones.
- Recomendaciones.

4.3.1. Correcciones N_{SPT} campo.

$$N_{60} = C_B \times C_S \times C_R \times \frac{ER_f \times N_{SPT}}{60}$$

ER_f = eficiencia del martillo
 C_B = corrección por diámetro del orificio
 C_S = corrección por muestreador
 C_R = corrección por largo de barra

Los valores ER_f , C_B , C_S , C_R y C_N (arenas) son calculados de las tablas mostradas en la siguiente tabla:

Table 3. Recommended corrections for SPT blowcount values, taken from Robertson and Wride (1997), as modified from Skempton (1986).

Factor	Equipment Variable	Term	Correction
Overburden Pressure		C_N	$(Pa / \sigma'_{vo})^{0.5}$ but $C_N \leq 2$
Energy ratio	Donut Hammer Safety Hammer Automatic Hammer	C_E	0.5 to 1.0 0.7 to 1.2 0.8 to 1.5
Borehole diameter	65 mm to 115 mm 150 mm 200 mm	C_B	1.0 1.05 1.15
Rod length	3 m to 4 m 4 m to 6 m 6 m to 10 m 10m to 30 m >30 m	C_R	0.75 0.85 0.95 1.0 <1.0
Sampling method	Standard sampler Sampler without liners	C_S	1.0 1.1 to 1.3

Se adoptaron los siguientes valores:

$ER_f = 60$ Dato ya proporcionado.
 $C_B = 1,00$ Para orificio de 100 mm.
 $C_S = 1,10$ Para muestreador sin camisa interior
 $C_R = 0.75 - 1.00$ Varía Según profundidad:

CR =	3m a 4 m	0,75
	4m a 6m	0,85
	6m a 10m	0,95
	10m a 30m	1,00
	> 30m	< 1

Tabla 4. Corrección por energía N_{60} Punto N°1

Prof. (m)	USCS	Suelos de:	Comportamiento	N SPT (golpes)	N ₆₀
1,00	CL	Cohesion alta	No Drenado	5	4,13
2,00	CL			9	7,43
3,00	CL			8	6,60
4,00	CL			10	9,35

4.3.2. Peso Unitario del Suelo y Esfuerzo Efectivo Vertical.

Para los pesos unitarios utilizaremos las siguientes ecuaciones propuestas por Rahman (2017) y Meyerhof (1956):

Para suelos de cohesión baja:

$$\text{Arriba del N.F.} \quad \gamma_{moist} = 16 + 0,1 * N_{60} \left(\frac{kN}{m^3} \right)$$

$$\text{Abajo del N.F.} \quad \gamma_{submerged} = 8,8 + 0,01 * N_{60} \left(\frac{kN}{m^3} \right)$$

Para suelos de cohesión alta:

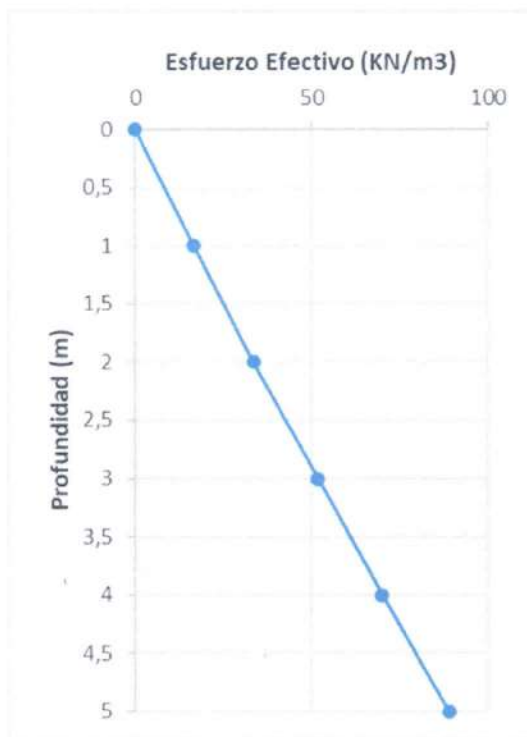
$$\text{Arriba del N.F.} \quad \gamma_{moist} = (0,000062 * (N_{60})^3 - 0,004 * (N_{60})^2 + 0,0918 * N_{60} + 1,3936) * 9,806 \left(\frac{kN}{m^3} \right)$$

$$\text{Abajo del N.F.} \quad \gamma_{submerged} = (16,8 + 0,15 * N_{60}) - 9,806 \left(\frac{kN}{m^3} \right)$$

Tabla 5. Pesos Unitarios y esfuerzo efectivo vertical Punto N°1

Prof. (m)	USCS	N ₆₀	P.U. Humedo (KN/m ³)	P.U. Sumergido (KN/m ³)	Esf. Efectivo Vertical (KN/m ²)
1,00	CL	4,13	16,75	-	16,75
2,00	CL	7,43	18,44	-	33,51
3,00	CL	6,60	18,07	-	51,94
4,00	CL	9,35	19,15	-	70,02

Figura 7. Variación de Esfuerzos Efectivos Verticales con respecto a la profundidad



4.3.3. Cálculo de $(N_1)_{60}$ en Arenas

El número N_{60} puede ser también corregido por efectos del esfuerzo efectivo en suelos arenosos calculando de factor de corrección por sobrecarga y reemplazo en la siguiente ecuación:

$$(N_1)_{60} = C_N N_{60}$$

$(N_1)_{60}$ = valor N para un valor estándar de presión atmosférica p_a de 100 kPa

$$C_N = \sqrt{\frac{98}{\sigma'_v}} \quad \text{Liao \& Whitman (1986)}$$

EL PUNTO DE ANALISIS NO PRESENTA SUELOS ARENOSOS, POR LO TANTO, ESTA CORRECCION NO SE APLICA.

4.3.4. Corrección por Nivel Freático en arenas

Cuando los valores N_{spt} superan los 15 golpes en arena saturada, fina o limosa, densa o muy densa pueden ser anormalmente altos debido a la tendencia de dichos materiales a dilatarse durante el cizallamiento en condiciones sin drenaje.

La presión intersticial afecta la resistencia del suelo y por lo tanto el valor de N_{spt} . En esos casos, se recomienda la siguiente corrección (Terzaghi y Peck, 1948).

$$(N_1)_{60(CORR)} = 15 + \frac{1}{2}[(N_1)_{60} - 15] \quad \text{Terzaghi and Peck (1948)}$$

EL PUNTO DE ANALISIS NO PRESENTA NIVEL FREÁTICO EN ARENAS, POR LO TANTO, ESTA CORRECCION NO SE APLICA.

4.3.5. Angulo de fricción interna y cohesión no drenada

Se utilizaron las siguientes ecuaciones de correlación:

$$\varphi' = 27 + 0.3(N_1)_{60} \quad \text{Peck et al. (1974)}$$

Correlación previa entre S_u - N (SPT) Nassaji and Kalantari (2011).

Researchers	Explanation	S_u (kPa)
Sivrikaya & Toğrol (2002)	Highly plastic soil	$4.85N_{field}$
		$6.82N_{60}$
	Low plastic soil	$3.35N_{field}$
		$4.93N_{60}$
Fine-grained soil	$4.32N_{field}$	
	$6.18N_{60}$	

Por lo tanto, la cohesión no drenada:

$$c_u(kPa) = \frac{q_u}{2} = 4,93 * N_{60} \quad \text{Suelo de Baja Plasticidad}$$

Tabla 6. Valores de Angulo de fricción interna y cohesión no drenada Punto N°1

Profundidad (m)	N_{60}	$(N1)_{60}$	$(N1)_{60}$ corr por N.F.	Angulo de fricción interna (°)	Cohesion no drenada C_u (Kpa)
1,00	4,13	-	-	-	20,27
2,00	7,43	-	-	-	36,49
3,00	6,60	-	-	-	32,44
4,00	9,35	-	-	-	45,96

4.4. Cálculo de Capacidad de Carga Admisible

Se ha determinado la capacidad de carga admisible del terreno basados en teorías o fórmulas universalmente conocidas, **pero se deja a criterio del calculista si las considera** ya que existen distintas fórmulas para el cálculo de este valor.

4.4.1. Cálculo de N_{spt} de diseño.

Se calculó el número de golpes de diseño en función al bulbo de presiones generados por la estructura con los datos de numero de golpes corregidos, mediante la siguiente fórmula propuesta por Rahman (2017):

$$N_{Design} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{N_i}{i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{i^2}}$$

Donde:

- n = Número de capas en las que los valores N están disponibles desde la base de la zapata hasta 2B o a una profundidad en la cual los tipos de suelo son aproximadamente iguales.
- N = Numero de golpes corregido de cada capa desde la base de la zapata.

Tabla 7. Valores de N_{Desing} Punto N°1

Profundidad de Fundacion Df (m)	CLASIF. DE SUELOS	N ₆₀ Desing	Peso Unitario (kN/m ³)	Cohesion no drenada Desing (kPa)	Angulo de friccion efectivo (°)
	SUCS - ASTM D 2487				
1,00	CL	5,00	16,75	24,65	-
2,00	CL	7,00	18,44	34,51	-
3,00	CL	7,00	18,07	34,51	-
4,00	CL	9,00	19,15	44,37	-

4.4.2. Terzaghi (1942)

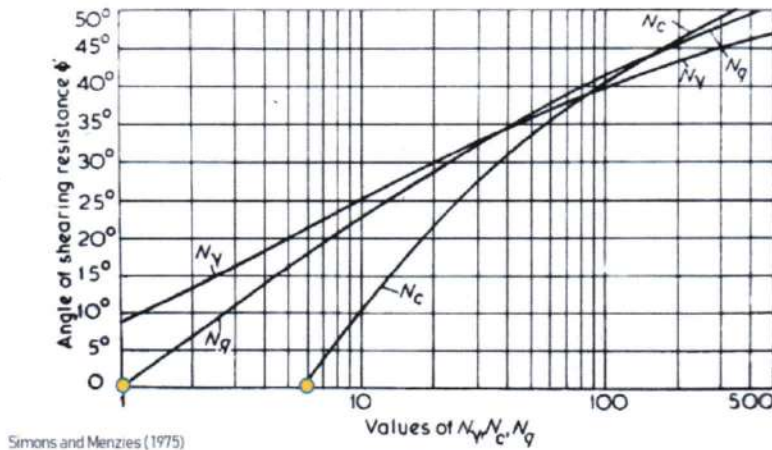
Se ha determinado la capacidad de carga admisible en suelos cohesivos, mediante la Teoría de capacidad portante de Terzaghi (1942):

$$q_u = q_c + q_q + q\gamma$$

$$q_u = c \times N_c + q \times N_q + \frac{1}{2} \times \gamma \times B \times N_\gamma$$

Donde:

- q_u = Capacidad de carga ultima
- C = Cohesión
- q = Sobrecarga
- N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga



En función a la estratigrafía se adoptó una condición no drenada para diferentes niveles de fundación, donde los factores de capacidad de carga son los siguientes:

Nc	Nq	Ny
5,7	1	0

Capacidad portante ultima y admisible:

Tabla 8. Valores de Qadm mediante Terzaghi (1942)

Punto N°1 para Df de 1m, 2m, 3m y 4m.

Profundidad de Fundacion Df (m)	CLASIF. DE SUELOS	N60 Desing	Q ult (kg/cm2)	FS	Qadm (kg/cm2)	Qadm asumir (kg/cm2)
	SUCS - ASTM D 2487					
1,00	CL	5,00	1,57	3,00	0,52	0,45
2,00	CL	7,00	2,30		0,77	0,75
3,00	CL	7,00	2,49		0,83	0,80
4,00	CL	9,00	3,23		1,08	1,05

4.5. Cálculo de Modulo de Balasto

Se ha determinado el módulo de balasto del terreno basados en teorías o fórmulas universalmente conocidas, **pero se deja a criterio del calculista si las considera** ya que existen distintas fórmulas y ensayos más precisos para el cálculo de este valor.

4.5.1. Bowles (1996)

$$K_s = \frac{F_s * q_a}{S}$$

Donde:

K_s = Modulo de balasto.

F_s = Factor de seguridad. (generalmente 2 - 3)

q_a = Capacidad de carga admisible.

S = Asentamiento esperado de la estructura.

Esta ecuación se basa en $q_a = q_{ult}/F_s$ en donde la presión última del suelo está en un asentamiento $\Delta H = 0.0254$ m o 1 pulgada (1/12 pies) y $k_s = q_{ult} / \Delta H$. Por $\Delta H = 6, 12, 20$ mm, etc., el factor 40 (o 12) se puede ajustar a 160 (o 48), 83 (o 24), 50 (o 16), etc.; 40 es razonablemente conservador, pero los desplazamientos asumidos más pequeños siempre pueden ser usados o modificados.

- Para un $S=2,54$ cm el módulo de Balasto será:

Tabla 9. Valores de K_s mediante Bowles (1996) Punto N°1

Profundidad de Fundacion D_f (m)	Q_{adm} (kgf/cm ²)	F_s	S (cm)	K_s (kgf/cm ³)	K_s Recomendada (kgf/cm ³)
1,00	0,45	3,00	2,54	0,53	0,40
2,00	0,75			0,89	0,70
3,00	0,80			0,94	0,80
4,00	1,05			1,24	1,00

5. NIVEL FREÁTICO

No se evidencio la presencia del Nivel Freático en el punto del Estudio, para el estudio se considera como nivel 0,00m el nivel de terreno natural.

Se desconoce la variabilidad del Nivel Freático en el tiempo, sólo se informa el nivel detectado a la fecha de exploración, se desconocen su variación estacional, nuevamente se aclara que este tema escapa al alcance de este informe.

6. CLASIFICACION DE SUELOS DE CIMENTACION SEGÚN LA GUIA BOLIVIANA DE DISEÑO SISMICO

Se clasifico el suelo realizando un promedio del N.º de golpes corregido y cohesión no drenada, luego entrando a la siguiente tabla presentada por la guía boliviana de diseño sísmico (Tabla 5-2, pág. 17).

Tabla 10. Parámetros del suelo

Parámetros del suelo

Tipo de suelo	V_{s30} (m/s)	N_{60} (golpes)	S_u (kPa)
S0	> 1500		
S1	760 a 1500		
S2	370 a 760	> 50	> 100
S3	180 a 370	15 a 50	50 a 100
S4	< 180	< 15	< 50
S5	Estudio geotécnico y de mecánica de suelos		

En caso de tener varios estratos de suelo, los valores promedio pueden ser calculados a través de las siguientes fórmulas:

$$V_{S30} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{V_{si}}} \quad N_{60} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_{60i}}} \quad S_u = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{S_{ui}}}$$

n es el número de estratos y d_i es el espesor del estrato i .

Los tipos de suelos se presentan en la tabla 5-1 de la guía boliviana de diseño sísmico (pág. 15).

Tabla 11. Tipos de suelo

Tipos de suelo

Suelo	Descripción
S0	Roca dura
S1	Roca
S2	Suelo muy rígido - roca blanda
S3	Suelo rígido
S4	Suelo blando
S5	Requiere un análisis de respuesta de sitio

Los puntos de análisis se clasifican de la siguiente manera:

Punto	Cohesion no drenada C_u (Kpa)	Tipo de suelo	Descripción
1	33,79	S4	Suelo Blando

Según la tabla 9 del presente informe:

El punto de análisis presenta un Suelo Blando (S4) con velocidades de propagación de onda menores a 180 m/s. Los suelos granulares con ensayos de penetración estándar N_{60} menores a 15 golpes y suelos cohesivos con resistencia al corte en condición no drenada S_u menor a 50 kPa.

7. DESCRIPCION ESTRATIGRAFICA

El punto N°1 está constituido por un terreno regular, desde la cota -0,30m hasta el final del estudio arcillas inorgánicas de baja plasticidad en condiciones blandas.

El estudio alcanzo una profundidad de -4,45m. Se desconoce la estratigrafía a mayores profundidades.

En el **anexo A** (Registro de investigación del subsuelo) se determinan las características de los perfiles, conjuntamente con los parámetros geotécnicos.

En el **anexo B** (Trabajo de Laboratorio) presenta la granulometría, límites de Atterberg con su clasificación respectiva.

8. CONCLUSIONES

- Se logró obtener datos de campo y la extracción de muestras representativas a distintas profundidades en el punto, donde se realizó ensayo SPT en las cotas -1,00m, -2,00m, -3,00m y -4,00m los suelos presentan condiciones blandas, se considera como cota 0,00m nivel de terreno natural. Se desconoce la estratigrafía a mayores profundidades.
- No se encontró presencia de Nivel Freático, se desconoce su variabilidad en el tiempo.
- El terreno está constituido por un terreno regular, donde se evidencia arcillas inorgánicas de baja plasticidad desde la cota -0,30m hasta el final del estudio, los suelos presentan condiciones blandas y humedades altas, el suelo se comportará en condiciones no drenadas.

- El punto de análisis presenta un Suelo Blando (S4) con velocidades de propagación de onda de corte menores a 180 m/s. Los suelos granulares con ensayos de penetración estándar N_{60} menores a 15 golpes y suelos cohesivos con resistencia al corte en condición no drenada S_u menor a 50 kPa.
- Se debe considerar los riesgos asociados a la ubicación de la estructura en función debido a la cercanía de la falla geológica Tarija, para considerar fenómenos sísmicos tales como: licuefacción, densificación del suelo, amplificación por condiciones geológicas, topográficas y desplazamientos por fallas.
- Los valores de Modulo de Balasto y Q_{adm} descritos en el presente informe son valores referenciales, con condiciones de profundidad de fundación (D_f) y ancho de base (B) impuestas, el ingeniero estructural deberá aplicar y calcular este valor con las condiciones adecuadas de D_f y B tomando como referencia la carga actuante de la estructura para un óptimo diseño de interacción suelo-estructura en su cimentación, también es libre de optar por cualquier otro método que no esté descrito en el informe para el cálculo de los parámetros obtenidos en el mismo u optar por otros ensayos mucho más precisos que se mencionan en la siguientes recomendaciones, esto para tener una idea más clara de los parámetros de resistencia y deformación a adoptar.
- Se debe considerar la variabilidad estacional en el año, ya que los parámetros de resistencia de los suelos son susceptibles con los cambios de humedad.

9. RECOMENDACIONES

En el área del proyecto presenta suelos de comportamiento no drenado, según los datos de caracterización del suelo (ver Anexo B), por lo tanto, cuando la carga es aplicada sufren una pequeña parte de su asentamiento y continúan consolidándose lentamente en forma decreciente por largos periodos de tiempo, a medida que expulsan lentamente el agua de sus poros.

Lo anterior implica que estos suelos son muy susceptibles a la humedad, y que sus características mecánicas y físicas son afectadas por estos cambios. Quiere decir que si se realizó un estudio de suelo en época seca y otro en tiempo de lluvia variarían en

resultado por más que se realizara en el mismo sitio, ya que su comportamiento es variable en relación a su contenido de agua, hace que físicamente en estado seco aparenta ser mayoritariamente de consistencia firme y cuando se humedece muestra plasticidad con evidente apariencia cohesiva presentando una consistencia blanda.

El ingeniero estructural deberá considerar el bulbo de presiones que actúa en el suelo y calcular o escoger la capacidad admisible en función a los parámetros físicos y mecánicos del suelo, ancho de base y carga que baja de la estructura, para la elección de una fundación adecuada.

Se recomienda realizar ensayos de deformación como el ensayo de carga de placa o de consolidación unidimensional para tener una idea clara para el cálculo de asentamientos totales y diferenciales, también ensayos que midan la resistencia no drenada, como ensayos de compresión no confinada, triaxial UU (suelos cohesivos por debajo del NF) y triaxial CU (suelos cohesivos por encima del NF).

En caso de fundar con cimentaciones superficiales se debe realizar un mejoramiento de suelos con suelos de banco tipo A-1-a o A-1-b compactados a humedad óptima para alcanzar una densidad máxima y que no presenten expansión, el espesor a mejorar debe cubrir la mayor parte del bulbo de presiones generado por las cargas de la futura estructura, el espesor a mejorar por debajo del nivel de fundación a adoptar, se determinara con la teoría de disipación de esfuerzos propuesta por Boussinesq, también se puede implementar vigas de arriostre y zapatas combinadas para tener una mayor rigidez y evitar asentamientos.

En cualquier caso, se tendrá en cuenta que las conclusiones y consideraciones hechas únicamente serán válidas para materiales con características y propiedades similares a las descritas en el presente informe.

Si se encontrasen discordancias entre el terreno existente en algún punto y los resultados descritos en este informe, deberá estudiarse detalladamente el caso y completar las prospecciones si ello fuese necesario con un nuevo estudio geotécnico.

Tarija, 31 de marzo de 2023.




José A. Flores Iriarte
INGENIERO CIVIL
R.N.I. 45.026
SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA

Ing. José Alejandro Flores Iriarte
ENCARGADO DE LAB. DE MEC. SUELOS.
“INGEOSUD”

ANEXOS

ANEXO A

**REGISTRO DE INVESTIGACIÓN
DEL SUBSUELO**



REGISTRO DE INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

(PERFIL GEOTÉCNICO)

REV:	01
FECHA:	31-mar-23
REPORTE:	PGS-18/23
PAG:	01 de 01

PUNTO N°

01

CLIENTE / Client:
PROYECTO / Project:
UBICACIÓN / Location:

Univ. Ximena Gallardo Galvan
DISEÑO ESTRUCTURAL "CENTRO DE SALUD VILLA FÁTIMA"
 Avenida Jaime Paz Zamora entre calle Gral. Sossa y pasaje Serapio Martínez, Barrio Villa Fatima, ciudad de Tarja

PROGRESIVA / Progressive:
COORDENADAS / Coordinates: E: 321927,54 Zonas: 20 K
 S: 7616906,70 Cota msnm 1859,9

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE PERFORACIÓN

DIAMETRO EXTERNO	2 PULG.	PESO DEL MARTINETE	140 LB
DIAMETRO INTERNO	1 3/8 PULG.	ALTURA DE CAIDA LIBRE	30 PULG.

ESCALA	PROF. (m)	PERFIL GEOTEC.	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	% HUMEDAD NATURAL	GRAFICO DE VARIACION % HUM. Vs. PROF.	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				LÍMITES DE CONSISTENCIA			CLASE DE SUELOS SISTEMA S.U.C.C. Y A.A.S.H.T.O.	PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE LOS SUELOS					GRAFICO DE ESFUERZO EFECTIVO vs PROF.	Índice de Resistencia a la Penetración					GRAFICO DE RESIS. A LA PENETRACION NUM DE GOLPES vs PROF.	Q adm. recomendada (kg/cm ²)		
						% MAS FINO EN#4	% MAS FINO EN#10	% MAS FINO EN#40	% MAS FINO EN#200	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE PLÁSTICO		ANG. DEUC. (°)	COEF. DE PRESION (kPa)	Pres. Efectiva (kN/m ²)	Peso Unitario Sumergido (kN/m ³)	Esfuerzo Efectivo (kN/m ²)		N spt cada 15cm.	N spt	N 60	(N) 60	(N) 60 ser. por N.F.			PROF. (m)	
	0,00		Manto Organico																									
	1,00		Arcillas inorganicas de baja plasticidad, condiciones blandas.	22,40%		99,63	99,25	98,55	97,82	38,86	22,71	16,15	CL A-6 (10)	-	20	16,75	-	16,75										1,00
	1,45																		2	5	4	-	-					1,45
	2,00																		3									2,00
	2,45																		3	9	7	-	-					2,45
	3,00																	4	8	7	-	-					3,00	
	3,45																	4									3,45	
	4,00																	3									4,00	
	4,45																	5	10	9	-	-					4,45	
	5,00																	5									5,00	

FIN DEL SONDEO

FECHA DE REALIZACIÓN DEL ENSAYO:	22/03/2023	Ing. Jose Alejandro Flores Iriarte ENCARGADO DE LABORATORIO	OBSERVACIONES:
FECHA DE CONCLUSIÓN DEL ENSAYO:	22/03/2023		No se evidencio la presencia del Nivel Freático en el Estudio Geotécnico, para el estudio se considera como nivel 0,00 la boca del sondeo realizado, donde se realizó ensayo SPT en las cotas -1,00m, -2,00m, -3,00m y -4,00m, los suelos presentan condiciones blandas y humedades altas. Se desconoce la estratigrafía a mayores profundidades. El calculo de los distintos parametros estan descritos en presente informe.

ANEXO B

TRABAJO DE LABORATORIO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

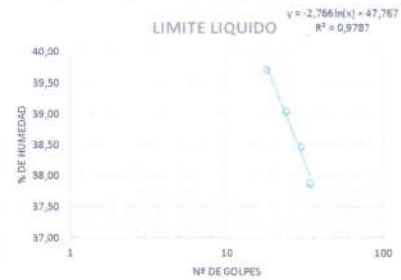
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL "CENTRO DE SALUD VILLA FÁTIMA"	UBICACIÓN: AV. JAÍME PAZ, ENTRE C/GRAL. SOSSA Y PJE. SERAPIO
SOLICITANTE: XIMENA GALLARDO GALVAN	FECHA: 22/03/2023
LABORATORISTA: ING. IRAIDA MENDOZA ARENAS	IDENTIFICACIÓN: P1-01 PROF. (m) 1,00

GRANULOMETRÍA DE SUELOS					
Peso Total Seco (gr.)		300	Norma:	A.S.T.M. D 6913	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº4	4,75	1,12	1,12	0,37	99,63
Nº10	2,00	1,13	2,25	0,75	99,25
Nº40	0,425	2,09	4,34	1,45	98,55
Nº200	0,075	2,19	6,53	2,18	97,82
BASE		293,47			

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)			
Cápsula Nº	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	80,14	76,62	69,41
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	70,58	68,38	62,02
Peso de cápsula (gr)	27,34	31,12	29,84
Peso de suelo seco (gr)	43,24	37,26	32,18
Peso del agua (gr)	9,56	8,24	7,39
Contenido de humedad (%)	22,11	22,11	22,96
Contenido de humedad Promedio (%)	22,40		



LÍMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP) ASTM D 4318				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula Nº	1	2	3	4
Nº de golpes	18	24	30	34
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	39,18	41,50	41,57	47,15
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	32,04	34,1	34,14	38,36
Peso del agua (gr)	7,14	7,40	7,43	8,79
Peso de la Cápsula (gr)	14,06	15,15	14,83	15,16
Peso de Suelo Seco (gr)	17,98	18,95	19,31	23,2
Porcentaje de Humedad (%)	39,71	39,05	38,48	37,89
Determinación de Límite Plástico				
Cápsula	1	2	3	Límite Líquido (LL)
Peso de suelo húmedo + Cápsula	19,26	16,18	18,94	38,86 %
Peso de suelo seco + Cápsula	18,95	15,71	18,52	Límite Plástico (LP)
Peso de cápsula	17,58	13,66	16,66	22,71 %
Peso de suelo seco	1,37	2,05	1,86	Índice de plasticidad (IP)
Peso del agua	0,31	0,47	0,42	16,15 %
Contenido de humedad	22,63	22,93	22,58	Índice de Grupo (IG)
				10



CLASIFICACIÓN DEL SUELO	SUCS - ASTM D 2487: CL
	AASHTO M-145: A-6 (10)
DESCRIPCIÓN	ARCILLA INOGÉNICA DE BAJA PLASTICIDAD


José A. Flores Iriarte
 INGENIERO CIVIL
 R.N.I. 45.026
 SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA

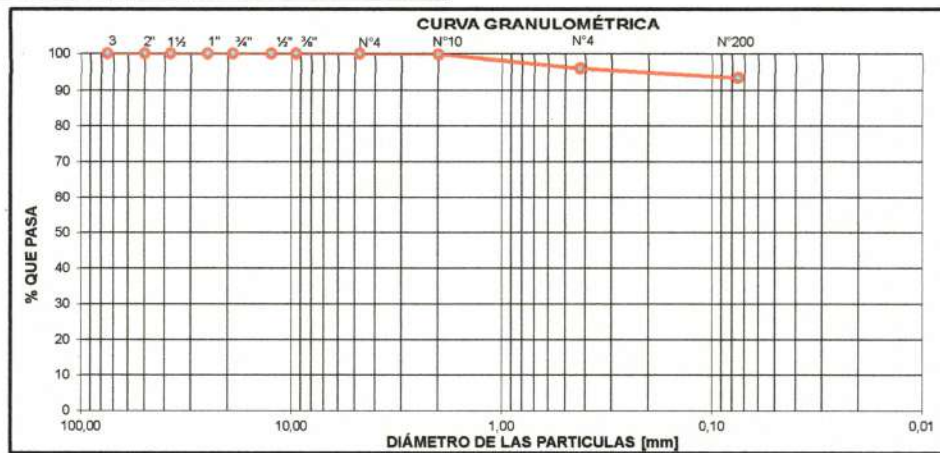
Ing. José Alejandro Flores Iriarte
 RESPONSABLE LAB. MEC. SUELOS
 INGEOSUD

CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

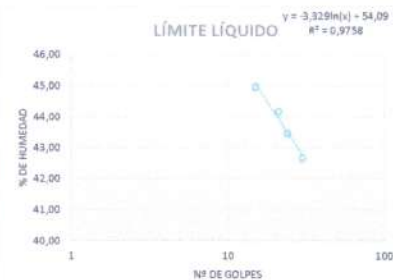
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL "CENTRO DE SALUD VILLA FÁTIMA"	UBICACIÓN: AV. JAIME PAZ, ENTRE C/GRAL. SOSSA Y PJE. SERAPIO MARTINEZ
SOLICITANTE: XIMENA GALLARDO GALVAN	FECHA: 22/03/2023
LABORATORISTA: ING. IRAIDA MENDOZA ARENAS	IDENTIFICACIÓN: P1-02 PROF. (m) 2,00

GRANULOMETRÍA DE SUELOS					
Peso Total Seco (gr.)		300	Norma: A.S.T.M. D 6913		
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº10	2,00	0,63	0,63	0,21	99,79
Nº40	0,425	11,03	11,66	3,89	96,11
Nº200	0,075	7,69	19,35	6,45	93,55
BASE		280,65			

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)			
Cápsula Nº	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	78,18	66,89	73,95
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	69,58	60,24	66,08
Peso de cápsula (gr)	30,16	30,36	31,31
Peso de suelo seco (gr)	39,42	29,88	34,77
Peso del agua (gr)	8,60	6,65	7,87
Contenido de humedad (%)	21,82	22,26	22,63
Contenido de humedad Promedio (%)	22,24		



LÍMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP) ASTM D 4318				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula Nº	1	2	3	4
Nº de golpes	15	21	24	30
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	46,41	41,56	42,50	44,01
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	37,02	33,97	34,57	35,61
Peso del agua (gr)	9,39	7,59	7,93	8,40
Peso de la Cápsula (gr)	16,14	16,79	16,33	15,93
Peso de Suelo Seco (gr)	20,88	17,18	18,24	19,68
Porcentaje de Humedad (%)	44,97	44,18	43,48	42,68
Determinación de Límite Plástico				
Cápsula	1	2	3	Límite Líquido (LL)
Peso de suelo húmedo + Cápsula	17,75	18,60	19,12	43,37 %
Peso de suelo seco + Cápsula	17,40	18,20	18,64	Límite Plástico (LP)
Peso de cápsula	15,96	16,58	16,71	24,62 %
Peso de suelo seco	1,44	1,62	1,93	Índice de plasticidad (IP)
Peso del agua	0,35	0,40	0,48	18,75 %
Contenido de humedad	24,31	24,69	24,87	Índice de Grupo (IG)
				12



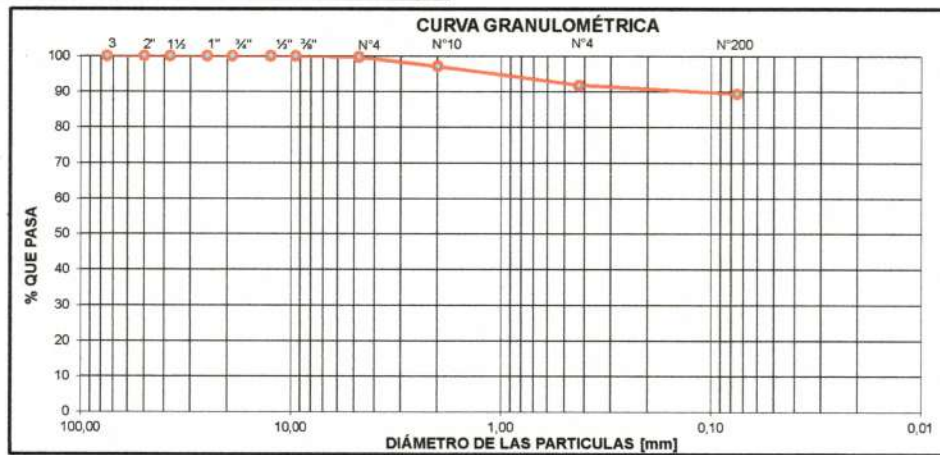
CLASIFICACIÓN DEL SUELO	SUCS - ASTM D 2487: CL AASHTO M-145: A-7-6 (12)
DESCRIPCIÓN	ARCILLA INOGÁNICA DE MEDIA PLASTICIDAD

CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL "CENTRO DE SALUD VILLA FÁTIMA"	UBICACIÓN: AV. JAIME PAZ, ENTRE C/GRAL. SOSSA Y PJE. SERAPIO
SOLICITANTE: XIMENA GALLARDO GALVAN	FECHA: 22/03/2023
LABORATORISTA: ING. IRAIDA MENDOZA ARENAS	IDENTIFICACIÓN: P1-03 PROF. (m) 3,00

GRANULOMETRÍA DE SUELOS					
Peso Total Seco (gr.)		300	Norma:	A.S.T.M. D 6913	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº4	4,75	0,89	0,89	0,30	99,70
Nº10	2,00	7,64	8,53	2,84	97,16
Nº40	0,425	16,21	24,74	8,25	91,75
Nº200	0,075	7,05	31,79	10,60	89,40
BASE		268,21			

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)			
Cápsula Nº	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	67,96	63,18	67,35
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	59,23	56,24	59,33
Peso de cápsula (gr)	26,64	30,66	30,63
Peso de suelo seco (gr)	32,59	25,58	28,70
Peso del agua (gr)	8,73	6,94	8,02
Contenido de humedad (%)	26,79	27,13	27,94
Contenido de humedad Promedio (%)	27,29		



LÍMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP) ASTM D 4318				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula Nº	1	2	3	4
Nº de golpes	15	20	32	35
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	42,30	42,64	42,15	43,58
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	33,92	34,40	33,88	35,07
Peso del agua (gr)	8,38	8,24	8,27	8,51
Peso de la Cápsula (gr)	16,40	16,78	15,71	16,03
Peso de Suelo Seco (gr)	17,52	17,62	18,17	19,04
Porcentaje de Humedad (%)	47,83	46,77	45,51	44,70
Determinación de Límite Plástico				
Cápsula	1	2	3	Límite Líquido (LL)
Peso de suelo húmedo + Cápsula	17,91	18,32	18,65	46,07 %
Peso de suelo seco + Cápsula	17,49	17,85	18,20	Límite Plástico (LP)
Peso de cápsula	15,80	15,93	16,35	24,55 %
Peso de suelo seco	1,69	1,92	1,85	Índice de plasticidad (IP)
Peso del agua	0,42	0,47	0,45	21,52 %
Contenido de humedad	24,85	24,48	24,32	Índice de Grupo (IG)
				14



CLASIFICACIÓN DEL SUELO	SUCS - ASTM D 2487: CL
	AASHTO M-145: A-7-6 (14)
DESCRIPCIÓN	ARCILLA INOGÁNICA DE MEDIA PLASTICIDAD


José A. Flores Iriarte
 INGENIERO CIVIL
 R.N.I. 45.026
 SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA

Ing. Jose Alejandro Flores Iriarte
 RESPONSABLE LAB. MEC. SUELOS
 INGEOSUD

CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

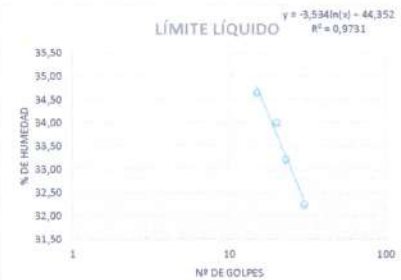
PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL "CENTRO DE SALUD VILLA FÁTIMA"	UBICACIÓN:	AV. JAIME PAZ, ENTRE C/GRAL. SOSSA Y PJE. SERAPIO
SOLICITANTE:	XIMENA GALLARDO GALVAN	FECHA:	22/03/2023
LABORATORISTA:	ING. IRAIDA MENDOZA ARENAS	IDENTIFICACIÓN:	P1-04 PROF. (m) 4,00

GRANULOMETRÍA DE SUELOS					
Peso Total Seco (gr.)		300	Norma: A.S.T.M. D 6913		
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº4	4,75	0,18	0,18	0,06	99,94
Nº10	2,00	0,09	0,27	0,09	99,91
Nº40	0,425	0,97	1,24	0,41	99,59
Nº200	0,075	0,80	2,04	0,68	99,32
BASE		297,96			

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)			
Cápsula Nº	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	75,65	82,66	72,98
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	65,87	71,94	64,10
Peso de cápsula (gr)	29,50	31,24	30,30
Peso de suelo seco (gr)	36,37	40,70	33,80
Peso del agua (gr)	9,78	10,72	8,88
Contenido de humedad (%)	26,89	26,34	26,27
Contenido de humedad Promedio (%)	26,50		



LÍMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP) ASTM D 4318				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula Nº	1	2	3	4
Nº de golpes	15	20	23	30
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	44,87	46,69	41,25	44,79
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	37,54	38,88	34,82	37,55
Peso del agua (gr)	7,33	7,81	6,43	7,24
Peso de la Cápsula (gr)	16,39	15,92	15,46	15,11
Peso de Suelo Seco (gr)	21,15	22,96	19,36	22,44
Porcentaje de Humedad (%)	34,66	34,02	33,21	32,26
Determinación de Límite Plástico				
Cápsula	1	2	3	Límite Líquido (LL)
Peso de suelo húmedo + Cápsula	18,31	18,45	18,18	32,98 %
Peso de suelo seco + Cápsula	17,97	18,04	17,85	Límite Plástico (LP)
Peso de cápsula	16,39	16,12	16,33	21,53 %
Peso de suelo seco	1,58	1,92	1,52	Índice de plasticidad (IP)
Peso del agua	0,34	0,41	0,33	11,45 %
Contenido de humedad	21,52	21,35	21,71	Índice de Grupo (IG)
				8



CLASIFICACIÓN DEL SUELO	SUCS - ASTM D 2487:	CL
	AASHTO M-145:	A-6 (8)
DESCRIPCIÓN	ARCILLA INOGENICA DE BAJA PLASTICIDAD	

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

José A. Flores Iriarte
 INGENIERO CIVIL
 R.N.I. 45.026
 SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA
 Ing. Jose Alejandro Flores Iriarte
 RESPONSABLE LAB. MEC. SUELOS
 INGEOSUD

ANEXO C

REPORTE FOTOGRAFICO

TRABAJO DE CAMPO



Ensayo S.P.T.



P1-01



P1-02



P1-03



P1-04

TRABAJO DE LABORATORIO



Toma de datos para contenido de humedad, posterior secado de muestras en horno a temperatura $110\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



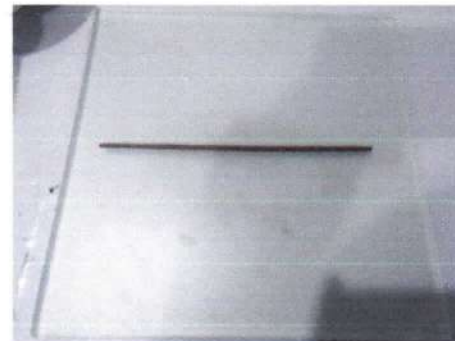
Pesaje de muestra para granulometría en balanza de precisión 0,01 gr.



Lavado de muestras por tamiz N°200, posterior secado de muestras en horno a temperatura $110\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Granulometría por tamizado y pesaje de suelo retenido en balanza de precisión 0,01 gr.



Determinación de Límites Atterberg

ANEXO 3

TABLAS

Tabla 1. Sobrecargas de Servicio

TIPO DE SERVICIO	SOBRECARGA	
	Uniforme KN/m ²	Concentrada KN
Archivos (5)	7	
Azoteas y terrazas (Donde pueden congregarse personas)	5	
Azoteas accesibles privadamente	3	
Azoteas inaccesibles	1	
Balcones		
Viviendas en general	5	
Casas de 1 y 2 familias, no excediendo 10	3	
Otros casos		
Baños		
Viviendas	2	
Otros destinos	3	
Bibliotecas		
Salas de lectura	3	4.5
Salas de almacenamiento de libros (5)	7	4.5
Corredores en pisos superiores a planta baja	4	4.5
Corredores en planta baja	5	4.5
Bowling, billar y áreas recreacionales similares	4	
Cielorrasos con posibilidad de almacenamiento		
Áreas de almacenamiento liviano	1	
Áreas de almacenamiento ocasional	0.5	
Accesibles con fines de mantenimiento		1
Cocinas		
Viviendas	2	
Otros destinos	4	
Comedores, restaurantes y confiterías	5	
Corredores (Circulación)		
Planta baja	5	

Otros pisos, lo mismo que el destino al que sirve, excepto otra indicación en esta		
Cuartos de máquinas y calderas	7.5	
Comercio (Negocios)		
Venta al menudeo		
Planta baja	5	4.5
Pisos superiores	4	4.5
Comercio alpor mayor, todos los pisos	6	4.5
Depósitos (serán diseñados para cargas más pesadas si el almacenamiento previsto lo requiere)		
Liviano	6	
Pesado	12	
Entrepiso liviano, sobre un área de 650 mm ²		1
Escuelas		
Aulas	7	4.5
Corredores en pisos superiores a planta baja	4	4.5
Corredores en planta baja	5	4.5
Estrados y tribunas	5	
Estadios		
Sin asientos fijos	5	
Con asientos fijos (ajustados al piso)	4	
Escaleras y caminos de salida		
Viviendas y hoteles en áreas privadas	4	
Todos los demás destinos	5	
Escotillas y claraboyas		1
Fábricas		
Manufactura liviana	6	9
Manufactura pesada	12	14
Garajes		
para automóviles solamente		
camiones y ómnibus	2.5	
Gimnasios, áreas principales y balcones	5	
Hospitales		

Salas de operaciones, laboratorios	3	4.5
Habitaciones privadas	2	4.5
Salas	2	4.5
Corredores en piso superiores a planta baja.	4	4.5
Instituciones carcelarias		
Celdas	2	
Corredores	5	
Lavaderos		
viviendas	2	
otros destinos	3	
Marquesinas y estructuras de entrada a edificios	3.5	
Edificios para Oficinas		
Salas de computación y archivo se diseñarán para cargas mayoradas basadas en el destino previstos salones de entrada y corredores	5	9
Oficinas	2.5	9
Corredores en pisos superiores a planta baja	4	9
Pasarelas y plataformas elevadas (que no corresponden a vías de escape)	4	
Patios y lugares de paseo	5	
Salones de reunión, teatros y cines		
Asientos fijos, sujetos al piso	3	
Salones	5	
Asientos móviles	5	
Plataformas (reunión)	5	
Pisos de escenarios	7	
Salas de proyección	5	
Salones de baile y fiesta	5	
Salidas de Incendio		
En general	5	
En viviendas unifamiliares únicamente	2	
Hoteles, casa multiformes y departamentos		
Habitaciones privadas y corredores que las sirven	2	36

Habitaciones de reunión y corredores que	5	
Veredas, entradas vehiculares y patios sujetos a	12	
entradas de camiones		
Vestuarios	2.5	

Fuente: IBNORCA, Anteproyecto Norma Boliviana APNB 1225002-1

Tabla 2. - Estados límites últimos - Coeficientes de minoración de la resistencia de los materiales

Material	Coefficiente básico	Nivel de control	Corrección
Acero	$\gamma_s = 1.15$	Reducido	+ 0,05
		Normal	0
		Intenso	- 0,05
Hormigón	$\gamma_c = 1.50$	Reducido (1)	+ 0,20
		Normal	0
		Intenso (2)	- 0,10

En el caso de las piezas hormigonadas en vertical, la resistencia del proyecto del hormigón deberá, además, minorarse en un 10 %.

(1) No se adoptará en el cálculo una resistencia de proyecto del hormigón mayor de 15 MPa.
(2) En especial, para hormigones destinados a elementos prefabricados en instalación industrial con control a nivel intenso.

Coefficiente básico	Nivel de control y daños previsibles		Corrección
$\gamma_f = 1.6$	Nivel de control en la ejecución	Reducido	+ 0,20
		Normal	0
		Intenso	- 0,10
	Daños previsibles en caso de accidente	Mínimos y exclusivamente materiales	- 0,10
		Medios	0
		Muy importantes	+ 0,20

– El valor final de γ_f , será el que se obtenga como resultado de la combinación de las correcciones introducidas en el coeficiente básico, en función del nivel de control adoptado y de la magnitud de los daños previsibles.
– Se tendrá en cuenta que, en el caso de daños previsibles muy importantes, no es admisible un control de ejecución a nivel reducido.
– Se podrá reducir el valor final de γ_f en un 5 %, cuando los estudios, cálculos e hipótesis sean muy rigurosos, se consideren todas las solicitaciones y sus combinaciones posibles y se estudien con el mayor detalle los anclajes, nudos, enlaces, apoyos, etc.
– Deberán comprobarse, con especial cuidado y rigor, las condiciones de figuración, cuando el producto $\gamma_s \cdot \gamma_f$ resulte inferior a 1,65.

Fuente; norma boliviana CBH-87

Tabla 3.- Valores Límites

$\xi = 0,45$	$\mu = 0,2961$	$\omega = 0,3643$
--------------	----------------	-------------------

Fuente: MONTOYA JIMÉNEZ, Pedro.; Hormigón Armado. (15ª.ed.)

**Tabla 4.-Tabla Universal Para Flexión Simple O Compuesta
Aceros De Dureza Natural**

ξ	μ	ω	
0,0816	0,03	0,0308	
0,0953	0,04	0,0414	
0,1078	0,05	0,052	D
0,1194	0,06	0,0627	O
0,1306	0,07	0,0735	M
0,1413	0,08	0,0844	I
0,1518	0,09	0,0953	N
0,1623	0,1	0,1064	I
0,1729	0,11	0,1177	O
0,1836	0,12	0,1291	
0,1944	0,13	0,1407	
0,2054	0,14	0,1524	2
0,2165	0,15	0,1643	
0,2277	0,16	0,1762	
0,2391	0,17	0,1884	
0,2507	0,18	0,2008	
0,2592	0,1872	0,2098	
0,2636	0,19	0,2134	
0,2796	0,2	0,2263	
0,2958	0,21	0,2395	
0,3123	0,22	0,2529	
0,3292	0,23	0,2665	D
0,3464	0,24	0,2804	O
0,3639	0,25	0,2946	M
0,3818	0,26	0,3091	I
0,4001	0,27	0,3239	N
0,4189	0,28	0,3391	I
0,4381	0,29	0,3546	O
0,45	0,2961	0,3643	
0,4577	0,3	0,3706	3
0,478	0,31	0,3869	
0,4988	0,32	0,4038	
0,5202	0,33	0,4211	
0,5423	0,34	0,439	
0,5652	0,35	0,4576	
0,589	0,36	0,4768	
0,6137	0,37	0,4968	
0,6168	0,3712	0,4993	

Fuente: MONTOYA JIMÉNEZ, Pedro.; Hormigón Armado. (15ª.ed.)

Tabla 5.- Cuantías Geométricas, mínimas, referidas a la sección total de hormigón, en tanto por mil

Elemento	Posición	AH 215 L	AH 400	AH 500	AH 600
Pilares (*)		8	6	5	4
Losa (**)		2	1.8	1.5	1.4
Vigas (***)		5	3.3	2.8	2.3
Muros (****)	Horizontal	2.5	2	1.6	1.4
	Vertical	1.5	1.2	0.9	0.8

(*) Cuantía mínima de la armadura longitudinal

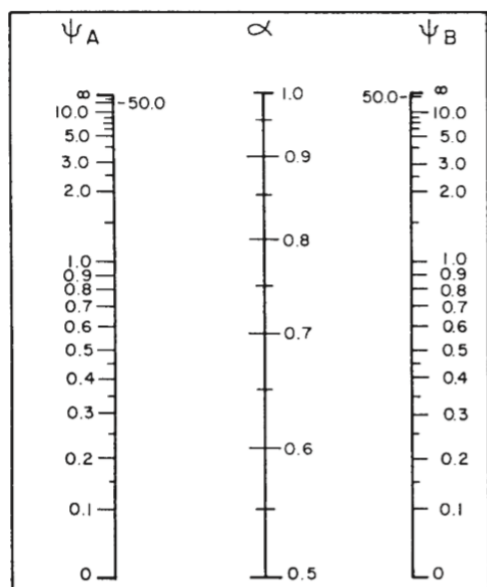
(**) Cuantía mínima de cada una de las armaduras. Longitudinal y transversal. Las losas apoyadas sobre el terreno requieren estudio especial.

(***) Cuantía mínima correspondiente a la cara de tracción. Se recomienda disponer, en la cara opuesta, una armadura mínima, igual al 30% de la consignación.

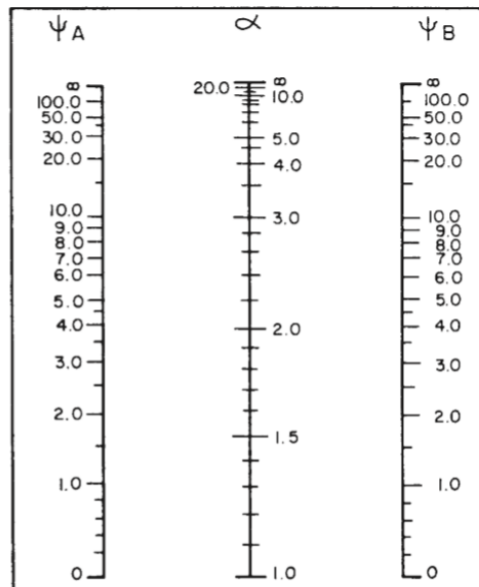
(****) Cuantía mínima de la armadura total, en la dirección considerada. Esta armadura total debe distribuirse entre las dos caras, de forma que ninguna de ellas tenga una cuantía inferior a un tercio de la indicada. Los muros que deben cumplir requisitos de estanquidad. Requieren estudio especial.

Fuente: Norma Boliviana Del Hormigón Armado CBH-87

Tabla 6.- Abaco para soportes de Hormigón Armado



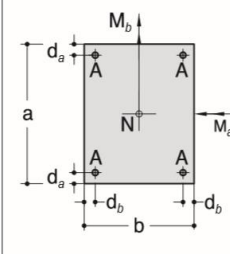
a) Pórticos intraslacionales

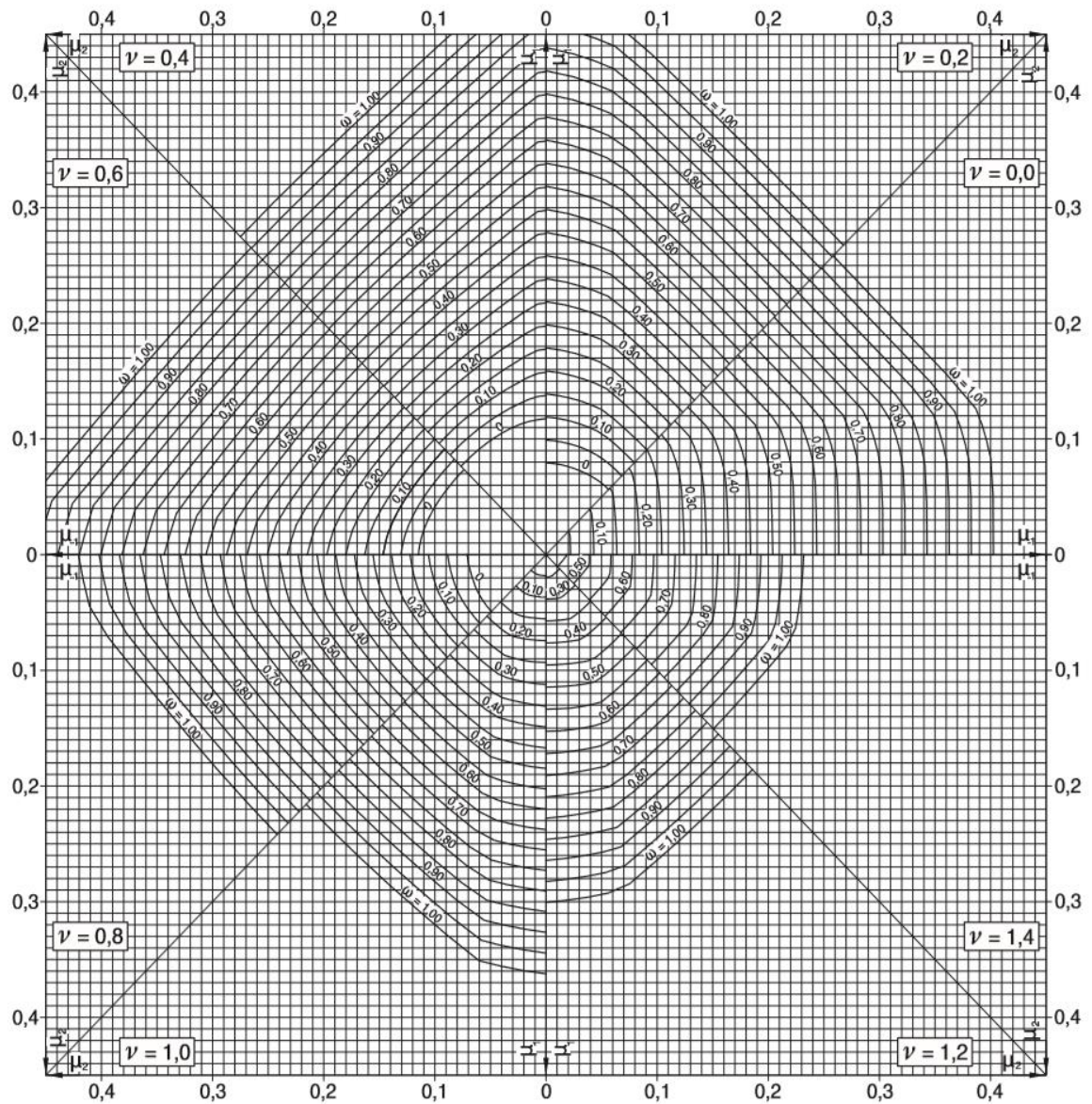


b) Pórticos traslacionales

Fuente: MONTOYA JIMÉNEZ, Pedro.; Hormigón Armado. (15ª.ed.)

Tabla 7.- Abaco En Roseta Para Flexión Esviada

$\mu_a = \frac{M_{ad}}{A_c \cdot a \cdot f_{cd}}$ $\mu_b = \frac{M_{bd}}{A_c \cdot b \cdot f_{cd}}$ $\nu = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}}$ <p>si $\mu_a > \mu_b \Rightarrow \mu_1 = \mu_a : \mu_2 = \mu_b$</p> <p>si $\mu_a < \mu_b \Rightarrow \mu_1 = \mu_b : \mu_2 = \mu_a$</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">ACERO B 400 S o B 500 S $400 \leq f_{yk} \leq 500 \text{ N/mm}^2$</p> <p style="text-align: center;">$A_c = a \cdot b$ $A_{tot} = 4 \cdot A$</p> <p style="text-align: center;">$d_a = 0,10 a ; d_b = 0,10 b$</p>
--	---



Fuente: MONTOYA JIMÉNEZ, Pedro.; Hormigón Armado. (15ª.ed.)

Tabla 8. – Recubrimientos mínimos en milímetros

Valores básicos			Correcciones para			
Condiciones ambientales			Armaduras sensibles a la corrosión	losas ó láminas	Hormigón	
No severas (mm)	Moderadamente severas	Severas			H 12.5	H 40
					H 15	H 45
					H 17.5	H 50
					H 20	H 55
15	25	35	+10	-5	+5	-5

Fuente: Norma Boliviana de Hormigón Armado CBH-87

Tabla 9. – Vida útil nominal de los diferentes tipos de estructuras

Tipo de estructura	Vida útil nominal
Estructuras de carácter temporal ⁽²⁾	Entre 3 y 10 años
Elementos reemplazables que no forman parte de la estructura principal (por ejemplo, barandillas, apoyos de tuberías)	Entre 10 y 25 años
Edificios (o instalaciones) agrícolas o industriales y obras marítimas	Entre 15 y 50 años
Edificios de viviendas u oficinas y estructuras de ingeniería civil (excepto obras marítimas) de repercusión económica baja o media	50 años
Edificios de carácter monumental o de importancia especial	100 años
Puentes y otras estructuras de ingeniería civil de repercusión económica alta	100 años

⁽¹⁾ Cuando una estructura esté constituida por diferentes partes, podrá adoptarse para tales partes diferentes valores de vida útil, siempre en función del tipo y características de la construcción de las mismas.

⁽²⁾ En función del propósito de la estructura (exposición temporal, etc.). En ningún caso se considerarán como estructuras de carácter temporal aquellas estructuras de vida útil nominal superior a 10 años.

Fuente: Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08

Tabla 10. – Vida útil nominal de los diferentes tipos de estructuras

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN				DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso		
No agresiva		I	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> – Interiores de edificios, no sometidos a condensaciones. – Elementos de hormigón en masa. 	<ul style="list-style-type: none"> – Elementos estructurales de edificios, incluido los forjados, que estén protegidos de la intemperie.
Normal	Humedad alta	IIa	Corrosión de origen diferente de los cloruros	<ul style="list-style-type: none"> – Interiores sometidos a humedades relativas medias altas (> 65%) o a condensaciones. – Exteriores en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm. – Elementos enterrados o sumergidos. 	<ul style="list-style-type: none"> – Elementos estructurales en sótanos no ventilados. – Cimentaciones. – Estribos, pilas y tableros de puentes en zonas, sin impermeabilizar con precipitación media anual superior a 600 mm. – Tableros de puentes impermeabilizados, en zonas con sales de deshielo y precipitación media anual superior a 600 mm. – Elementos de hormigón, que se encuentren a la intemperie o en las cubiertas de edificios en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm. – Forjados en cámara sanitaria, o en interiores en cocinas y baños, o en cubierta no protegida.
	Humedad media	IIb	Corrosión de origen diferente de los cloruros	<ul style="list-style-type: none"> – Exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm. 	<ul style="list-style-type: none"> – Elementos estructurales en construcciones exteriores protegidas de la lluvia. – Tableros y pilas de puentes, en zonas de precipitación media anual inferior a 600 mm.
Marina	Aérea	IIIa	Corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> – Elementos de estructuras marinas, por encima del nivel de pleamar. – Elementos exteriores de estructuras situadas en las proximidades de la línea costera (a menos de 5 km). 	<ul style="list-style-type: none"> – Elementos estructurales de edificaciones en las proximidades de la costa. – Puentes en las proximidades de la costa. – Zonas aéreas de diques, pantalanés y otras obras de defensa litoral. – Instalaciones portuarias.
	Sumergida	IIIb	Corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> – Elementos de estructuras marinas sumergidas permanentemente, por debajo del nivel mínimo de bajamar. 	<ul style="list-style-type: none"> – Zonas sumergidas de diques, pantalanés y otras obras de defensa litoral. – Cimentaciones y zonas sumergidas de pilas de puentes en el mar.
	En zona de carrera de mareas y en zonas de salpicaduras	IIIc	Corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> – Elementos de estructuras marinas situadas en la zona de salpicaduras o en zona de carrera de mareas. 	<ul style="list-style-type: none"> – Zonas situadas en el recorrido de marea de diques, pantalanés y otras obras de defensa litoral. – Zonas de pilas de puentes sobre el mar, situadas en el recorrido de marea.
Con cloruros de origen diferente del medio marino		IV	Corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> – Instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presente un contenido elevado de cloruros, no relacionados con el ambiente marino. – Superficies expuestas a sales de deshielo no impermeabilizadas. 	<ul style="list-style-type: none"> – Piscinas e interiores de los edificios que las albergan. – Pilas de pasos superiores o pasarelas en zonas de nieve. – Estaciones de tratamiento de agua.

Fuente: Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08

Tabla 11. Longitudes de anclaje para barras corrugadas aisladas valores de los coeficientes m

Hormigón f_{ck} (N/mm ²)	Acero B 400 S y B 400 SD				Acero B 500 S y B 500 SD			
	m_1	m_2	m_3	m_4	m_1	m_2	m_3	m_4
20	14	20	10	14	19	27	13	19
25	12	17	8	12	15	21	11	15
30	10	14	7	10	13	18	9	13
35	9	13	7	9	12	17	9	12
40	8	12	6	8	11	16	8	11
45	7	11	5	7	10	15	7	10
50	7	10	5	7	10	14	7	10

Fuente: Hormigón Armado “Pedro Jiménez Montoya”, (15ª Ed.)

Tabla 12. Sobrecargas de servicio

Tipo de servicio	Sobrecargas	
	Uniforme en kPa (kN/m ²)	Concentrada en kN
CARCELES (Instituciones penales)		
- Corredores	2,0	
- Corredores	4,0	
- Zonas públicas	Ver lugares de asamblea	
CENTROS DE EDUCACIÓN		
- Aulas	3,0	4,5
- Corredores en pisos superiores a planta baja	4,0	4,5
- Corredores en planta baja	5,0	4,5
- Talleres	3,5 (ver 6.4)	
- Laboratorios	3,0 (ver 6.4)	
- Escaleras	4,0	
COCINAS		
- Viviendas	2,0	
- Otros destinos	4,0	
CUBIERTAS		
- Cubiertas livianas (Techos de calamina, tejas, plásticas.)		2,0
- Techos normales planos, inclinados y curvados	1,00	
- Las áreas del techo se utilizan para fines de reuniones y asambleas	5,00	
- Techos vegetales y paisajísticos		
o No están destinadas para la ocupación humana	1,00	
o Las áreas del techo se utilizan para fines de reuniones y asambleas	5,00	
o Las áreas de techo utilizadas para otras ocupaciones	Igual que la ocupación servida	
- Toldos y marquesinas, construcción de tela apoyada sobre una estructura de armazón	0,25	
- Todas las demás cubiertas	1,00	
- Elementos principales del techo, que cubre a un piso de trabajo	0,25	
o Punto del cordón inferior de la cercha de las estructuras de techo o cualquier punto a lo largo de los elementos estructurales principales que soportan los techos sobre la fábrica, almacenes y garajes de reparación (galpón)		9,00
o Todos los otros elementos principales del techo		1,50

Fuente: IBNORCA

ANEXO 4
ANÁLISIS DE CARGAS

A.4 ANÁLISIS DE CARGAS

Para poder realizar las hipótesis de cargas para el dimensionamiento las cargas deben cuantificarse por separado en carga permanente y la carga viva donde se describe en detalle a continuación.

1. Peso propio de la estructura

El peso propio de los elementos estructurales se calculará para cada elemento de acuerdo a su volumen, y en función del peso específico del material, en este caso los elementos estructurales serán de hormigón armado, los pesos se calcularán de la siguiente manera:

$$PP = V_{elemento} \cdot \gamma_{H^{\circ}A^{\circ}}$$

Dónde:

PP: Peso Propio

$V_{Elemento}$: Volumen del Elemento Estructural

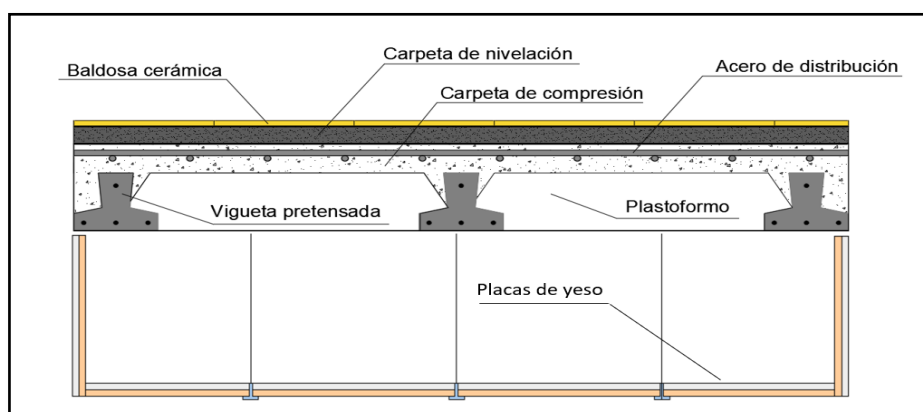
$\gamma_{H^{\circ}A^{\circ}}$: Peso Específico del Hormigón = 2500 kg/m³

El programa que se utilizó determina el peso propio de cada elemento estructural.

1.1.Losa alivianada

Las cargas consideradas para la losa unidireccional son las que a continuación se detallan de acuerdo con la figura 1.

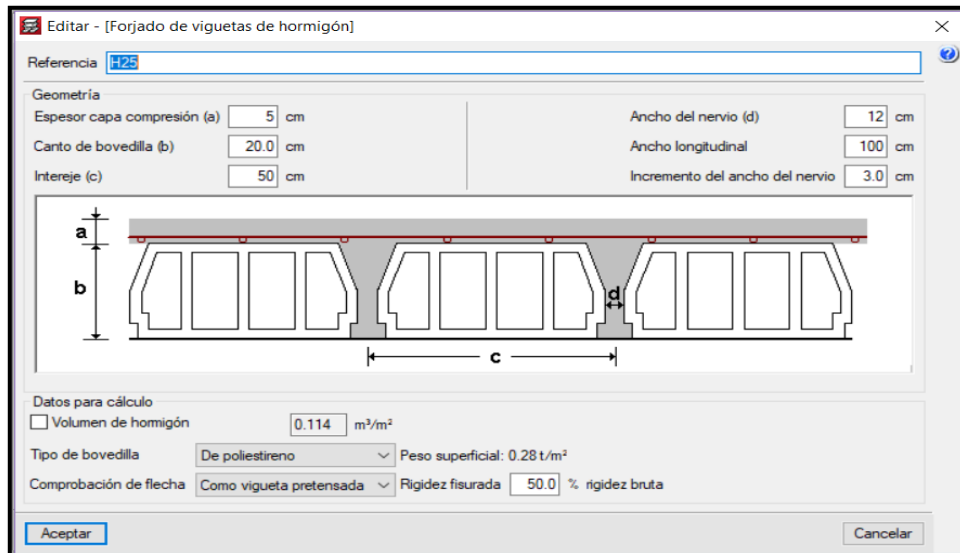
Figura 1. Corte transversal del forjado de la vigueta.



Fuente: Elaboración propia

La carga muerta correspondiente al forjado de viguetas es calculada por el programa CYPECAD, con las características detalladas en la Figura 2.

Figura 2. Forjado de viguetas de hormigón pretensado



Fuente: CYPECAD

2. Carga Permanente

2.1. Sobrepiso y acabados

La carga permanente calculada a continuación corresponde a los acabados considerados sobre la losa alivianada.

- Carpeta de Nivelación

El mortero de cemento y arena puede ser cuantificado como $= 2100 \text{ kg/m}^3$ - Fuente: *IBNORCA, Anteproyecto Norma Boliviana APNB 1225002-1*). Asumiendo una carpeta de nivelación de 2 cm. de espesor.

Peso de la carpeta de nivelación: $P_{CN} = \gamma_{mortero} \cdot h$

$$P_{CN} = 2100 \text{ kg/m}^3 \cdot 0.02 \text{ m} = 42 \text{ kg/m}^2$$

- Peso de las Baldosas de Cerámico

$$P_{bc} = \gamma_{bc} \cdot e$$

Dónde: P_{bc} = Peso de las baldosas cerámicas (Kg/m^2)

γ_{bc} = Peso específico del material a utilizar para el piso (se consideró un peso específico de 1800 kg/m^3 , para baldosa cerámica - Fuente: *IBNORCA, Anteproyecto Norma Boliviana APNB 1225002-1*)

e = Espesor a considerar para el diseño (2cm)

$$P_{bc} = 1800 \text{ Kg/m}^3 \cdot 0.02 \text{ m} = 36 \text{ kg/m}^2$$

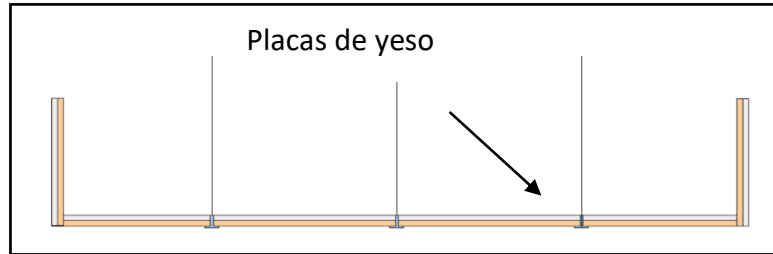
$$Q_{SA} = P_{CN} + P_{bc} = 42 \text{ kg/m}^2 + 36 \text{ kg/m}^2 = 78 \text{ kg/m}^2$$

Se empleará la carga de acabado $Q_{SA} = 0.08 \text{ Tn} / \text{m}^2$ (CYPE)

2.2. Cielo falso con placas de yeso

Peso del cielo falso de plaquetas de yeso, montadas sobre armadura de aluminio = 20 kg/m^2

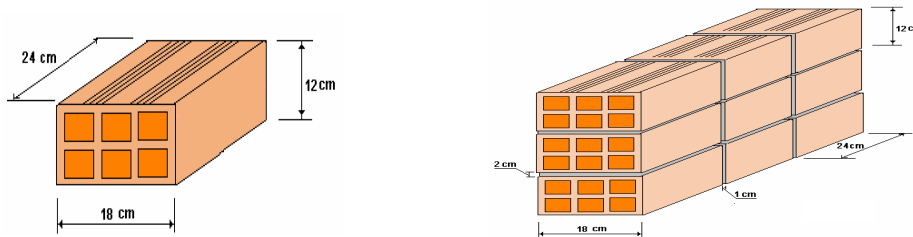
Figura 3. Cielo falso con placas de yeso



Fuente: Plano arquitectónico

Se empleará la carga de cielo falso $Q_{\text{cielo falso}} = 0.196 \text{ KN/m}^2$ (CYPE)

2.3. Carga de muro de ladrillo 6 huecos e=18 cm (exterior)



- Junta Vertical = 1 cm.
- Junta Horizontal = 2 cm.
- Mortero Dosificación 1 : 6

$$\text{Número de ladrillos en 1 m horizontal} = \frac{100 \text{ cm}}{25 \text{ cm}} = 4 \text{ pza/m}$$

$$\text{Cantidad de ladrillos en 1 m Vertical} = \frac{100 \text{ cm}}{14 \text{ cm}} = 7.14 \text{ pza/m}$$

$$\text{Conjunto de ladrillos en } 1 \text{ m}^2 \text{ de muro} = 4 \cdot 7.14 = 28.56 \text{ pza/m}^2$$

$$\text{Volumen de ladrillo en } 1 \text{ m}^2 \text{ de muro} = 18 \cdot 12 \cdot 24 \cdot 28.56 = 148\,055.04 \text{ cm}^3/\text{m}^2$$

$$\text{Vol. de mortero en } \text{m}^2 = 100 \cdot 100 \cdot 18 - 148055.04 = 31944.96 \text{ cm}^3/\text{m}^2 = 0.0319 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Se sabe por la información del fabricante que 1 ladrillo pesa = 3.5 kg (unidad) - Fuente: *Catalogo INCERPAZ.*

El mortero de cemento y arena puede ser cuantificado como: $\gamma_{\text{mort}} = 2100 \text{ kg/m}^3$ - Fuente: *IBNORCA, Anteproyecto Norma Boliviana APNB 1225002-1)*

Peso específico del mortero de yeso $\gamma_{mort} = 1250 \text{ kg/m}^3$ - Fuente: *IBNORCA, Anteproyecto Norma Boliviana APNB 1225002-1*).

Revoque exterior de cemento = $2100 \text{ Kg/m}^3 \cdot 0.01\text{m} = 21 \text{ Kg/m}^2 \text{ cm}$ de espesor

Revoque interior de yeso se tiene = $1250 \text{ Kg/m}^3 \cdot 0.01\text{m} = 12.5 \text{ Kg/m}^2 \text{ cm}$ de espesor

El peso de muro por m^2 es:

$$28.56 \frac{\text{Pza}}{\text{m}^2} 3.5 \frac{\text{kg}}{\text{Pza}} + 21 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{ cm}} 1\text{cm} + 12.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{ cm}} 1\text{cm} + 2100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} 0.0319 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2} = 200.45 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

La altura del muro de planta baja y primera planta que se tiene es de $h = 3.85 \text{ m}$.

$$QM_{4-18} = 3.85 \cdot 200.45 = 771.73 \text{ Kg/m} = 7.57 \text{ KN/m}$$

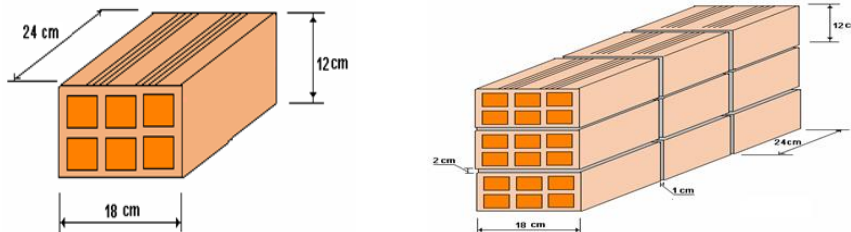
Para la introducción al programa $QM_{4-18} = 7.57 \text{ KN/m}$ (CYPE)

La altura del muro de segunda planta que se tiene es de $h = 3.20 \text{ m}$.

$$QM_{4-18} = 3.20 \cdot 200.45 = 641.44 \text{ Kg/m} = 6.32 \text{ KN/m}$$

Para la introducción al programa $QM_{4-18} = 6.32 \text{ KN/m}$ (CYPE)

Carga de muro de ladrillo 6 huecos $e=12 \text{ cm}$ (interior)



- Junta Vertical = 1 cm.
- Junta Horizontal = 2 cm.
- Mortero Dosificación 1 : 6

$$\text{Número de ladrillos en 1 m Horizontal} = \frac{100 \text{ cm}}{25 \text{ cm}} = 4 \text{ pza/m}$$

$$\text{Cifra de ladrillos en 1 m Vertical} = \frac{100 \text{ cm}}{20 \text{ cm}} = 5 \text{ pza/m}$$

$$\text{Cantidad de ladrillos en 1 m}^2 \text{ de muro} = 4 \cdot 5 = 20 \text{ pza/m}^2$$

$$\text{Volumen de ladrillo en 1 m}^2 \text{ de muro} = 18 \cdot 12 \cdot 24 \cdot 20 = 103680 \text{ cm}^3/\text{m}^2$$

$$\text{Vol. de mortero en 1 m}^2 \text{ de muro} = 100 \cdot 100 \cdot 12 - 103680 = 16320 \text{ cm}^3/\text{m}^2 = 0.0163 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Se sabe por la información del fabricante que 1 ladrillo pesa = 3.5 kg (unidad)

Peso específico del mortero de yeso $\gamma_{mort} = 1250 \text{ kg/m}^3$ - Fuente: *IBNORCA, Anteproyecto Norma Boliviana APNB 1225002-1*).

El peso de muro por m^2 es:

$$20 \frac{\text{Pza}}{\text{m}^2} 3.5 \frac{\text{kg}}{\text{Pza}} + 12.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{cm}} 1 \text{cm} + 12.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{cm}} 1 \text{cm} + 2100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} 0.0163 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2} = 129.23 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

La altura del muro para la jardinera que se tiene es de $h = 0.60 \text{ m}$.

$$QM = 0.60 \cdot 129.23 = 77.54 \text{ Kg/m} = 0.76 \text{ KN/m}$$

Para la introducción al programa se carga $QM = 0.76 \text{ KN/m}$ (CYPE)

La altura del muro en el voladizo que se tiene es de $h = 3.85 \text{ m}$.

$$QM = 3.85 \cdot 129.23 = 497.54 \text{ Kg/m} = 4.88 \text{ KN/m}$$

Para la introducción al programa se carga $QM = 4.88 \text{ KN/m}$ (CYPE)

La altura del muro en voladizo que se tiene es de $h = 3.20 \text{ m}$.

$$QM = 3.20 \cdot 129.23 = 413.54 \text{ Kg/m} = 4.05 \text{ KN/m}$$

Para la introducción al programa se carga $QM_4 = 4.05 \text{ KN/m}$ (CYPE)

Para pared interior $h=3.85\text{m}$ y $h=3.20\text{m}$

$$QM = 3.85 \cdot 129.23 = 497.54 \text{ Kg/m} = 4.88 \text{ KN/m}$$

$$QM = 3.20 \cdot 129.23 = 413.54 \text{ Kg/m} = 4.05 \text{ KN/m}$$

Para la introducción al programa se carga $QM = 4.88 \text{ KN/m}$ y $QM = 4.05 \text{ KN/m}$

2.4.Carga de muro driwall (interiores)

Figura 4. Muro driwall.



Fuente: *Construcciones de Driwall*

Peso específico del muro driwall = 40 kg/m^2 - Fuente: *perfiles jma*.

La altura del muro de planta baja y primera planta que se tiene es de $h = 3.85 \text{ m}$.

$$QM_{4-12} = 3.85 \cdot 40 = 154.00 \text{ Kg/m} = 1.25 \text{ KN/m}.$$

Para la introducción al programa se carga $QM_{4-12} = 1.25 \text{ KN/m}$ (CYPE)

La altura del muro de segunda planta que se tiene es de $h = 3.20 \text{ m}$.

$$QM_{4-12} = 3.20 \cdot 40 = 128.00 \text{ Kg/m} = 1.25 \text{ KN/m}$$

Para la introducción al programa se carga $QM_{4-12} = 1.25 \text{ KN/m}$ (CYPE)

2.5. Carpintería metálica con vidrio (entrada principal)

Figura 5. Puerta de entrada principal



Fuente: *Plano Arquitectónico*

Vidrios armados de 6 mm de espesor = 15 kg/m^2

La altura del muro que se tiene es de $h = 3.85 \text{ m}$

$$PM_{\text{vidrio}} = 15 \text{ kg/m}^2 \cdot 3.85 \text{ m} = 57.75 \text{ kg/m} = 0.57 \text{ KN/m}$$

Para la introducción al programa se carga $QM_{\text{vidrio}} = 0.57 \text{ KN/m}$

2.6. Carga de ventana de vidrio de fachada frontal

$$Q_{\text{ventana}} = Q_{\text{vidrio}} + Q_{\text{muro}}$$

Vidrios armados de 6 mm de espesor = 15 kg/m^2

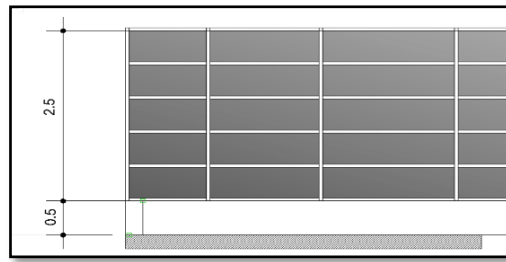
La altura del muro que se tiene es de $h = 2.95 \text{ m}$

$$Q_{\text{vidrio}} = 15 \text{ kg/m}^2 \cdot 2.95 \text{ m} = 44.25 \text{ kg/m} = 0.43 \text{ KN/m}.$$

La altura del muro que se tiene es de $h = 2.3 \text{ m}$

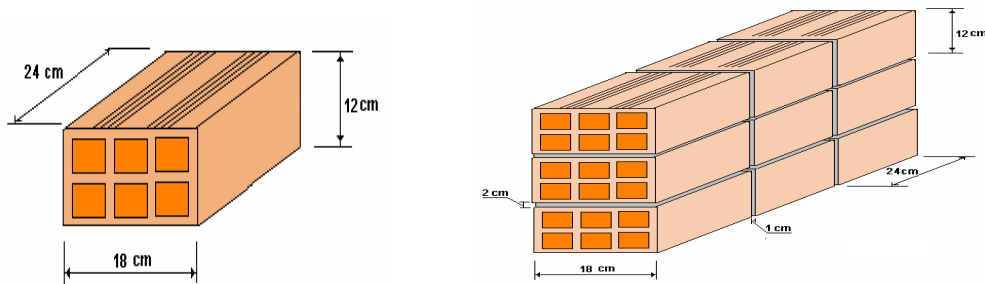
$$Q_{\text{vidrio}} = 15 \text{ kg/m}^2 \cdot 2.3 \text{ m} = 34.5 \text{ kg/m} = 0.34 \text{ KN/m}.$$

Figura 6. Ventana de vidrio de fachada frontal



Fuente: Plano Arquitectónico

Muro exterior de espesor = 18 cm



$$\text{Número de ladrillos en 1 m horizontal} = \frac{100 \text{ cm}}{25 \text{ cm}} = 4 \text{ pza/m}$$

$$\text{Cantidad de ladrillos en 1 m Vertical} = \frac{100 \text{ cm}}{14 \text{ cm}} = 7.14 \text{ pza/m}$$

$$\text{Conjunto de ladrillos en } 1 \text{ m}^2 \text{ de muro} = 4 \cdot 7.14 = 28.56 \text{ pza/m}^2$$

$$\text{Volumen de ladrillo en } 1 \text{ m}^2 \text{ de muro} = 18 \cdot 12 \cdot 24 \cdot 28.56 = 148\,055.04 \text{ cm}^3/\text{m}^2$$

$$\text{Vol. de mortero en } \text{m}^2 = 100 \cdot 100 \cdot 18 - 148055.04 = 31944.96 \text{ cm}^3/\text{m}^2 = 0.0319 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Se sabe por la información del fabricante que 1 ladrillo pesa = 3.5 kg (unidad) - Fuente: *Catalogo INCERPAZ.*

El mortero de cemento y arena puede ser cuantificado como: $\gamma_{\text{mort}} = 2100 \text{ kg/m}^3$ - Fuente: *IBNORCA, Anteproyecto Norma Boliviana APNB 1225002-1).*

Peso específico del mortero de yeso $\gamma_{\text{mort}} = 1250 \text{ kg/m}^3$ - Fuente: *IBNORCA, Anteproyecto Norma Boliviana APNB 1225002-1).*

$$\text{Revoque exterior de cemento} = 2100 \text{ Kg/m}^3 \cdot 0.01\text{m} = 21 \text{ Kg/m}^2\text{cm de espesor.}$$

$$\text{Revoque interior de yeso se tiene} = 1250 \text{ Kg/m}^3 \cdot 0.01\text{m} = 12.5 \text{ Kg/m}^2\text{cm de espesor}$$

El peso de muro por m^2 es:

$$28.56 \frac{Pza}{m^2} 3.5 \frac{kg}{Pza} + 21 \frac{kg}{m^2 cm} 1cm + 12.5 \frac{kg}{m^2 cm} 1cm + 2100 \frac{kg}{m^3} 0.0319 \frac{m^3}{m^2} = 200.45 \frac{kg}{m^2}$$

Peso para planta baja y primera planta

La altura del muro que se tiene es de $h = 0.9$ m.

$$Q_{\text{muro}} = 0.9 \cdot 200.45 = 360.41 \text{ Kg/m.}$$

$$Q_{\text{ventana}} = 44.25 \text{ kg/m} + 360.41 \text{ Kg/m}$$

$$Q_{\text{ventana}} = 404.66 \text{ Kg/m} = 3.97 \text{ KN/m.}$$

Para la introducción al programa se carga $Q_{\text{ventana}} = 3.97 \text{ KN/m (CYPE)}$

Peso para segunda planta

La altura del muro que se tiene es de $h = 0.9$ m.

$$Q_{\text{muro}} = 0.9 \cdot 200.45 = 360.41 \text{ Kg/m.}$$

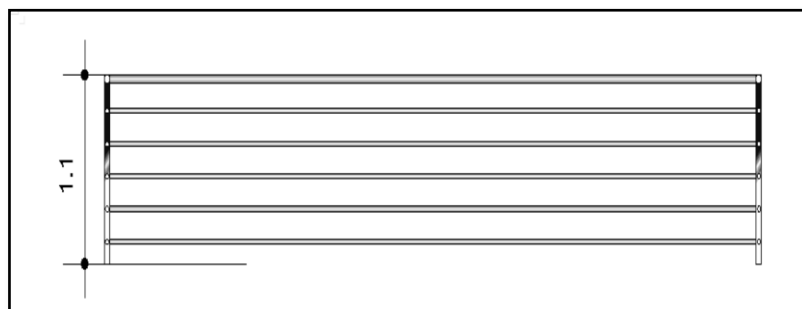
$$Q_{\text{ventana}} = 34.5 \text{ kg/m} + 360.41 \text{ Kg/m}$$

$$Q_{\text{ventana}} = 394.91 \text{ Kg/m} = 3.87 \text{ KN/m.}$$

Para la introducción al programa se carga $Q_{\text{ventana}} = 3.87 \text{ KN/m (CYPE)}$

2.7.Carga de barandas

Figura 7. Barandas Metálicas



Fuente: Plano Arquitectónico

Diámetro externo de tubería:	$D = 2" = 0.051$	m
Espesor de la pared:	$e = 1/8" = 0.003$	m
Diámetro hueco de tubería:	$d = 0.044$	m
Peso específico del acero galvanizado:	$\gamma_{A^{\circ}G^{\circ}} = 7700$	kg/m ³
Número de barandas:	$N = 6$	

Separación entre ejes de tuberías: $S = 0.18$ m

Altura total del barandado: $h = 1.1$ m



$$Carga_{barandado} = \gamma A^{\circ} G^{\circ} \cdot \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot N^{\circ} barandas$$

$$Carga_{barandado} = 21.95 \text{ kg/m} = 0.22 \text{ KN/m}$$

Para la introducción al programa $Q_{ventana} = 0.22 \text{ KN/m}$ (CYPE)

3. Sobrecarga de servicio o diseño

Las sobrecargas de diseño o cargas vivas serán aquellas referentes a la función que desempeñara la edificación en su vida útil y carga de presión de viento.

La carga viva para la edificación será aplicada según norma, en la Tabla 1 se refleja un resumen de los valores de carga viva que se adoptaron de acuerdo con la Tabla 1 del Anexo 3. Se tendrá los siguientes valores:

Tabla 1. Sobrecargas de diseño

TIPO DE SERVICIO	SOBRECARGA
Hospitales	
Salas de operaciones, laboratorios	300 kg/m ²
Habitaciones privadas	200 kg/m ²
Salas	200 kg/m ²
Corredores en pisos superiores a planta baja	400 kg/m ²
Escaleras	400 kg/m ²

Fuente: IBNORCA, Anteproyecto Norma Boliviana APNB 1225002-1

4. Cubierta.

Cargas Consideradas para el diseño

Especificaciones de la calamina acanalada de perfil ondulado o trapezoidal de acero zincado.

- ✓ Longitud a requerimiento, forma de calamina ondulada.
- ✓ Ancho = 0.9 m
- ✓ Peso = 0.010 t/m^2 , de la tabla 3.5 - Cargas Superficiales
- ✓ Espesor = 1mm

4.1 Sobrecarga de diseño:

Carga Viva de Mantenimiento = 0.10 t/m^2 , de la Tabla 12 –Sobrecargas de servicio anexo 3.

4.2 Carga de Viento:

Figura 8. Velocidad baica del viento (basados en los datos recibidos del SENAMIH)



Notas

- 1) Los valores se refieren a velocidad de ráfaga de 3 segundos en m/s a 10 m. sobre el terreno para Categoría de Exposición C y están asociadas con una probabilidad anual de 0,02.
- 2) Es aplicable la interpolación lineal entre contornos de velocidades del viento.
- 3) Islas y áreas costeras fuera del último contorno se deben usar este último contorno de velocidad del viento del área costera.
- 4) Los terrenos montañosos, quebradas, promontorios marinos y regiones especiales de viento se deben examinar para condiciones inusuales de viento.

La velocidad básica adoptada es $V = 66 \text{ m/s}$.

Factor De Direccionalidad Del Viento “ K_d ”

Tabla 2. Factor de Direccionalidad K_d

Tipo de estructura	Factor de direccionalidad K_d
Edificios	
Sistema principal resistente a la fuerza de viento	0,85
Componentes y revestimientos	0,85
Cubiertas abovedadas	0,85
Chimeneas, tanques y estructuras similares	
Cuadradas	0,90
Hexagonales	0,95
Redondas	0,95
Carteles llenos	0,85
Carteles abiertos y estructura reticulada	0,85

Tipo de estructura	Factor de direccionalidad K_d
Torres reticuladas	
Triangular, cuadrada, rectangular	0,85
Toda otra sección transversal	0,95
NOTA El factor de direccionalidad K_d se ha calibrado con las combinaciones de carga especificadas en la norma NB 1225002	

Para el modelo se optó tomar $K_d = 0.85$.

Factor De Importancia “I”

Tabla 3. Categorías de estructura

Naturaleza de la Ocupación	Categoría
<p>Edificios y otras estructuras que representan un bajo riesgo para la vida humana en caso de falla incluyendo, pero no limitado a:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Instalaciones Agrícolas. ▪ Ciertas instalaciones temporarias. ▪ Instalaciones menores para almacenamiento. 	I
<p>Todos los edificios y otras estructuras excepto aquellos listados en Categorías I, III y IV.</p>	II
<p>Edificios y otras estructuras que representan un peligro substancial para la vida humana en caso de falla incluyendo, pero no limitado a:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Edificios y otras estructuras donde se reúnen más de 300 personas en un área. ▪ Edificios y otras estructuras con escuelas primarias, secundarias o instalaciones para guarderías con capacidad mayor que 150 personas. ▪ Edificios y otras estructuras con instalaciones para el cuidado diurno con capacidad mayor que 150 personas. ▪ Edificios y otras estructuras con una capacidad mayor que 500 para universidades o instalaciones para educación de adultos. ▪ Instalaciones para el cuidado de la salud con una capacidad de 50 o más pacientes residentes pero sin instalaciones para cirugía o tratamientos de emergencia. ▪ Instalaciones para cárceles y detenciones. 	III

Naturaleza de la Ocupación	Categoría
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estaciones de generación de energía y otras instalaciones de utilidad pública no incluidas en la Categoría IV. <p>Edificios y otras estructuras que contienen suficientes cantidades de substancias tóxicas o explosivas como para ser peligrosas al público si se liberan, incluyendo, pero no limitado, a:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Instalaciones petroquímicas. ▪ Instalaciones para almacenamiento de combustibles. ▪ Plantas de fabricación o almacenamiento de productos químicos peligrosos. ▪ Plantas de fabricación o almacenamiento de explosivos. <p>Edificios y otras estructuras equipados con contención secundaria de substancias tóxicas, explosivas u otras peligrosas (incluyendo, pero no limitado a, tanques de doble pared, receptáculos de tamaño suficiente para contener un derrame u otros medios de contención de derrames o explosiones dentro de los límites de la instalación y prevenir la liberación de cantidades de contaminantes nocivas para el aire, el suelo, el agua freática o superficial) deben clasificarse como estructuras de Categoría II.</p>	
<p>Edificios y otras estructuras diseñadas como instalaciones esenciales, incluyendo, pero no limitados a:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hospitales y otras instalaciones para el cuidado de la salud que tienen instalaciones para cirugía o tratamientos de emergencia. ▪ Cuarteles de bomberos, centros de rescate, estaciones de policía y garajes para vehículos de emergencia. ▪ Refugios diseñados contra sismos, huracanes y otras emergencias. ▪ Centros de comunicaciones y otras instalaciones necesarias para respuestas a emergencias. ▪ Estaciones generadoras de energía y otras instalaciones de utilidad pública necesarias en una emergencia. ▪ Estructuras auxiliares necesarias para la operación de aquellas de Categoría IV durante una emergencia (incluyendo pero no limitado a torres de comunicación, tanques de almacenamiento de combustible, torres de refrigeración, estructuras de sub-estaciones de electricidad, tanques de agua para incendio u otras estructuras de alojamiento o soporte de agua, otros materiales o equipamiento para combatir el fuego. ▪ Torres de control de aviación, centros de control de tráfico aéreo y hangares de emergencia. ▪ Instalaciones de almacenamiento de agua y estructuras de bombeo requeridas para mantener la presión de agua para combatir incendios. ▪ Edificios y otras estructuras con funciones críticas de defensa nacional. 	IV

Tabla 4. Factor de Importancia “I”

Categoría	I
I	0,87
II	1,00
III	1,15
IV	1,15

El factor de importancia para este caso es III = 1.15

Categorías De Exposición:

Exposición C. Terrenos abiertos con obstrucciones dispersas, con alturas generalmente menores que 10 m. esta categoría incluye campo abierto plano y terrenos agrícolas.

Coefficientes De Exposición

Tabla 5. Coeficientes de exposición K2 y Kn

Altura sobre el nivel del terreno, z (m)	EXPOSICIÓN					
	A		B		C	D
	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Casos 1 y 2	Casos 1 y 2
0 – 5	0,68	0,33	0,72	0,59	0,87	1,05
6	0,68	0,36	0,72	0,62	0,90	1,08
7,50	0,68	0,39	0,72	0,66	0,94	1,12
10	0,68	0,44	0,72	0,72	1,00	1,18
12,50	0,68	0,48	0,77	0,77	1,05	1,23
15	0,68	0,51	0,81	0,81	1,09	1,27
17,50	0,68	0,55	0,84	0,84	1,13	1,30
20	0,68	0,57	0,88	0,88	1,16	1,33
22,50	0,68	0,60	0,91	0,91	1,19	1,36
25	0,68	0,63	0,93	0,93	1,21	1,38
30	0,68	0,68	0,98	0,98	1,26	1,43
35	0,72	0,72	1,03	1,03	1,30	1,47
40	0,76	0,76	1,07	1,07	1,34	1,50
45	0,80	0,80	1,10	1,10	1,37	1,53
50	0,83	0,83	1,14	1,14	1,40	1,56
55	0,86	0,86	1,17	1,17	1,43	1,59
60	0,89	0,89	1,20	1,20	1,46	1,61
75	0,98	0,98	1,28	1,28	1,53	1,68
90	1,05	1,05	1,35	1,35	1,59	1,73
105	1,12	1,12	1,41	1,41	1,64	1,78
120	1,18	1,18	1,46	1,46	1,69	1,82
135	1,23	1,23	1,51	1,51	1,73	1,86
150	1,29	1,29	1,56	1,56	1,77	1,89

Los coeficientes de exposición: $Kz = 1.05$

Tabla 6. Constantes de Exposición del Terreno.

Exposición	α	Z_g (m)	\hat{a}	\hat{b}	$\bar{\alpha}$	\bar{b}	c	ℓ	$\bar{\epsilon}$	Z_{min} (m)
A	5,0	457	1/5	0,64	1/3,0	0,30	0,45	55	1/2	18,3
B	7,0	366	1/7	0,84	1/4,0	0,45	0,30	98	1/3	9,2
C	9,5	274	1/9,5	1,00	1/6,5	0,65	0,20	152	1/5	4,6
D	11,5	213	1/11,5	1,07	1/9,0	0,80	0,15	198	1/8	2,1

Factor Topográfico:

El efecto del aumento de la velocidad del viento de debe incluir en el cálculo de las cargas de viento de diseño mediante el factor de K_{zt} .

$$K_{zt} = (1 + K_1 K_2 K_3)^2$$

Se adoptó $K_{zt} = 1.0$

Presión Dinámica

$$q_z = 0,613 K_z * K_{zt} * K_d * V^2 * I$$

Donde:

K_d = factor de direccionalidad del viento.

K_z = coeficiente de exposición para la presión dinámica.

K_{zt} = factor topográfico.

q_z = presión dinámica calculada a la altura z .

V = velocidad básica m/s.

I = factor de importancia.

$$q_z = 0,613 * 1.05 * 1.0 * 0.85 * 66^2 * 1 = 2384 \text{ N/m}^2$$

Coeficiente De Presión Interna:

Tabla 7. Coeficiente de presión Interna GC_{pi}

Clasificación de cerramiento	GC_{pi}
Edificios abiertos	0,00
Edificios parcialmente cerrados	+ 0,55 - 0,55
Edificios cerrados	+ 0,18 - 0,18

El coeficiente aplicado es $GC_{pi} = +/- 0.18$

Figura 8. Cubierta a dos y cuatro aguas

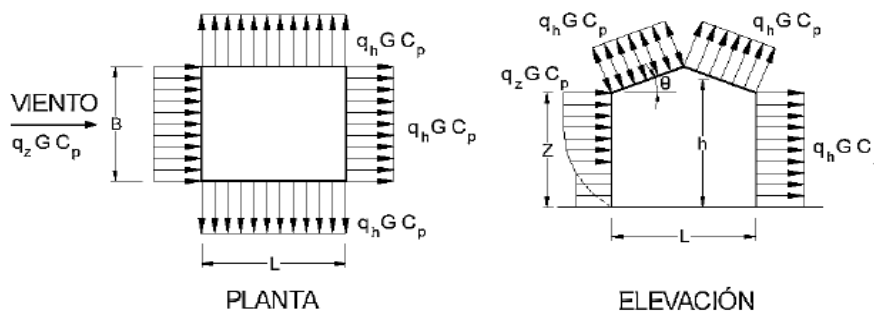


Tabla 8. Coeficiente de presión para cubierta, Cp, para usar con qn Viento Normal y Paralelo a la cumbrera

Dirección del viento	Barlovento								Sotavento			
	h/L	Angulo θ en grados							Angulo θ en grados			
		10	15	20	25	30	35	45	≥ 60	10	15	≥ 20
Normal a la cumbrera para $\theta \geq 10^\circ$	$\leq 0,25$	-0,7	-0,5	-0,3	-0,2	-0,2	0,0*			-0,3	-0,5	-0,6
	0,5		0,0*	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,01 θ	-0,5	-0,5	-0,6
			-0,9	-0,7	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	0,0*			
$\geq 1,0$		-1,3**	-1	-0,7	-0,5	-0,3	-0,2	0,0*		-0,7	-0,5	-0,6
Normal a la cumbrera para $\theta < 10^\circ$ y paralela a la cumbrera para todo θ	$\leq 0,5$	Distancia horizontal desde el borde a barlovento			C_p	* Se da el valor para fines de interpolación						
		0 a h/2			-0,9	** El valor puede reducirse linealmente con el área sobre el cual es aplicable como sigue:						
		h/2 a h			-0,9							
		h a 2h			-0,5							
	$\geq 2h$			-0,3								
	$\geq 1,0$	0 a h/2			-1,3**	Área (m ²)	Factor de reducción					
$\geq h/2$			-0,7	≤ 10	1,0							
				25	0,9							
				≤ 100	0,8							

$$p = qGC_c - q_i(GC_{pi})$$

$$p = 0.24 \times 0.85 \times (-0.7) - 0.24 \times (\pm 0.18) = -0.143 \pm 0.043 \text{ t/m}^2$$

$$p = 0.24 \times 0.85 \times (0.0) - 0.24 \times (\pm 0.18) = \pm 0.043 \text{ t/m}^2$$

$$p = 0.24 \times 0.85 \times (-0.5) - 0.24 \times (\pm 0.18) = -0.102 \pm 0.043 \text{ t/m}$$

$$p_{viento} = 0.043 \text{ t/m}^2$$

4.3 Carga por granizo:

Considerando peso específico del granizo de 750 kg/m³ y una altura acumulada de 15.00 centímetros en superficie libre y plana, según recomendaciones del instituto meteorológico SENAMHI.

$$CG = \gamma * h$$

Donde:

γ = Peso específico del granizo

h= Altura del granizo acumulado

CG = Carga de granizo

$$CG = \frac{750 \text{ kg}}{\text{m}^3} * 0.15\text{m} = 112.50 \text{ kg/m}^2$$

$$Q_{\text{corregido}} = CG * \left(\frac{45^\circ - \phi}{45^\circ} \right) = 112.50 * \left(\frac{45^\circ - 14.15^\circ}{45^\circ} \right) = 77.12 \text{ kg/m}^2$$

$$Q_{\text{corregido}} = 0.077 \text{ t/m}^2$$

5. Acción del viento

En Bolivia no contamos con una normativa de vientos aprobada es por eso que no se cuenta con datos fehacientes de las acciones que el viento puede producir en una

estructura, sin embargo se cuenta con una normativa que está en revisión ANTEPROYECTO DE NORMA BOLIVIANA APBN-1225003-1, la misma cuenta con datos de velocidades del viento para los distintos departamentos del país, estos datos se obtendrán para introducir en el programa para que realice el cálculo de la estructura.

El proyecto se localiza en el departamento de Tarija, provincia cercado, barrio villa fátima.

Para poder determinar la velocidad del viento se tomarán dos criterios, de los cuales se tomará el registro más desfavorable.

- Los datos Obtenidos de las velocidades del viento para la Ciudad de Tarija se reflejan a continuación en la Tabla 9.

Los valores obtenidos de esta norma boliviana que está en revisión de la velocidad del viento para la ciudad de Tarija es de 24 m/s.

Tabla 9. Velocidades Básicas del Viento en Ciudades

CIUDAD	V (m/s)
COCHABAMBA	44,3
LA PAZ	29,5
ORURO	29,4
POTOSI	30,2
SANTA CRUZ	42,6
SUCRE	32,4
TARIJA	24,0
TRINIDAD	40,0
COBIJA	26,5

Fuente: ANTEPROYECTO DE NORMA BOLIVIANA APBN-1225003-1

- Los datos de la velocidad del viento se obtuvieron de **SISMET – SENAMHI** usando los datos de la estación más cercana al proyecto que en este caso corresponde a la etacion El Tejar.

- Provincia: Cercado

Estación: El Tejar

Departamento: Tarija

Longitud Oeste: 64° 72' 19"

Latitud Sud: 21° 54' 56"

Altura m/s/n/m: 1859

Tabla 10. Velocidad máxima de viento (km/h)

GETION	VELOCIDAD DEL VIENTO MAXIMA (Km/h)
2010	22,50
2011	25,50
2012	25,50
2013	-
2014	-
2015	-
2016	-
2017	-
2018	-
2019	40,00
2020	31,00
2021	-
2022	-
2023	-
VELOCIDAD MAXIMA	40 Km/h

Fuente: SISMET – SENAMHI

Máxima velocidad registrada en los últimos años = 40 km/h = 11.11 m/s

Se tomará como velocidad del viento:

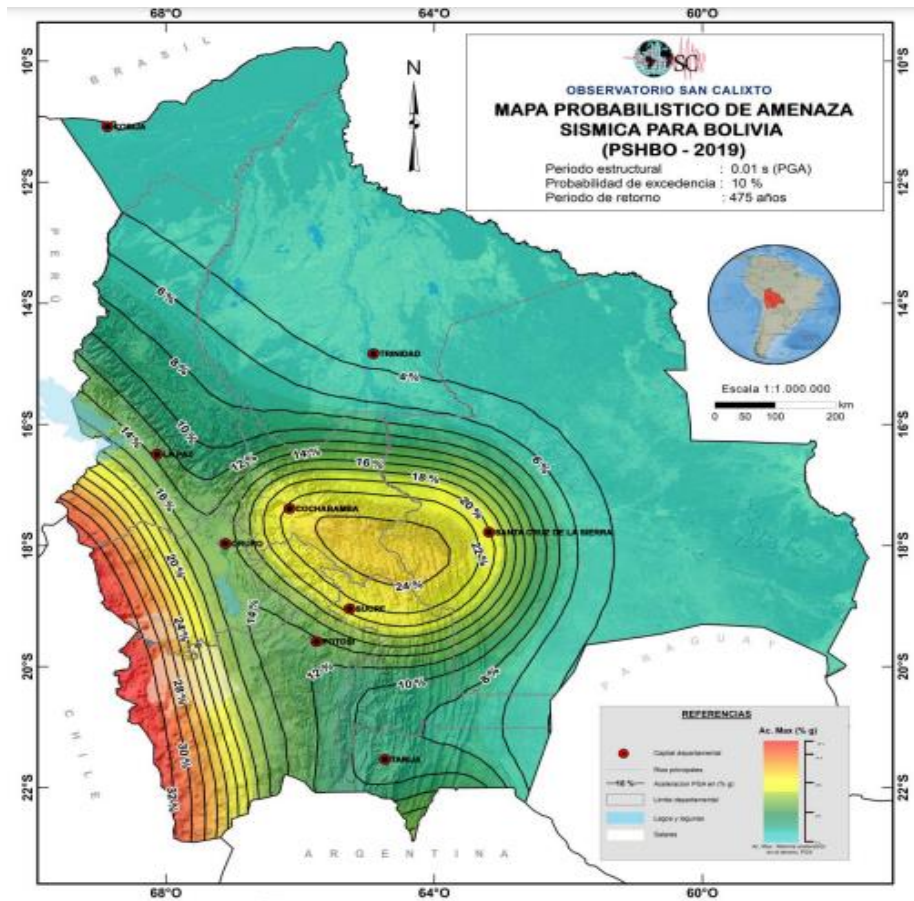
$$v = 24 \text{ m/s}$$

La carga de viento para la introducción al programa requiere como datos los anchos de banda que son las longitudes de la fachada expuestas en dirección perpendicular a la acción del viento y la velocidad de referencia. Los anchos de banda se obtienen de los planos arquitectónicos en el sentido X = 19.99 m y el sentido Y = 22.92 m.

6. Acción sísmica

La aceleración sísmica probable para el barrio Villa Fátima es 0.08-0.10 Ao/ imperceptible para la mayoría de las personas y que no generaran daños severos en la estructura por la acción de este efecto sísmico, según los datos obtenidos de la Norma Boliviana de Diseño Sísmico NBDS-2023, por esta razón no se consideró esta acción en el análisis de cargas ni en el cálculo estructural.

Figura 9. Aceleraciones Sísmicas en Bolivia



Fuente: Norma Boliviana de Diseño Sísmico NBDS-2023

ANEXO 5

JUNTA DE DILATACIÓN

JUNTA DE DILATACIÓN

Se denominan juntas de dilatación, a los cortes que se dan a una estructura, con el objeto de permitir los movimientos originados por las variaciones de temperatura, la retracción de fraguado, o los asentos de los apoyos. Excepto en el caso de los asentos, normalmente, sólo se tienen en cuenta los efectos de estos movimientos en dirección horizontal. Su magnitud puede determinarse previamente, con exactitud, mediante el cálculo. En principio, las juntas de dilatación deben afectar a todos los elementos de la estructura, incluidos los secundarios, tales como muros medianeros o de fachada, por ejemplo, a no ser que se trate de elementos rigurosamente estables.

Las juntas de dilatación deberán asegurar la estanquidad y el aislamiento térmico y acústico, de la misma manera que el resto de los elementos de la estructura.

En el caso de edificios corrientes, la separación entre juntas de dilatación, función de las condiciones climatológicas del lugar en que estén ubicados, no será superior a:

- En regiones secas o con gran variación de temperatura (superior a 10 °C), 25 m.
- En regiones húmedas y de temperatura poco variable (variación no mayor de 10 °C), 50 m.

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta T$$

Donde:

α = coeficiente de dilación térmica del hormigón

L= longitud de calculo

ΔT = variación de temperatura

Los datos para la temperatura máxima y minina se obtuvieron de SISMET – SENAMHI usando los datos de la estación más cercana al proyecto que en este caso corresponde a la estación El Tejar.

Provincia: Cercado

Estación: El Tejar

Departamento: Tarija

Longitud Oeste: 64° 72' 19"

Latitud Sud: 21° 54' 56"

Altura m/s/n/m: 1859

Tabla 1. Temperatura máxima y mínima absoluta (°C)

GESTION	TEMPERATURA MAXIMA (°C)	TEMPERATURA MINIMA (°C)
2000	36,00	-6,50
2001	36,40	-6,00
2002	37,60	-3,00
2003	40,00	3,50
2004	38,50	-3,50
2005	38,50	-4,00
2006	36,50	-3,50
2007	37,50	-5,00
2008	37,50	-3,00
2009	38,00	-2,00
2010	39,00	-10,00
2011	40,00	-5,50
2012	32,00	-2,00
2013	-	
2014	-	
2015	-	
2016	-	
2017	-	
2018	35,90	9,40
2019	38,50	-3,60
2020	37,00	-1,00
2021	36,90	-5,60
2022	34,80	-1,60
TEMPERATURA MAXIMA Y MINIMA	40,00	-10,00

Fuente: SISMET – SENAMHI

1. Calculo del delta de temperatura:

$T_{\max} = 40^{\circ}$ (Tabla 1)

$T_{\min} = -10^{\circ}$ (Tabla 1)

$$\Delta T = T_{\max} - T_{\min} = 40^{\circ} - (-10)^{\circ} = 50^{\circ}$$

Como nos dice que en regiones secas o con gran variación de temperatura (superior a 10 °C), se pondría una junta a los 25 m. En este caso tenemos una variación de 50°Es este caso no se construirá con juntas de dilatación ya que nuestras medidas son menores a los 25 metros.