

A.2. Estudio de suelos

INFORME ESTUDIO GEOTÉCNICO

PROYECTO:
DISEÑO ESTRUCTURAL HOTEL AYRE

SOLICITANTE:
UNIV. MÉNDEZ SÁNCHEZ KELLY GISELLE

UBICACIÓN:
ZONA MORROS BLANCOS, CIUDAD DE TARIJA

TARIJA - BOLIVIA
AGOSTO 2023

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
2.	CARACTERISTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO	1
3.	TRABAJO DE CAMPO	5
4.	MÉTODO DE TRABAJO.....	6
5.	NIVEL FREÁTICO	16
6.	CLASIFICACION DE SUELOS DE CIMENTACION SEGÚN LA GUIA BOLIVIANA DE DISEÑO SISMICO.....	17
7.	DESCRIPCION ESTRATIGRAFICA	18
8.	CONCLUSIONES	19
9.	RECOMENDACIONES	20

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. Méndez Sánchez Kelly Giselle para el proyecto denominado **“DISEÑO ESTRUCTURAL HOTEL AYRE”**, el estudio fue realizado de acuerdo con los requerimientos del proyecto de referencia.

1.2. Objetivo

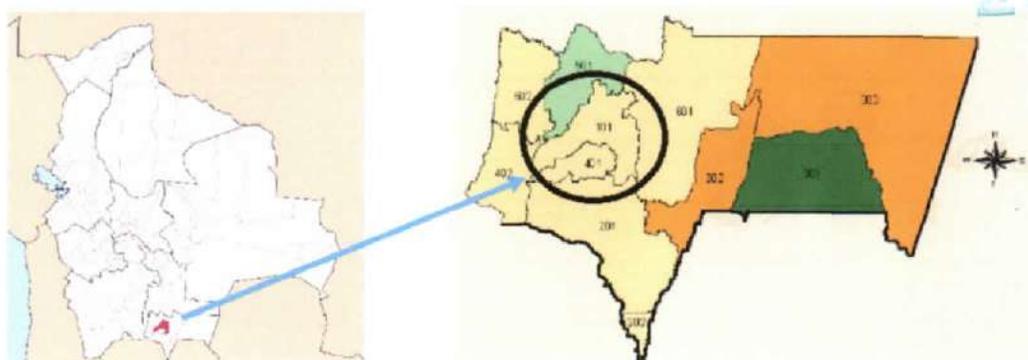
Determinar las características físicas y mecánicas del suelo a partir de sondeos de campo y ensayos de laboratorio en puntos y profundidad alcanzar preestablecida por el peticionario (cliente).

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 Punte 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

Los puntos de estudio se encuentran ubicados en la Zona Morros Blancos, ciudad de Tarija, municipio de Tarija, Provincia Cercado, Departamento de Tarija. (Fig. 2).

Figura 2: Ubicación de los puntos 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	325795,62	7615116,61	20K	1910,16
P2	325785,51	7615101,03	20K	1910,12

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 28 de julio de 2023, consistió en la realización de dos sondeos dinámicos con recuperación de muestra con el ensayo SPT (Standard Penetration Test) de penetrómetro automático, en ambos puntos el sondeo se realizó desde la cota -0,00 m hasta -8,45m, el ensayo S.P.T. se realizó en las cotas -2,00m, -3,00m, -4,00m, -5,00m, -6,00m, -7,00m y -8,00m, 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 GX390
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.
- Tubo Shelby de 2,5 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	325795,62	7615116,61	1910,16	8,45 m	No
P2	325785,51	7615101,03	1910,12	8,45 m	No

4.1.2. Toma de Muestras

En ambas perforaciones fueron extraídas 7 muestras con el empleo de muestreador cuchara Terzaghi en las cotas -2,00m, -3,00m, -4,00m, -5,00m, -6,00m, -7,00m y -8,00m. 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 3. 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:
 - Límite líquido según ASTM D-4318
 - Límite 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°	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
1	P1-02	2,00	CL	A-6 (10)	100,00	100,00	99,71	96,22	13,9	38,9	23,3	15,6
	P1-03	3,00	CL	A-6 (10)	100,00	99,68	99,42	98,65	14,0	36,4	21,6	14,8
	P1-04	4,00	CH	A-7-6 (17)	100,00	99,83	99,32	97,56	19,5	51,0	25,1	25,9
	P1-05	5,00	CL	A-6 (9)	100,00	100,00	99,56	89,14	9,3	29,8	17,8	11,9
	P1-06	6,00	CL	A-7-6 (14)	100,00	100,00	99,75	95,07	13,2	44,2	20,9	23,3
	P1-07	7,00	CL	A-7-6 (14)	100,00	99,90	95,57	92,48	10,6	44,9	21,8	23,2
	P1-08	8,00	CL	A-7-6 (14)	100,00	100,00	99,21	94,77	11,0	46,1	23,3	22,8

PUNTO	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
2	P2-02	2,00	CL	A-6 (10)	100,00	99,98	99,93	98,71	12,6	37,0	22,2	14,8
	P2-03	3,00	CL	A-6 (10)	100,00	99,97	99,38	92,96	13,7	35,2	21,2	13,9
	P2-04	4,00	CL	A-6 (10)	100,00	99,91	99,04	93,64	14,3	37,0	21,2	15,8
	P2-05	5,00	CH	A-7-6 (17)	100,00	99,96	99,72	91,38	21,2	52,5	25,9	26,6
	P2-06	6,00	CL	A-6 (12)	100,00	99,78	99,47	95,90	13,1	37,9	19,3	18,6
	P2-07	7,00	CL	A-7-6 (15)	100,00	100,00	96,63	92,41	11,2	44,7	20,7	23,9
	P2-08	8,00	CL	A-7-6 (14)	100,00	99,56	99,03	93,61	11,4	43,9	21,9	22,0

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_{SPT} = valor SPT medido

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

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	$(P_u / \sigma'_{vo})^{0.5}$ 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:

$ER_f = 70$ 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	Prof. (m)	USCS	Suelos de:	Comportamiento	N SPT (golpes)	N 60
1	2,00	CL	Cohesion alta	No Drenado	22	21,2
	3,00	CL			24	23,1
	4,00	CH			26	28,4
	5,00	CL			28	30,5
	6,00	CL			41	50,0
	7,00	CL			34	41,5
	8,00	CL			34	41,5
Punto	Prof. (m)	USCS	Suelos de:	Comportamiento	N SPT (golpes)	N 60
2	2,00	CL	Cohesion alta	No Drenado	25	24,1
	3,00	CL			34	32,7
	4,00	CL			30	32,7
	5,00	CH			33	36,0
	6,00	CL			36	43,9
	7,00	CL			46	56,1
	8,00	CL			48	58,5

4.3.2. Peso Unitario del Suelo y Esfuerzo Efectivo Vertical.

Para los pesos unitarios utilizaremos las siguientes ecuaciones propuestas por Rahman (2017) y Bowles (1997):

Para suelos de cohesión baja:

$$\begin{aligned} \text{Arriba del N.F.} & \quad \gamma_{moist} = 16 + 0,1 * N_{60} \left(\frac{kN}{m^3} \right) \\ \text{Abajo del N.F.} & \quad \gamma_{submerged} = 8,8 + 0,01 * N_{60} \left(\frac{kN}{m^3} \right) \end{aligned}$$

Para suelos de cohesión alta:

$$\begin{aligned} \text{Arriba del N.F.} & \\ 0 > N > 19 & \quad \gamma_{moist} = (80 + 2 * N) * 0,1571 \left(\frac{kN}{m^3} \right) \\ 20 > N > 40 & \quad \gamma_{moist} = (120) * 0,1571 \left(\frac{kN}{m^3} \right) \\ 41 > N > 51 & \quad \gamma_{moist} = (120 + 2 * N) * 0,1571 \left(\frac{kN}{m^3} \right) \\ N > 51 & \quad \gamma_{moist} = (140) * 0,1571 \left(\frac{kN}{m^3} \right) \end{aligned}$$

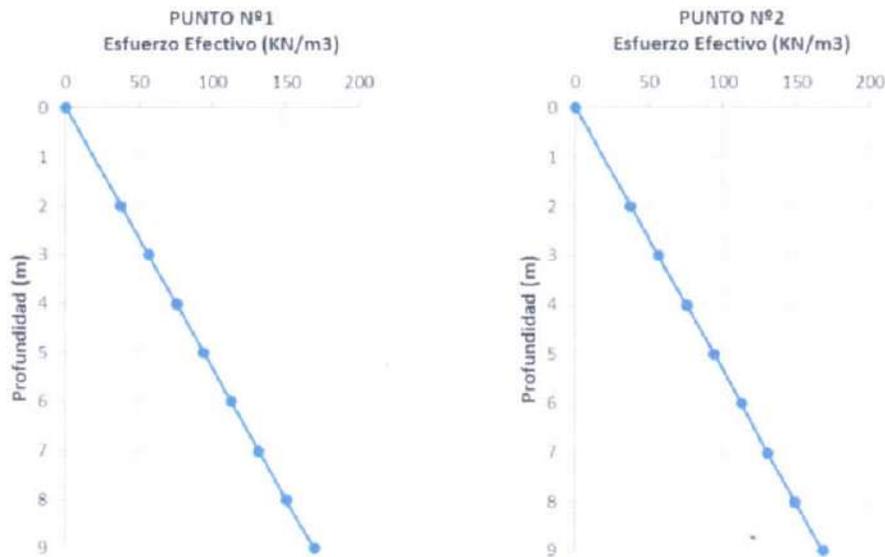
$$\text{Abajo del N.F.} \quad \gamma_{submerged} = (16,8 + 0,15 * N_{60}) - 9,806 \left(\frac{kN}{m^3} \right)$$

Tabla 5. Pesos Unitarios y esfuerzo efectivo vertical

Punto	Prof. (m)	USCS	N 60	P.U. Humedo (KN/m3)	P.U. Sumergido (KN/m3)	Esf. Efectivo Vertical (KN/m2)
1	1,00	-	-	-	-	-
	2,00	CL	21,18	18,85	-	37,70
	3,00	CL	23,10	18,85	-	56,56
	4,00	CH	28,36	18,85	-	75,41
	5,00	CL	30,54	18,85	-	94,26
	6,00	CL	49,99	19,17	-	113,11
	7,00	CL	41,45	18,85	-	132,28
	8,00	CL	41,45	18,85	-	151,13

Punto	Prof. (m)	USCS	N 60	P.U. Humedo (KN/m3)	P.U. Sumergido (KN/m3)	Esf. Efectivo Vertical (KN/m2)
2	1,00	-	-	-	-	-
	2,00	CL	24,06	18,85	-	37,70
	3,00	CL	32,73	18,85	-	56,56
	4,00	CL	32,73	18,85	-	75,41
	5,00	CH	36,00	18,85	-	94,26
	6,00	CL	43,89	18,85	-	113,11
	7,00	CL	56,08	20,74	-	131,96
	8,00	CL	58,52	21,37	-	152,70

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 FREATICO EN ARENAS, POR LO TANTO, ESTA CORRECCION NO SE APLICA.

4.3.5. Densidad relativa

Se utilizaron las siguientes ecuaciones de correlación y tabla para encontrar la Densidad Relativa en arenas:

$$Dr(\%) = \left(\sqrt{\frac{N_{1(60)}}{46}} \right) * 100 \quad \text{Idris and Boulanger (2003)}$$

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

4.3.6. 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 de ensayo de compresión no confinada:

$$c_u(kPa) = \frac{q_u}{2} = 4,93 * N_{60} \quad \text{Suelos de baja plasticidad}$$

$$c_u(kPa) = \frac{q_u}{2} = 6,82 * N_{60} \quad \text{Suelos de alta plasticidad}$$

Tabla 6. Valores de Angulo de fricción interna y cohesión

Punto	Profundidad (m)	USCS	N ₆₀	(N1) 60	Angulo de fricción interna (°)	Cohesion no drenada Cu (Kpa)
1	2,00	CL	21,18	-	-	104,39
	3,00	CL	23,10	-	-	113,88
	4,00	CH	28,36	-	-	193,43
	5,00	CL	30,54	-	-	150,58
	6,00	CL	49,99	-	-	246,43
	7,00	CL	41,45	-	-	204,36
	8,00	CL	41,45	-	-	204,36

Punto	Profundidad (m)	USCS	N ₆₀	(N1) 60	Angulo de fricción interna (°)	Cohesion no drenada Cu (Kpa)
2	2,00	CL	24,06	-	-	118,63
	3,00	CL	32,73	-	-	161,33
	4,00	CL	32,73	-	-	161,33
	5,00	CH	36,00	-	-	245,50
	6,00	CL	43,89	-	-	216,38
	7,00	CL	56,08	-	-	276,48
	8,00	CL	58,52	-	-	288,50

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°	Profundidad de Fundacion Df (m)	CLASIF. DE SUELOS	COMPORTAMIENTO	N Desing	Peso Unitario (kN/m ³)	Cohesion no drenada Desing (kPa)	Angulo de friccion interna efectivo Desing (°)
		SUCS - ASTM D 2487					
1	2,00	CL	NO DRENADO	22,00	18,85	108,46	-
	3,00	CL		23,00	18,85	113,39	-
	4,00	CH		29,00	18,85	197,78	-
	5,00	CL		31,00	18,85	152,83	-
	6,00	CL		50,00	19,17	246,50	-
	7,00	CL		41,00	18,85	202,13	-
	8,00	CL		41,00	18,85	202,13	-

PUNTO N°	Profundidad de Fundacion Df (m)	CLASIF. DE SUELOS	COMPORTAMIENTO	N Desing	Peso Unitario (kN/m3)	Cohesion no drenada Desing (kPa)	Angulo de friccion interna efectivo Desing (°)
		SUCS - ASTM D 2487					
2	2,00	CL	NO DRENADO	24,00	18,85	118,32	-
	3,00	CL		33,00	18,85	162,69	-
	4,00	CL		33,00	18,85	162,69	-
	5,00	CH		44,00	18,85	300,08	-
	6,00	CL		44,00	18,85	216,92	-
	7,00	CL		56,00	20,74	276,08	-
	8,00	CL		59,00	21,37	290,87	-

4.4.2. Terzaghi (1942)

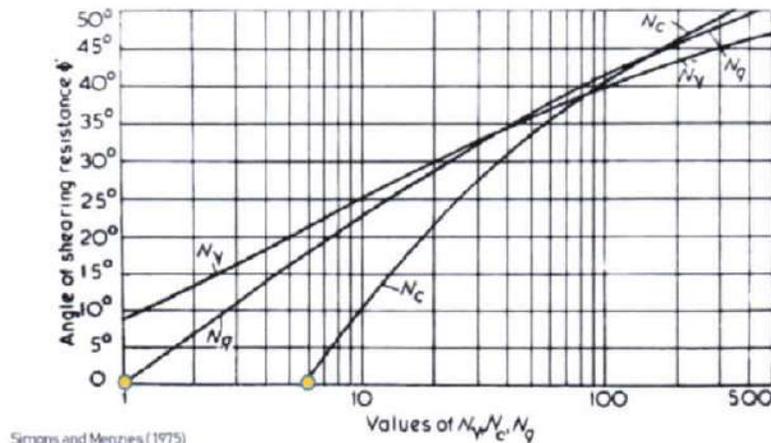
Se ha determinado la capacidad de carga admisible en suelos de comportamiento No drenado, mediante la Teoría de capacidad portante de Terzaghi (1942):

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

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

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 en los puntos de estudio, donde los factores de capacidad de carga son los siguientes:

Nc	Nq	Ny
5,7	1	0

4.4.3. Capacidad portante ultima y admisible para cargas verticales

Tabla 8. Valores de Qult y Qadm

PUNTO N°	Profundidad de Fundacion Df (m)	CLASIF. DE SUELOS	COMPORTAMIENTO	N Desing	Q ult (kg/cm ²)	FS	Qadm (kg/cm ²)	Qadm (kg/cm ²) ASUMIR
		SUCS - ASTM D 2487						
1	2,00	CL	NO DRENADO	22,00	6,56	3,00	2,19	2,00
	3,00	CL		23,00	7,03		2,34	2,20
	4,00	CH		29,00	12,02		4,01	2,50
	5,00	CL		31,00	9,65		3,22	2,50
	6,00	CL		50,00	14,99		5,00	2,50
	7,00	CL		41,00	12,84		4,28	2,50
	8,00	CL		41,00	13,03		4,34	2,50

PUNTO N°	Profundidad de Fundacion Df (m)	CLASIF. DE SUELOS	COMPORTAMIENTO	N Desing	Q ult (kg/cm ²)	FS	Qadm (kg/cm ²)	Qadm (kg/cm ²) ASUMIR
		SUCS - ASTM D 2487						
2	2,00	CL	NO DRENADO	24,00	7,12	3,00	2,37	2,20
	3,00	CL		33,00	9,84		3,28	2,50
	4,00	CL		33,00	10,03		3,34	2,50
	5,00	CH		44,00	18,05		6,02	2,50
	6,00	CL		44,00	13,49		4,50	2,50
	7,00	CL		56,00	17,06		5,69	2,50
	8,00	CL		59,00	18,11		6,04	2,50

5. NIVEL FREÁTICO

No se evidencio la presencia del Nivel Freático en el punto del Estudio Geotécnico, 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 9. 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 10. 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	N ₆₀ prom	Cohesion no drenada Cu (Kpa)	Tipo de suelo	Descripcion
1	-	173,92	S2	Suelo Rígido
2	-	217,53	S2	Suelo Rígido

Según la tabla 9 del presente informe:

Los puntos de análisis presentan un Suelo Muy Rígido (S2) a partir de la cota -2,00m con velocidades de propagación de onda entre a 370 a 760 m/s. Los suelos granulares con ensayos de penetración estándar N₆₀ mayores a 50 golpes y suelos cohesivos con resistencia al corte en condición no drenada Su mayores a 100 kPa.

7. DESCRIPCION ESTRATIGRAFICA

El punto N°1 esta constituido por un terreno regular, desde la cota -0,30m hasta -3,80m presenta arcilla magra de mediana plasticidad, desde -3,80m hasta -4,90m arcilla grasa de alta plasticidad, desde -4,90m hasta el final del estudio presentan arcilla magra de alta plasticidad.

El punto N°2 está constituido por un terreno regular, desde la cota -0,30m hasta -4,50m presenta arcilla magra de mediana plasticidad, desde -4,50m hasta -5,70m arcilla grasa de alta plasticidad, desde -5,70m hasta -6,60m arcilla magra de mediana plasticidad, desde -6,60m hasta el final del estudio presentan arcilla magra de alta plasticidad.

El estudio alcanzo una profundidad de -8,45m en ambos puntos. 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 los puntos, donde se realizó en ambos puntos el ensayo SPT en las cotas -2,00m, -3,00m, -4,00m, -5,00m, -6,00m, -7,00m y -8,00m, se considera como cota 0,00m nivel de terreno natural, el estudio alcanzó una profundidad de -8,45m en ambos puntos. Se desconoce la estratigrafía a mayores profundidades.
- No se encontró presencia de Nivel Freático, se desconoce su variabilidad en el tiempo.
- Existe presencia de arcillas magras de mediana y alta plasticidad y también arcillas grasas alta plasticidad, los suelos presentan humedades medias, ver Anexo A.
- Los puntos de análisis presentan un Suelo Muy Rígido (S2) a partir de la cota -2,00m con velocidades de propagación de onda entre a 370 a 760 m/s. Los suelos granulares con ensayos de penetración estándar N_{60} mayores a 50 golpes y suelos cohesivos con resistencia al corte en condición no drenada S_u mayores a 100 kPa.
- Los suelos tendrán un comportamiento no drenado, con asentamientos a largo plazo.
- 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 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 calcular este valor con las condiciones adecuadas de D_f y B tomando como referencia la carga actuante de la estructura y la disipación de esfuerzos mediante el análisis del bulbo de presiones 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), para el caso de suelos en condiciones no drenadas, 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 CU (suelos cohesivos por encima del NF).

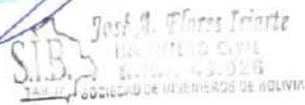
Se recomienda realizar fundar en la cota -2,50m en el punto N°1 y -3,00m en el punto N°2 tomando como referencia la cota 0,00m, si las cargas de la estructura son muy grandes se puede ver la posibilidad de implementar vigas de arriostre y/o zapatas combinadas para tener una mayor rigidez y evitar asentamientos.

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, 17 de agosto de 2023.





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

ANEXOS

ANEXO A

REGISTRO DE INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

INGEOSUD LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS		REGISTRO DE INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO (PERFIL GEOTÉCNICO)										REV: 01 FECHA: 17-ago-23 REPORTE: PGS-75/23 PAG: 02 de 02		PUNTO N° 02														
CLIENTE / Client: Univ. Méndez Sánchez Kelly Giselle		DISEÑO ESTRUCTURAL HOTEL AYRE										COORDENADAS / Coordinates: E: 325785,51 S: 7615101,03		Zona: 20 K Cota msnm 1910,12														
PROYECTO / Project: ZONA MORROS BLANCOS, CIUDAD DE TARIJA, MUNICIPIO DE TARIJA, DPTO. DE TARIJA.		CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE PERFORACIÓN																										
URBICACIÓN / Location:		DIAMETRO EXTERNO 7 PULG.		PESO DEL MARTINETE 138 PULG.		AL TURA DE CAIDA LIBRE		140 L.B.		30 PULG.																		
ESCALA Prof. m	PROFUNDIDAD m	DESCRIPCION DEL MATERIAL	% HUMEDAD NATURAL	GRAFICO DE VARIACION % HUM. Vs. PROF.	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				LÍMITES DE CONSISTENCIA			CLASE DE SUELOS SEGUN SU CLAS. Y AGRUPAM.		PARAMETROS DE RES. DE LOS SUELOS		REGISTRO DE GABINETE					GRAFICO DE RESIS. A LA PENETRACION NUM DE GOLPES VS PROF.	Q _{adm} (kg/cm ²)						
					% MAS FINO 75µ	% MAS FINO 150µ	% MAS FINO 300µ	% MAS FINO 750µ	LÍMITE PLÁSTICO	LÍMITE DE FLUIDEZ	INDICE DE PLASTICIDAD	CL	AGrup	σ _v (kg/cm ²)	τ _v (kg/cm ²)	σ _v (kg/cm ²)	τ _v (kg/cm ²)	σ _v (kg/cm ²)	τ _v (kg/cm ²)	σ _v (kg/cm ²)			τ _v (kg/cm ²)					
0,00		Material Organico																										
1,00		Arcilla magra de mediana plasticidad.																										
1,45																												
2,00																												
2,45			12,6%	100,00	99,98	99,93	98,71	36,99	22,15	14,84	CL A-6 (10)	-	118,6	18,9	-	37,7	8	11	25	24	-	-	-	-	-	-	2,20	
3,00			13,7%	100,00	99,97	99,38	92,96	35,16	21,24	13,92	CL A-6 (10)	-	161,3	18,9	-	56,6	11	15	34	33	-	-	-	-	-	-	2,50	
3,45			14,30%	100,00	99,91	99,04	93,64	37,00	21,24	15,75	CL A-6 (10)	-	161,3	18,9	-	75,41	10	13	30	33	-	-	-	-	-	-	2,50	
4,00			21,20%	100,00	99,96	99,72	91,38	52,45	25,86	26,59	CH A-7-6 (17)	-	300,1	18,9	-	94,26	11	15	33	44	-	-	-	-	-	-	2,50	
4,45			13,10%	100,00	99,78	99,47	95,90	37,90	19,31	18,60	CL A-6 (12)	-	216,4	18,9	-	113,1	14	17	36	44	-	-	-	-	-	-	2,50	
5,00		Arcilla magra de alta plasticidad.																										
5,45			11,20%	100,00	100,00	96,63	92,41	44,66	20,73	23,93	CL A-7-6 (15)	-	276,5	20,7	-	132,0	17	22	46	56	-	-	-	-	-	-	2,50	
6,00		Arcilla magra de alta plasticidad.																										
6,45			11,40%	100,00	99,56	99,03	93,61	43,94	21,91	22,04	CL A-7-6 (14)	-	288,5	21,4	-	152,7	15	23	48	59	-	-	-	-	-	-	2,50	
7,00																												
7,45																												
8,00																												
8,45																												
9,00																												

FIN DEL SONDEO

FECHA DE REALIZACIÓN DEL ENSAYO: 28/07/2023

FECHA DE CONCLUSIÓN DEL ENSAYO: 28/07/2023

Ing. Jose Alejandro Flores Iriarte
ENCARGADO DE LABORATORIO

OBSERVACIONES:

No se evidencio la presencia del Nivel Freático en el Estudio Geotécnico, se considera como nivel 0,00 la boca del sondeo realizado, donde se realizó ensayo SPT en las cotas -2,00m, -3,00m, -4,00m, -5,00m, -6,00m, -7,00m y -8,00m, existe presencia de arcillas magras de mediana plasticidad hasta la cota -4,50m y arcillas grasas y magras alta plasticidad desde la cota -4,50m hasta el final del estudio los suelos presentan humedades medias. Se desconoce la estratigrafía a mayores profundidades. El calculo de los distintos parametros estan descritos en presente informe.

ANEXO B

TRABAJO DE LABORATORIO

PUNTO 1

CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

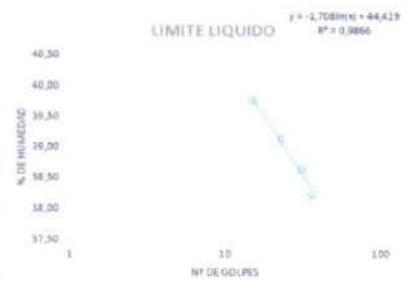
PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL HOTEL AYRE	UBICACIÓN:	ZONA MORROS BLANCOS
SOLICITANTE:	UNIV. MÉNDEZ SÁNCHEZ KELLY GISELE	FECHA:	28/07/2023
LABORATORISTA:	ING. IRAIDA MENDOZA ARENAS	IDENTIFICACIÓN:	P1-02 PROF. (m) 2,00

GRANULOMETRIA DE SUELOS					
Peso Total Seco (gr.)		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	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº40	0,425	1,18	1,18	0,30	99,71
Nº200	0,075	11,94	15,12	3,78	96,22
BASE		384,88			

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)			
Cápsula Nº	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	105,01	102,65	112,44
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	94,03	92,16	100,84
Peso de cápsula (gr)	17,82	15,98	15,67
Peso de suelo seco (gr)	76,21	76,18	85,17
Peso del agua (gr)	10,98	10,49	11,60
Contenido de humedad (%)	14,41	13,77	13,62
Contenido de humedad Promedio (%)	13,9		



LÍMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP) ASTM D 4318				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula Nº	1	2	3	4
Nº de golpes	15	25	31	36
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	36,62	36,53	40,38	37,57
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	31,16	30,66	33,78	31,32
Peso del agua (gr)	5,46	5,87	6,60	6,25
Peso de la Cápsula (gr)	17,45	15,66	16,7	14,97
Peso de Suelo Seco (gr)	13,73	15,00	17,08	16,35
Porcentaje de Humedad (%)	39,77	39,13	38,64	38,23
Determinación de Límite Plástico				
Cápsula	1	2	3	Límite Líquido (L.L.)
Peso de suelo húmedo + Cápsula	18,34	18,45	18,72	38,9 %
Peso de suelo seco + Cápsula	17,89	18,03	18,26	Límite Plástico (LP)
Peso de cápsula	15,97	16,22	16,28	23,3 %
Peso de suelo seco	1,92	1,81	1,98	Índice de plasticidad (IP)
Peso del agua	0,45	0,42	0,46	15,6 %
Contenido de humedad	23,44	23,20	23,33	Índice de Grupo (IG)
				10



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

Ing. José T. Flores Iriarte
 INGENIERO CIVIL
 N.º 1. 93.326
 TARIJA SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA
 RESPONSABLE LAB. MEC. SUELOS
 INGEOSUD

CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL HOTEL AYRE	UBICACIÓN: ZONA MORROS Blancos
SOLICITANTE: UNIV. MÉNDEZ SÁNCHEZ KELLY GISELLE	FECHA: 28/07/2023
LABORATORISTA: ING. IRAIDA MENDOZA ARENAS	IDENTIFICACIÓN: P1-03 PROF. (m) 3,00

GRANULOMETRÍA DE SUELOS					
Peso Total Seco (gr.)		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	1,27	1,27	0,32	99,68
Nº40	0,425	1,05	2,32	0,58	99,42
Nº200	0,075	3,10	5,42	1,34	98,66
BASE		104,58			

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)			
Cápsula Nº	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	107,85	113,98	99,76
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	96,26	102,08	89,48
Peso de cápsula (gr)	13,67	15,98	17,44
Peso de suelo seco (gr)	82,59	86,10	72,04
Peso del agua (gr)	11,59	11,90	10,28
Contenido de humedad (%)	14,03	13,82	14,27
Contenido de humedad Promedio (%)	14,0		



LÍMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP) ASTM D 4318				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula Nº	1	2	3	4
Nº de golpes	16	22	27	35
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	36,31	35,11	38,34	39,32
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	31,14	29,43	32,29	33,40
Peso del agua (gr)	5,17	5,68	6,05	5,92
Peso de la Cápsula (gr)	17,41	14,05	15,54	16,70
Peso de Suelo Seco (gr)	13,73	15,38	16,75	16,70
Porcentaje de Humedad (%)	37,65	36,93	36,12	35,45
Determinación de Límite Plástico				
Cápsula	1	2	3	Límite Líquido (L.L.)
Peso de suelo húmedo + Cápsula	17,42	17,83	19,01	36,4 %
Peso de suelo seco + Cápsula	17,10	17,55	18,65	Límite Plástico (L.P.)
Peso de cápsula	15,63	16,22	17,01	21,6 %
Peso de suelo seco	1,47	1,33	1,64	Índice de plasticidad (IP)
Peso del agua	0,32	0,28	0,36	14,8 %
Contenido de humedad	21,77	21,05	21,95	Índice de Grupo (IG)
				10



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


INGEOSUD
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 Tarja SIB. Nº 143.329
 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 HOTEL AYRE	UBICACIÓN:	ZONA MORROS BLANCOS
SOLICITANTE:	UNIV. MÉNDEZ SÁNCHEZ KELLY GISELLE	FECHA:	28/07/2023
LABORATORISTA:	ING. IRAIDA MENDOZA ARENAS	IDENTIFICACIÓN:	P1-04 PROF. (m) 4,00

GRANULOMETRÍA DE SUELOS					
Peso Total Seco (gr.)		Norma: A.S.T.M. D 6912			
Tamques	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	0,69	0,69	0,17	99,83
Nº40	0,425	2,02	2,71	0,68	99,32
Nº200	0,075	7,04	9,75	2,44	97,56
BASE		390,25			

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)			
Cápsula Nº	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	89,22	131,08	146,54
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	77,38	111,93	125,01
Peso de cápsula (gr)	15,15	14,84	16,57
Peso de suelo seco (gr)	62,23	97,09	108,44
Peso del agua (gr)	11,84	19,15	21,53
Contenido de humedad (%)	19,03	19,72	19,85
Contenido de humedad Promedio (%)	19,5		



LÍMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP) ASTM D 4318				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula Nº	1	2	3	4
Nº de golpes	14	23	31	56
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	36,11	35,27	38,80	46,59
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	28,27	28,59	31,81	36,29
Peso del agua (gr)	7,84	6,68	6,99	10,30
Peso de la Cápsula (gr)	13,66	15,71	17,83	15,22
Peso de Suelo Seco (gr)	14,61	12,88	13,98	21,07
Porcentaje de Humedad (%)	53,66	51,86	50,00	48,88
Determinación de Límite Plástico				
Cápsula	1	2	3	Límite Líquido (LL)
Peso de suelo húmedo + Cápsula	17,64	17,61	15,09	51,0 %
Peso de suelo seco + Cápsula	17,38	17,27	18,54	Límite Plástico (LP)
Peso de cápsula	16,33	15,93	16,36	25,1 %
Peso de suelo seco	1,05	1,34	2,18	Índice de plasticidad (IP)
Peso del agua	0,26	0,34	0,55	25,9 %
Contenido de humedad	34,76	25,37	25,23	Índice de Grupo (IG)
				17



CLASIFICACIÓN DEL SUELO	SUCS - ASTM D 2487: CH
	AASHTO M-145: A-7-6 (17)
DESCRIPCIÓN	ARCILLA GRASA DE ALTA PLASTICIDAD


INGEOSUD
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 SIB.
 Ing. José A. Flores Iriarte
 INGENIERO CIVIL
 R. Nº. 416.029
 T. Nº. 14
 SOCIEDAD DE INGENIEROS DE SOLI

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

CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL HOTEL AYRE	UBICACIÓN: ZONA MORROS BLANCOS
SOLICITANTE: UNIV. MÉNDEZ SÁNCHEZ KELLY GISELLE	FECHA: 28/07/2023
LABORATORISTA: ING. IRAIDA MENDOZA ARENAS	IDENTIFICACIÓN: P1-05 PROF. (m) 5.00

GRANULOMETRÍA DE SUELOS					
Peso Total Seco (gr.)		400	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	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº40	0,425	1,77	1,77	0,44	99,56
Nº200	0,075	41,69	43,46	10,87	89,14
BASE		156,54			

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)			
Cápsula N°	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	102,21	86,59	74,04
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	94,99	80,70	68,94
Peso de cápsula (gr)	15,72	15,55	16,21
Peso de suelo seco (gr)	79,27	65,15	52,73
Peso del agua (gr)	7,22	5,89	5,10
Contenido de humedad (%)	9,11	9,04	9,67
Contenido de humedad Promedio (%)	9,3		



LÍMITES DE ATTERBERG (L.L., L.P., I.P.) ASTM D 4318				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	18	24	28	31
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	43,01	34,89	42,06	36,73
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	36,25	30,47	36,29	32,15
Peso del agua (gr)	6,76	4,42	5,77	4,58
Peso de la Cápsula (gr)	14,26	15,70	16,71	16,35
Peso de Suelo Seco (gr)	21,99	14,77	19,58	15,8
Porcentaje de Humedad (%)	30,74	29,93	29,47	28,99
Determinación de Límite Plástico				
Cápsula	1	2	3	Límite Líquido (L.L.)
Peso de suelo húmedo + Cápsula	17,42	18,32	18,39	29,8 %
Peso de suelo seco + Cápsula	17,19	17,99	18,04	Límite Plástico (L.P.)
Peso de cápsula	15,88	16,21	16,03	17,8 %
Peso de suelo seco	1,31	1,78	2,01	Índice de plasticidad (IP)
Peso del agua	0,23	0,33	0,35	11,9 %
Contenido de humedad	17,54	18,54	17,41	Índice de Grupo (IG)
				9



CLASIFICACIÓN DEL SUELO	SUCS - ASTM D 2487: CL
	AASHTO M-145: A-6 (9)
DESCRIPCIÓN	ARCILLA MAGRA DE MEDIANA PLASTICIDAD




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

CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

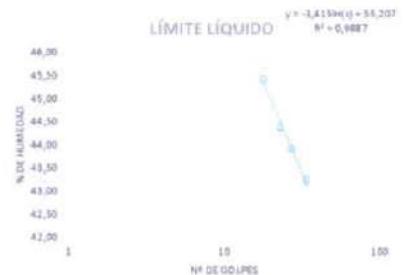
PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL HOTEL AYRE	UBICACIÓN:	ZONA MORROS BLANCOS
SOLICITANTE:	UNIV. MÉNDEZ SÁNCHEZ KELLY GISELLE	FECHA:	28/07/2023
LABORATORISTA:	ING. IRAIDA MENDOZA ARENAS	IDENTIFICACIÓN:	P1-06 PROF. (m) 6,00

GRANULOMETRÍA DE SUELOS					
Peso Total Seco (gr.)		400	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	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº40	0,425	0,99	0,99	0,25	99,75
Nº200	0,075	18,73	19,72	4,93	95,07
BASE		180,28			

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)			
Cápsula N°	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	119,54	93,77	103,71
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	107,26	84,66	93,78
Peso de cápsula (gr)	15,66	16,40	16,70
Peso de suelo seco (gr)	91,60	68,26	77,08
Peso del agua (gr)	12,28	9,11	9,93
Contenido de humedad (%)	13,41	13,35	12,88
Contenido de humedad Promedio (%)	13,2		



LÍMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP) ASTM D 4318				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	18	23	27	34
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	46,89	40,81	30,29	38,10
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	37,16	33,67	32,28	31,36
Peso del agua (gr)	9,73	7,14	7,01	6,74
Peso de la Cápsula (gr)	15,74	17,58	16,32	15,77
Peso de Suelo Seco (gr)	21,42	16,09	15,96	15,59
Porcentaje de Humedad (%)	45,42	44,38	43,92	43,23
Determinación de Límite Plástico				
Cápsula	1	2	3	Límite Líquido (LL)
Peso de suelo húmedo + Cápsula	18,71	18,01	17,65	44,2 %
Peso de suelo seco + Cápsula	18,26	17,69	17,36	Límite Plástico (LP)
Peso de cápsula	16,10	16,11	15,45	20,9 %
Peso de suelo seco	2,16	1,58	1,81	Índice de plasticidad (IP)
Peso del agua	0,45	0,32	0,39	23,3 %
Contenido de humedad	20,83	20,25	21,55	Índice de Grupo (IG)
				14



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


INGEOSUD
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 José A. Flores Iriarte
 INGENIERO CIVIL
 N.º 10.7028
 TARIJA - BOLIVIA
 SOCIOS DE VULNERABILIDAD

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

CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL HOTEL AYRE	UBICACIÓN:	ZONA MORROS BLANCOS
SOLICITANTE:	UNIV. MÉNDEZ SÁNCHEZ KELLY GISELLE	FECHA:	28/07/2023
LABORATORISTA:	ING. IRAIDA MENDOZA ARENAS	IDENTIFICACIÓN:	P1-07 PROF. (m) 7,00

GRANULOMETRÍA DE SUELOS				
Peso Total Seco (gr.)		499	Norma: A.S.T.M. D 6913	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum. (gr)	% Que Pasa del Total
3"	75	0,00	0,00	0,00
2"	50	0,00	0,00	0,00
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	0,00
1"	25,00	0,00	0,00	0,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	0,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00
Nº4	4,75	0,00	0,00	0,00
Nº10	2,00	0,42	0,42	0,11
Nº40	0,425	17,32	17,74	4,44
Nº200	0,075	12,34	30,08	7,52
BASE		369,92		92,48

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL. (ASTM D 2216)			
Cápsula N°	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	84,28	99,87	91,11
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	77,56	92,31	83,61
Peso de cápsula (gr)	16,14	16,84	15,23
Peso de suelo seco (gr)	61,42	75,47	68,38
Peso del agua (gr)	0,72	7,50	7,50
Contenido de humedad (%)	10,94	10,02	10,97
Contenido de humedad Promedio (%)	10,6		



LÍMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP) ASTM D 4318				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	17	21	27	33
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	45,91	43,26	52,57	41,58
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	36,26	34,18	41,37	33,17
Peso del agua (gr)	9,65	9,08	11,20	8,36
Peso de la Cápsula (gr)	15,33	14,26	16,37	14,15
Peso de Suelo Seco (gr)	20,93	19,92	25,00	19,02
Porcentaje de Humedad (%)	46,11	45,58	44,80	43,95
Determinación de Límite Plástico				
Cápsula	1	2	3	Límite Líquido (LL)
Peso de suelo húmedo + Cápsula	18,88	19,20	18,75	44,9 %
Peso de suelo seco + Cápsula	18,39	18,69	18,31	Límite Plástico (LP)
Peso de cápsula	16,11	16,38	16,29	21,8 %
Peso de suelo seco	2,28	2,31	2,02	Índice de plasticidad (IP)
Peso del agua	0,49	0,51	0,44	23,2 %
Contenido de humedad	21,49	22,08	21,78	Índice de Grupo (IG)
				14



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

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

CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL HOTEL AYRE	UBICACIÓN:	ZONA MORROS BLANCOS
SOLICITANTE:	UNIV. MÉNDEZ SÁNCHEZ KELLY GISELLE	FECHA:	28/07/2023
LABORATORISTA:	ING. IRAIDA MENDOZA ARENAS	IDENTIFICACIÓN:	P1-08 PROF. (m) 8.00

GRANULOMETRÍA DE SUELOS					
Peso Total Seco (gr.)		Norma: A.S.T.M. D 6913			
Tamases	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	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº40	0,425	3,15	3,15	0,79	99,21
Nº200	0,075	17,79	20,94	5,24	94,77
BASE		179,06			

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)			
Cápsula N°	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	102,01	100,65	110,44
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	94,03	92,16	100,84
Peso de cápsula (gr)	17,82	15,98	15,67
Peso de suelo seco (gr)	76,21	76,18	85,17
Peso del agua (gr)	7,98	8,49	9,60
Contenido de humedad (%)	10,47	11,14	11,27
Contenido de humedad Promedio (%)	11,0		



LÍMITES DE ATTERBERG (L.L., L.P., I.P.) ASTM D 4318				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	16	23	32	36
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	40,27	38,77	40,81	47,12
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	32,16	31,66	32,84	37,28
Peso del agua (gr)	8,11	7,11	7,97	9,84
Peso de la Cápsula (gr)	15,21	16,36	15,28	15,09
Peso de Suelo Seco (gr)	16,95	15,30	17,56	22,19
Porcentaje de Humedad (%)	47,85	46,47	45,39	44,34
Determinación de Límite Plástico				
Cápsula	1	2	3	Límite Líquido (L.L.)
Peso de suelo húmedo + Cápsula	18,34	18,45	18,72	46,1 %
Peso de suelo seco + Cápsula	17,89	18,03	18,26	Límite Plástico (L.P.)
Peso de cápsula	15,97	16,22	16,28	23,3 %
Peso de suelo seco	1,92	1,81	1,98	Índice de plasticidad (I.P.)
Peso del agua	0,45	0,42	0,46	22,8 %
Contenido de humedad	23,44	23,20	23,23	Índice de Grupo (IG)
				14



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


INGEOSUD
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 Ing. Jose Alejandro Flores Iriarte
 RESPONSABLE LAB. MEC. SUELOS
 INGENIOSUD

PUNTO 2

CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

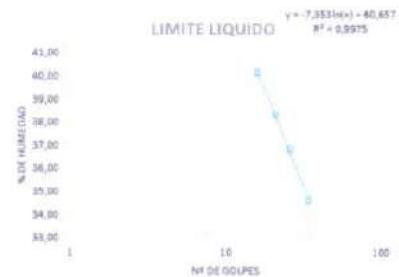
PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL HOTEL AYRE	UBICACIÓN:	ZONA MORROS BLANCOS
SOLICITANTE:	UNIV. MÉNDEZ SÁNCHEZ KELLY GISELE	FECHA:	28/07/2023
LABORATORISTA:	ING. IRAIDA MENDOZA ARENAS	IDENTIFICACIÓN:	P2-02 PROF. (m) 2,00

GRANULOMETRÍA DE SUELOS					
Peso Total Seco (gr.)		Norma: A.S.T.M. D 4913			
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	0.10	0.10	0.03	99.98
Nº40	0.425	0.20	0.30	0.08	99.93
Nº200	0.075	4.85	5.15	1.29	98.71
BASE		194.85			

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)			
Cápsula N°	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	97.03	108.75	117.98
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	87.94	98.45	106.48
Peso de cápsula (gr)	16.28	15.45	14.98
Peso de suelo seco (gr)	71.66	83.00	91.50
Peso del agua (gr)	9.09	10.30	11.50
Contenido de humedad (%)	12.68	12.41	12.57
Contenido de humedad Promedio (%)	12.6		



LÍMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP) ASTM D 4318				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	16	21	26	34
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	31.23	28.12	29.47	29.99
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	27.94	25.02	26.61	26.95
Peso del agua (gr)	3.29	3.10	2.86	3.04
Peso de la Cápsula (gr)	19.75	16.94	18.84	18.17
Peso de Suelo Seco (gr)	8.19	8.08	7.77	8.78
Porcentaje de Humedad (%)	40.17	38.37	36.81	34.62
Determinación de Límite Plástico				
Cápsula	1	2	3	Límite Líquido (LL)
Peso de suelo húmedo + Cápsula	19.98	17.61	18.51	37.0 %
Peso de suelo seco + Cápsula	18.56	17.22	18.07	Límite Plástico (LP)
Peso de cápsula	16.28	15.47	16.03	22.2 %
Peso de suelo seco	2.28	1.75	2.06	Índice de plasticidad (IP)
Peso del agua	0.52	0.39	0.44	14.8 %
Contenido de humedad	22.81	22.29	21.36	Índice de Grupo (IG)
				10



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


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

CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL HOTEL AYRE	UBICACIÓN: ZONA MORROS Blancos
SOLICITANTE: UNIV. MENDOZA SÁNCHEZ KELLY GISELLE	FECHA: 28/07/2023
LABORATORISTA: ING. IRAIDA MENDOZA ARENAS	IDENTIFICACIÓN: P2-03 PROF. (m) 3,00

GRANULOMETRÍA DE SUELOS					
Peso Total Seco (gr.)		400	Norma: A.S.T.M. D 6913		
Tamizos	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	0,11	0,11	0,03	99,97
Nº40	0,425	2,36	2,47	0,62	99,38
Nº200	0,075	25,69	28,16	7,04	92,96
BASE		171,84			

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)			
Cápsula N°	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	126,54	91,62	109,22
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	113,41	82,71	97,84
Peso de cápsula (gr)	15,64	17,84	16,33
Peso de suelo seco (gr)	97,77	64,87	81,51
Peso del agua (gr)	13,13	8,91	11,38
Contenido de humedad (%)	13,43	13,74	13,96
Contenido de humedad Promedio (%)	13,7		



LÍMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP) ASTM D 4318				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	18	21	27	34
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	27,15	26,18	32,61	26,90
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	24,29	23,40	28,55	24,23
Peso del agua (gr)	3,06	2,78	4,06	2,67
Peso de la Cápsula (gr)	16,22	15,71	16,74	16,16
Peso de Suelo Seco (gr)	8,07	7,69	11,81	8,07
Porcentaje de Humedad (%)	37,92	36,15	34,38	33,09
Determinación de Límite Plástico				
Cápsula	1	2	3	Límite Líquido (L.L.) 35,2 %
Peso de suelo húmedo + Cápsula	18,91	17,54	17,52	Límite Plástico (L.P.) 21,2 %
Peso de suelo seco + Cápsula	18,47	17,22	17,09	Índice de plasticidad (IP) 13,9 %
Peso de cápsula	16,34	15,73	15,08	Índice de Grupo (IG) 10
Peso de suelo seco	2,11	1,49	2,01	
Peso del agua	0,44	0,32	0,43	
Cometido de humedad	20,83	21,48	21,39	



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



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

CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL HOTEL AYRE	UBICACIÓN:	ZONA MORROS BLANCOS
SOLICITANTE:	UNIV. MÉNDEZ SÁNCHEZ KELLY GISELLE	FECHA:	28/07/2023
LABORATORISTA:	ING. IRAIDA MENDOZA ARENAS	IDENTIFICACIÓN:	P2-04 PROF. (m) 4,00

GRANULOMETRÍA DE SUELOS					
Peso Total Seco (gr.)		Norma: A.S.T.M. D 4913			
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	0,38	0,38	0,10	99,91
Nº40	0,425	3,45	3,83	0,96	99,04
Nº200	0,075	21,63	25,46	6,37	93,64
BASE		374,54			

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)			
Cápsula N°	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	121,54	120,32	102,58
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	108,46	107,14	92,08
Peso de cápsula (gr)	16,74	17,21	16,61
Peso de suelo seco (gr)	91,72	89,93	75,47
Peso del agua (gr)	13,08	13,18	10,50
Contenido de humedad (%)	14,26	14,66	13,91
Contenido de humedad Promedio (%)	14,3		



LÍMITES DE ATTERBERG (L.L., L.P., I.P.) ASTM D 4318				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	20	24	27	35
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	38,49	33,59	26,06	29,01
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	32,31	28,99	23,18	25,78
Peso del agua (gr)	6,18	4,60	2,88	3,23
Peso de la Cápsula (gr)	16,56	16,82	15,12	16,20
Peso de Suelo Seco (gr)	15,75	12,17	8,06	9,58
Porcentaje de Humedad (%)	39,24	37,80	35,73	33,72
Determinación de Límite Plástico				
Cápsula	1	2	3	Límite Líquido (L.L.)
Peso de suelo húmedo + Cápsula	17,41	17,63	18,76	37,0 %
Peso de suelo seco + Cápsula	17,06	17,33	18,31	Límite Plástico (L.P.)
Peso de cápsula	15,42	15,87	16,25	21,2 %
Peso de suelo seco	1,64	1,46	2,06	Índice de plasticidad (I.P.)
Peso del agua	0,35	0,30	0,45	15,8 %
Contenido de humedad	21,34	20,55	21,84	Índice de Grupo (IG)
				10



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


INGEOSUD
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 Ing. José Alejandro Flores Iriarte
 RESPONSABLE LAB. MEC. SUELOS
 INGENIERO DE SOLVIA

CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL HOTEL AYRE	UBICACIÓN:	ZONA MORROS BLANCOS
SOLICITANTE:	UNIV. MÉNDEZ SÁNCHEZ KELLY GISELLE	FECHA:	28/07/2023
LABORATORISTA:	ING. IRAIDA MENDOZA ARENAS	IDENTIFICACIÓN:	P2-05 PROF. (m) 5,00

GRANULOMETRÍA DE SUELOS					
Peso Total Seco (gr.)		400		Norma: A.S.T.M. D 4913	
Tamases	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	0,16	0,16	0,04	99,96
Nº40	0,425	0,96	1,12	0,28	99,72
Nº200	0,075	33,35	34,47	8,62	91,38
BASE		365,53			

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)			
Cápsula N°	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	124,26	114,58	136,71
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	104,87	97,43	115,87
Peso de cápsula (gr)	14,74	16,77	15,37
Peso de suelo seco (gr)	90,13	80,66	99,50
Peso del agua (gr)	19,39	17,15	20,84
Contenido de humedad (%)	21,51	21,26	20,94
Contenido de humedad Promedio (%)	21,2		



LÍMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP) ASTM D 4318				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	19	24	26	30
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	42,01	37,61	37,37	37,78
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	32,87	30,35	30,19	30,43
Peso del agua (gr)	9,14	7,26	7,18	7,33
Peso de la Cápsula (gr)	16,25	16,74	16,35	15,94
Peso de Suelo Seco (gr)	16,62	13,61	13,84	14,51
Porcentaje de Humedad (%)	54,99	53,34	51,88	50,52
Determinación de Límite Plástico				
Cápsula	1	2	3	Límite Líquido (LL)
Peso de suelo húmedo + Cápsula	19,13	18,74	19,22	52,5 %
Peso de suelo seco + Cápsula	18,57	18,26	18,72	Límite Plástico (LP)
Peso de cápsula	16,45	16,38	16,77	25,9 %
Peso de suelo seco	2,12	1,88	1,95	Índice de plasticidad (IP)
Peso del agua	0,56	0,48	0,50	26,6 %
Contenido de humedad	26,42	25,53	25,64	Índice de Grupo (IG)
				17



CLASIFICACIÓN DEL SUELO	SUCS - ASTM D 2487: CH
	AASHTO M-145: A-7-6 (17)
DESCRIPCIÓN	ARCILLA GRASA DE ALTA PLASTICIDAD

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

CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

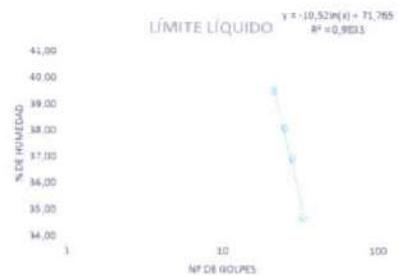
PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL HOTEL AYRE	UBICACIÓN:	ZONA MORROS BLANCOS
SOLICITANTE:	UNIV. MÉNDEZ SÁNCHEZ KELLY GISELLE	FECHA:	28/07/2023
LABORATORISTA:	ING. IRAIDA MENDOZA ARENAS	IDENTIFICACIÓN:	P2-06 PROF. (m) 6,00

GRANULOMETRÍA DE SUELOS					
Peso Total Seco (gr.)		Norma: A.S.T.M. D 6912			
Tandees	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	0,87	0,87	0,22	99,78
Nº40	0,425	1,26	2,13	0,53	99,47
Nº200	0,075	14,27	16,40	4,10	95,90
BASE		381,60			

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)			
Cápsula Nº	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	84,71	109,67	112,21
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	76,68	98,87	101,07
Peso de cápsula (gr)	15,70	15,87	16,45
Peso de suelo seco (gr)	60,98	83,00	84,62
Peso del agua (gr)	8,03	10,80	11,14
Contenido de humedad (%)	13,17	13,01	13,16
Contenido de humedad Promedio (%)	13,1		



LÍMITES DE ATTERBERG (L.L., L.P., I.P.) ASTM D 4318				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula Nº	1	2	3	4
Nº de golpes	21	25	28	33
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	33,18	32,24	25,51	25,97
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	28,39	27,74	22,89	23,51
Peso del agua (gr)	4,79	4,50	2,62	2,46
Peso de la Cápsula (gr)	16,27	15,93	15,8	16,45
Peso de Suelo Seco (gr)	12,12	11,81	7,09	7,08
Porcentaje de Humedad (%)	39,52	38,10	36,95	34,75
Determinación de Límite Plástico				
Cápsula	1	2	3	Límite Líquido (L.L.)
Peso de suelo húmedo + Cápsula	18,94	18,64	18,83	37,9 %
Peso de suelo seco + Cápsula	18,63	18,11	18,44	Límite Plástico (L.P.)
Peso de cápsula	17,03	15,42	16,37	19,3 %
Peso de suelo seco	1,60	2,69	2,07	Índice de plasticidad (I.P.)
Peso del agua	0,31	0,53	0,39	18,6 %
Contenido de humedad	19,38	19,70	18,84	Índice de Grupo (IG)
				12



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


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

CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL HOTEL AYRE	UBICACIÓN:	ZONA MORROS BLANCOS
SOLICITANTE:	UNIV. MÉNDEZ SÁNCHEZ KELLY GISELLE	FECHA:	28/07/2023
LABORATORISTA:	ING. IRAIDA MENDOZA ARENAS	IDENTIFICACIÓN:	P2-07 PROF. (m) 7,00

GRANULOMETRÍA DE SUELOS					
Peso Total Seco (gr.)		Norma:			
400		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	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº40	0,425	13,47	13,47	3,37	96,63
Nº200	0,075	16,88	30,35	7,59	92,41
BASE		369,65			

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)			
Cápsula N°	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	107,45	131,87	96,31
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	97,99	120,14	88,47
Peso de cápsula (gr)	15,37	15,84	16,71
Peso de suelo seco (gr)	82,62	104,30	71,76
Peso del agua (gr)	9,46	11,75	7,84
Contenido de humedad (%)	11,45	11,25	10,93
Contenido de humedad Promedio (%)	11,2		



LÍMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP) ASTM D 4318				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	14	21	27	34
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	49,04	53,22	60,01	37,76
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	38,26	41,01	46,17	31,47
Peso del agua (gr)	10,78	11,21	13,84	6,29
Peso de la Cápsula (gr)	15,23	16,54	15,04	16,87
Peso de Suelo Seco (gr)	23,03	24,47	31,13	14,6
Porcentaje de Humedad (%)	46,80	45,81	44,46	43,08
Determinación de Límite Plástico				
Cápsula	1	2	3	Límite Líquido (LL)
Peso de suelo húmedo + Cápsula	17,98	16,68	17,54	44,7 %
Peso de suelo seco + Cápsula	17,49	16,34	17,11	Límite Plástico (LP)
Peso de cápsula	15,13	14,74	15,97	20,7 %
Peso de suelo seco	2,36	1,60	1,14	Índice de plasticidad (IP)
Peso del agua	0,49	0,34	0,23	23,9 %
Contenido de humedad	20,76	21,25	20,18	Índice de Grupo (IG)
				15



CLASIFICACIÓN DEL SUELO	SUCS - ASTM D 2487: CL
	AASHTO M-145: A-7-6 (15)
DESCRIPCIÓN	ARCILLA MAGRA DE ALTA PLASTICIDAD


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

CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL HOTEL AYRE	UBICACIÓN:	ZONA MORROS BLANCOS
SOLICITANTE:	UNIV. MÉNDEZ SÁNCHEZ KELLY GISELLE	FECHA:	28/07/2023
LABORATORISTA:	ING. IRAIDA MENDOZA ARENAS	IDENTIFICACIÓN:	P2-08 PROF. (m) 8,00

GRANULOMETRÍA DE SUELOS					
Peso Total Seco (gr.)		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	1.78	1.78	0.45	99.56
Nº40	0.425	2.69	3.87	0.97	99.03
Nº200	0.075	21.70	25.57	6.39	93.61
BASE:		174.43			

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)			
Cápsula N°	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	106.67	129.42	109.27
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	97.26	117.66	99.82
Peso de cápsula (gr)	16.14	14.22	15.08
Peso de suelo seco (gr)	81.12	103.44	84.74
Peso del agua (gr)	9.41	11.76	9.45
Contenido de humedad (%)	11.60	11.37	11.15
Contenido de humedad Promedio (%)	11.4		



LÍMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP) ASTM D 4318				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	18	24	29	34
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	49.59	63.59	62.53	58.50
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	39.24	49.37	48.28	45.62
Peso del agua (gr)	10.35	14.22	14.25	12.88
Peso de la Cápsula (gr)	16.36	17.24	15.48	15.29
Peso de Suelo Seco (gr)	22.88	32.13	32.8	30.33
Porcentaje de Humedad (%)	45.24	44.26	43.45	42.47
Determinación de Límite Plástico				
Cápsula	1	2	3	Límite Líquido (LL)
Peso de suelo húmedo + Cápsula	17.15	18.67	16.94	43.9 %
Peso de suelo seco + Cápsula	16.78	18.05	16.57	Límite Plástico (LP)
Peso de cápsula	15.09	15.24	14.87	21.9 %
Peso de suelo seco	1.69	2.81	1.70	Índice de plasticidad (IP)
Peso del agua	0.37	0.62	0.37	22.0 %
Contenido de humedad	21.89	22.06	21.76	Índice de Grupo (IG)
				14



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



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



INGEOSUD
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANEXO C

REPORTE FOTOGRÁFICO

TRABAJO DE CAMPO

PUNTO 1



Ensayo S.P.T.



P1-02



P1-03



P1-04



P1-05



P1-06



P1-07



P1-08

PUNTO 2



Ensayo S.P.T.



P2-02



P2-03



P2-04



P2-05



P2-06



P2-07



P2-08

TRABAJO DE LABORATORIO



Toma de datos para contenido de humedad, posterior secado de muestras en horno a temperatura 110 ± 5 °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 ± 5 °C.



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



Preparación de muestras para Límites Atterberg



Determinación de Límites Atterberg

A.3. Memorias de cálculo y diseños

A3.1 VIGAS

Pre dimensionado de vigas

Verificamos la altura con la siguiente expresión para la viga más solicitada de la estructura.

$$h_{viga} = \frac{L}{12} = \frac{758}{12} = 63.16 \approx 60 \text{ cm}$$

Se asume un peralte de 45 cm. El ancho de la viga se asume 25 cm para evitar el congestionamiento de la armadura.

Tipos de vigas utilizadas en la estructura

En la estructura se usa vigas peraltadas con las siguientes dimensiones considerando la arquitectura y planteamiento estructural.

Tabla A.3.1.1: Dimensiones de las vigas usadas en la estructura.

DIMENSIONES	
Base (cm)	Altura (cm)
20	30
25	45
20	45

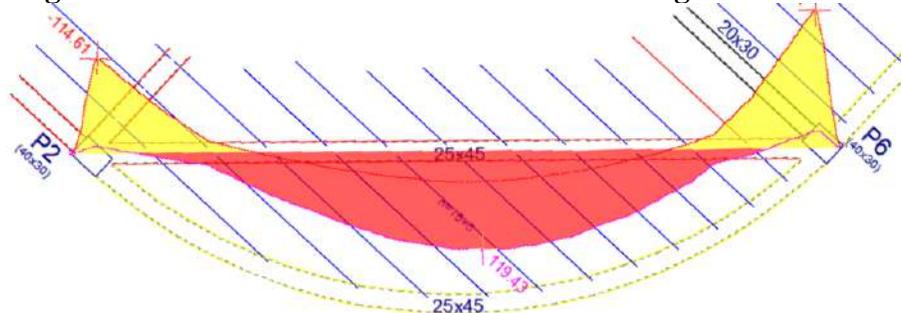
Fuente: Elaboración Propia

Diseño a flexión simple

Se diseña la viga con mayor sollicitación ubicada que se muestra en la figura.

La envolvente de momentos de la viga se muestra en la siguiente figura.

Figura A.3.1.1: Envolvente de momentos de la viga más solicitada.



Fuente: Adaptado del paquete estructural CYPECAD.

Cálculo de armadura negativa de la viga sobre columna P2

$$M = -114.61 \text{ kN.m}$$

$$h = 45 \text{ cm}$$

$$b = 25 \text{ cm}$$

$$d_1 = 3.5 \text{ cm}$$

$$d = 41.5 \text{ cm}$$

$$f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

El momento reducido de cálculo con la siguiente fórmula.

$$\mu d = \frac{114.61 * 100}{25 * 41.5^2 * 1.67} = 0.17 < \mu_{lim} = 0.319 \text{ (Cumple)}$$

Con el momento reducido se obtiene la cuantía mecánica (w) de la siguiente tabla.

Tabla A.3.1.2: Tabla universal para flexión simple.

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

De la tabla 3.9, interpolando para el momento reducido calculado, la cuantía mecánica es $w=0.1884$

La armadura de cálculo a tracción necesaria es:

$$A_s = 0.1884 * 25 * 41.5 * \frac{1.67}{43.48} = 7.51 \text{ cm}^2$$

La armadura mínima según la norma CBH-87 es:

$$A_{smin} = 0.0028 * 25 * 45 = 3.15 \text{ cm}^2$$

La armadura de cálculo necesaria es:

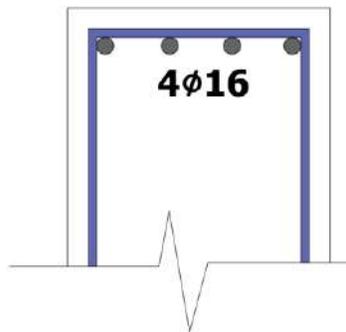
$$A. nec \geq \left[\begin{matrix} A_s \\ A_{smin} \end{matrix} \right] = 7.51 \text{ cm}^2$$

Considerando diámetro 16 mm $A_{acero}=2.01 \text{ cm}^2$ para las esquinas de la viga y diámetros interiores de 16 mm $A_{acero}= 2.01 \text{ cm}^2$ de refuerzo se tiene:

$$A_{real} = 2*2.01+2*2.01=8.04 \text{ cm}^2 > A. nec \text{ (Cumple)}$$

Se utiliza $4 \phi 16$, la disposición de armaduras en la viga sobre la columna P2 se muestra en la siguiente figura.

Figura A.3.1.2: Disposición de armadura negativa en la viga.



Fuente: Elaboración propia.

El espaciamiento entre barras es:

$$l_1 = 25 - 2 * 3.5 - 1.6 = 16.4 \text{ cm}$$

$$e = \frac{16.4 - 2 * 1.6}{3} = 4.4 \text{ cm}$$

El espaciamiento entre barras según la norma CBH-87 debe cumplir que:

- $2 \text{ cm} < 4.4 \text{ cm}$ (Cumple)
- El diámetro mayor $1.6 \text{ cm} < 4.4 \text{ cm}$ (Cumple)
- 1.2 veces el tamaño máximo del árido $1.2 * 1.5 = 1.8 \text{ cm} < 4.4 \text{ cm}$ (Cumple)

Cálculo de armadura negativa de la viga sobre columna P6

$$M = -167.41 \text{ kN.m}$$

$$h = 45 \text{ cm}$$

$$b = 25 \text{ cm}$$

$$d_1 = 3.5 \text{ cm}$$

$$d = 41.5 \text{ cm}$$

$$f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

El momento reducido de cálculo con la siguiente fórmula.

$$\mu d = \frac{167.41 * 100}{25 * 41.5^2 * 1.67} = 0.23 < \mu_{lim} = 0.319 \text{ (Cumple)}$$

Con el momento reducido de obtiene la cuantía mecánica (w) de la tabla 3.9, interpolando $w = 0.2665$

La armadura de cálculo a tracción necesaria es:

$$A_s = 0.2665 * 25 * 41.5 * \frac{1.67}{43.48} = 10.62 \text{ cm}^2$$

La armadura mínima según la norma CBH-87 es:

$$A_{smin} = 0.0028 * 25 * 45 = 3.15 \text{ cm}^2$$

La armadura de cálculo necesaria es:

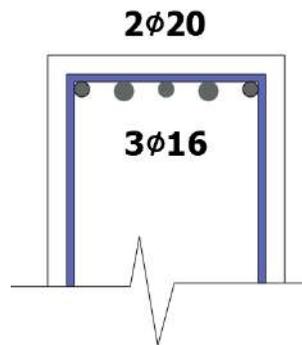
$$A. nec \geq \left[\begin{matrix} A_s \\ A_{smin} \end{matrix} \right] = 10.62 \text{ cm}^2$$

Considerando diámetro 16 mm A acero=2.01 cm² para las esquinas de la viga y diámetros interiores de 20 mm A acero= 3.14 cm² de refuerzo se tiene:

$$A.real = 2*2.01 + 2*3.14 + 1*2.01 = 12.32 \text{ cm}^2 > A. nec \text{ (Cumple)}$$

Se utiliza **3φ16 más 2φ20** , la disposición de armaduras en la viga sobre la columna P6 se muestra en la siguiente figura.

Figura A.3.1.3: Disposición de armadura negativa en la viga.



Fuente: Elaboración propia.

El espaciamiento entre barras es:

$$l_1 = 25 - 2 * 3.5 - 1.6 = 16.4 \text{ cm}$$

$$e = \frac{16.4 - 2 * 2 - 1 * 1.6}{4} = 2.7 \text{ cm}$$

El espaciamiento entre barras según la norma CBH-87 debe cumplir que:

- 2 cm < 2.7 cm (Cumple)
- El diámetro mayor 2 cm < 2.7 cm (Cumple)
- 1.2 veces el tamaño máximo del árido 1.2*1.5=1.8 cm < 2.7 cm (Cumple)

Cálculo de armadura positiva de la viga

$$M = +119.43 \text{ kN.m}$$

$$h = 45 \text{ cm}$$

$$b = 25 \text{ cm}$$

$d_1 = 3.5 \text{ cm}$

$d = 41.5 \text{ cm}$

$f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$

$f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$

El momento reducido de cálculo con la siguiente fórmula.

$$\mu d = \frac{119.43 * 100}{25 * 41.5^2 * 1.67} = 0.17 < \mu_{lim} = 0.319 \text{ (Cumple)}$$

Con el momento reducido de obtiene la cuantía mecánica (w) de la tabla 3.9, $w = 0.1884$

La armadura de cálculo a tracción necesaria es:

$$A_s = 0.1884 * 25 * 41.5 * \frac{1.67}{43.48} = 7.51 \text{ cm}^2$$

La armadura mínima según la norma CBH-87 es:

$$A_{smin} = 0.0028 * 25 * 45 = 3.15 \text{ cm}^2$$

La armadura de cálculo necesaria es:

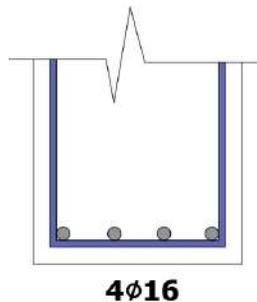
$$A_{.nec} \geq [A_{smin}] = 7.51 \text{ cm}^2$$

Considerando diámetro 16 mm A acero = 2.01 cm^2 para las esquinas de la viga y diámetros interiores de 16 mm A acero = 2.01 cm^2 de refuerzo se tiene:

$A_{.real} = 2 * 2.01 + 2 * 2.01 = 8.04 \text{ cm}^2 > A_{.nec}$ **(Cumple)**

Se utiliza **4 ϕ 16**, la disposición de armaduras en la viga se muestra en la siguiente figura.

Figura A.3.1.4: Disposición de armadura positiva en la viga.



Fuente: Elaboración propia.

El espaciamiento entre barras es:

$$l_1 = 25 - 2 * 3.4 - 1.6 = 16.6 \text{ cm}$$

$$e = \frac{16.6 - 2 * 1.2}{3} = 4.5 \text{ cm}$$

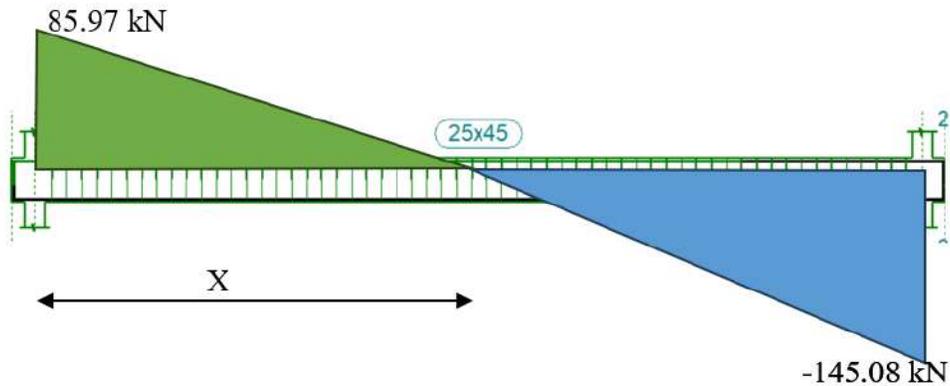
El espaciamiento entre barras según la norma CBH-87 debe cumplir que:

- 2 cm < 4.5 cm (Cumple)
- El diámetro mayor 1.6 cm < 4.5 cm (Cumple)
- 1.2 veces el tamaño máximo del árido $1.2 * 1.5 = 1.8 \text{ cm} < 4.5 \text{ cm}$ (Cumple)

3.5.3.1.4 Diseño a esfuerzo cortante

Se diseña para la mayor cortante que se muestra en la siguiente figura

Figura A.3.1.5: Envoltura de momentos de la viga más solicitada.



Fuente: Adaptado del paquete estructural CYPECAD.

$$V_d = 145.08 \text{ kN}$$

$$h = 45 \text{ cm}$$

$$b = 25 \text{ cm}$$

$$d_1 = 3.5 \text{ cm}$$

$$d = 41.5 \text{ cm}$$

$$f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$$

La resistencia de cálculo del acero transversal debe cumplir la siguiente desigualdad.

$$f_{yd} \leq \left[\begin{array}{l} \frac{50}{1.15} = 43.48 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \\ 42 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \end{array} \right] = 42 \text{ kN/cm}^2$$

El agotamiento por compresión oblicua en el alma (V_{ou}), debe cumplir la siguiente desigualdad.

$$V_{ou} = 0.3 * 1.67 * 25 * 41.5 = 466.88 \text{ kN} > 163.20 \text{ kN (Cumple)}$$

La resistencia virtual de cálculo del hormigón es:

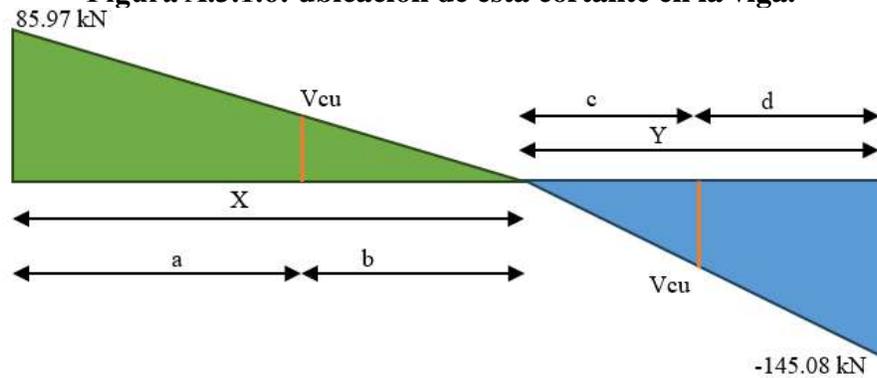
$$f_{vd} = 0.05 * \sqrt{1.67} = 0.0646 \text{ kN/cm}^2$$

La contribución del hormigón a la resistencia a esfuerzo cortante es:

$$V_{cu} = 0.0646 * 25 * 41.5 = 67.023 \text{ kN}$$

Para una cortante menor a $V_{cu} = 67.023 \text{ kN}$, se dispone armadura mínima.

Figura A.3.1.6: ubicación de esta cortante en la viga.



Fuente: Elaboración propia.

La ubicación de esta cortante en la viga es:

$$Y = L - X = 8.68 - 4.84 = 3.84 \text{ m}$$

$$b = \frac{67.023 * 4.84}{85.97} = 3.77 \text{ m}$$

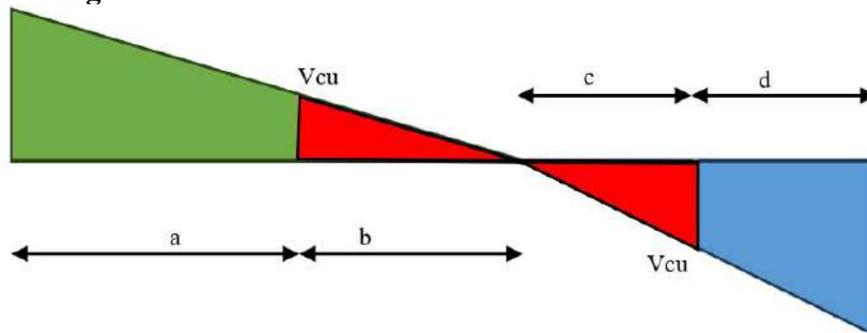
$$a = X - b = 1.07 \text{ m}$$

$$c = \frac{67.023 * 3.84}{145.08} = 1.77 \text{ m}$$

$$d = Y - c = 2.07 \text{ m}$$

La armadura mínima se dispondrá zona del tramo b-c como es muestra en la siguiente figura sombreado con rojo, para las demás zonas de calcula armadura para la diferencia.

Figura A.3.1.7: Armadura mínima zona del tramo b-c.



Fuente: Elaboración propia.

Para zona roja, la armadura mínima es:

$$A_{smin} = 0.02 * 25 * 100 * \frac{1.67}{42} = 1.99 \text{ cm}^2/\text{m}$$

El número de piernas son dos.

$$A_{st} = \frac{1.99}{2} = 0.995 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Se asume diámetro 6 mm con A acero= 0.283 cm²

$$\#Barras = \frac{0.995}{0.283} = 3.52 \approx 4$$

$$s = \frac{100}{4} = 25\text{cm}$$

$$A.\text{real} = 6 * 0.283 = 1.132 \text{ cm}^2 > A_{st} = 0.995 \text{ cm}^2 \text{ (Cumple)}$$

La separación de estribos (s), según la norma CBH-87 debe cumplir que:

- $25 \text{ cm} \leq 30 \text{ cm}$ (Cumple)
- $25 \text{ cm} \leq 0.85 * 41.5 = 35.28 \text{ cm}$ (Cumple)

La longitud donde se va a distribuir los estribos es:

$$b + c = 5.54 \text{ m}$$

$$\#Estribos = \frac{554\text{cm}}{25 \text{ cm}} = 22.16 \approx 22$$

Se dispone 22 estribos ϕ 6 mm c/25 cm.

Para la zona verde $V_d = 85.97 \text{ kN} > V_{cu}$, se calcula armadura para la diferencia.

$$V_{su} = 85.97 - 67.023 = 18.95 \text{ kN}$$

La armadura de cálculo es:

$$A_s = \frac{18.95 * 100}{0.9 * 41.5 * 42} = 1.208 \text{ cm}^2/\text{m}$$

La armadura de cálculo necesaria es la mayor de las dos áreas anteriores, entonces:

$$A.\text{nec} \geq \left[\begin{matrix} A_{smin} \\ A_s \end{matrix} \right] = 1.99 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Como $A.\text{nec} = A_{smin}$, la disposición de estribos es la misma que la zona roja.

La longitud donde se dispone estos estribos es $a = 107 \text{ cm}$

$$\#Estribos = \frac{107\text{cm}}{25 \text{ cm}} + 1 = 5.28 \approx 5$$

Se dispone 5 estribos ϕ 6 mm c/25 cm.

Para la zona azul $V_d = 145.08 \text{ kN} > V_{cu}$, se calcula armadura para la diferencia.

$$V_{su} = 145.08 - 67.023 = 78.057 \text{ kN}$$

La armadura de cálculo es:

$$A_s = \frac{78.057 * 100}{0.9 * 41.5 * 42} = 4.97 \text{ cm}^2/\text{m}$$

La armadura de cálculo necesaria es la mayor de las dos áreas anteriores, entonces:

$$A.\text{nec} \geq \left[\begin{matrix} A_{smin} \\ A_s \end{matrix} \right] = 4.97 \text{ cm}^2/\text{m}$$

El número de piernas son dos.

$$A_{st} = \frac{4.97}{2} = 2.5 \text{ cm}^2 / m$$

Se asume diámetro 8 mm con A acero= 0.503 cm²

$$\#Barras = \frac{2.5}{0.503} = 4.97 \approx 6$$

$$s = \frac{100}{6} = 16.7 \approx 15 \text{ cm}$$

$$A. \text{real} = 6 * 0.503 = 3.02 \text{ cm}^2 > A_{st} = 2.6 \text{ cm}^2 \text{ (Cumple)}$$

La separación de estribos (s), según la norma CBH-87 debe cumplir que:

- 15 cm ≤ 30 cm (Cumple)
- 15 cm ≤ 0.85*41.5=35.28 cm (Cumple)

La longitud donde se va a distribuir los estribos es d=2.07 m, entonces el número de estribos es:

$$\#Estribos = \frac{207 \text{ cm}}{15 \text{ cm}} = 13.8 \approx 14$$

Se dispone 14 estribos φ 8 mm c/15 cm.

El paquete estructural CYPECAD, establece la siguiente disposición de armadura en la viga más solicitada que se muestra en la siguiente figura 3.24.

Figura A.3.1.8: Cuadro generado por el paquete estructural de áreas.

Armadura longitudinal (cm ²)			
Superior			
	Izquierda	Centro	Derecha
A. nec.	7.07		11.03
A. real	8.04		12.32
Posición	0.34		9.02
Inferior			
	Izquierda	Centro	Derecha
A. nec.	3.15	7.41	3.15
A. real	8.04	8.04	8.04
Posición	2.01	4.98	7.38
Armadura transversal vertical (cm ² /m) (Área Total de Estribos y Ramas / p.m.)			
Intervalo	Área Cálculo	Área Real	
[0.34-1.41]	2.26	2.26	
[1.41-6.95]	2.26	2.26	
[6.95-9.02]	5.65	6.70	

Fuente: Adaptado del paquete estructural CYPECAD.

Las áreas de cálculo determinadas por el paquete estructural CYPECAD están dentro de un círculo, las cuales fueron verificadas manualmente. En la siguiente tabla se muestra la variación de resultados.

Tabla A.3.1.2: Comparación de resultados de áreas en la viga.

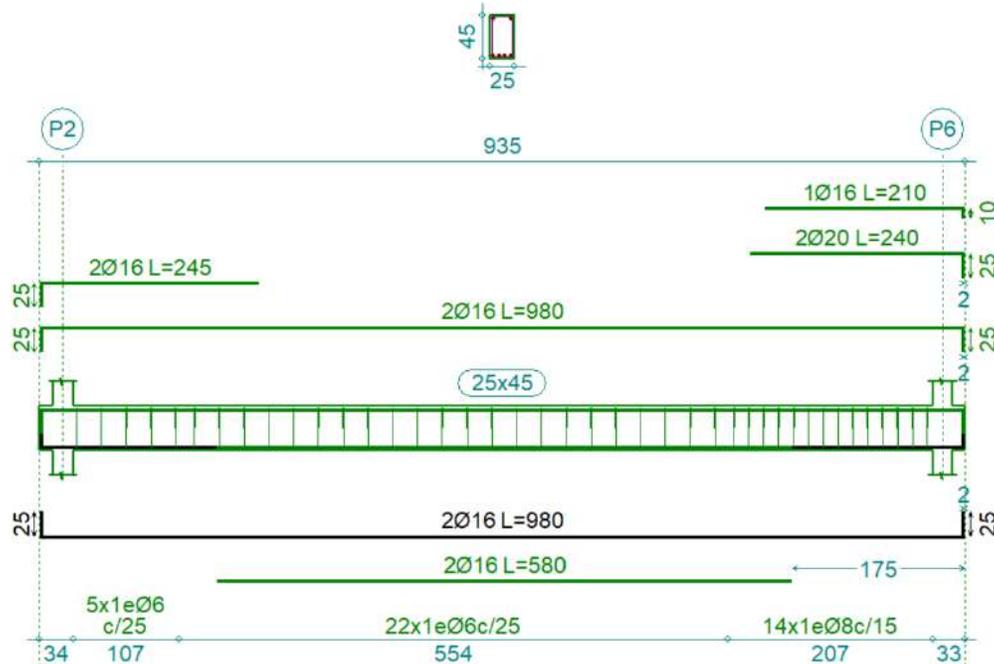
Áreas de cálculo necesarias	Armadura negativa izquierda (cm ²)	Armadura Positiva centro (cm ²)	Armadura negativa derecha (cm ²)	Armadura transversal (cm ² /m)
CYPECAD	7.07	8.04	11.03	5.65
MANUALMENTE	7.51	7.51	10.62	4.97

Fuente: Elaboración propia.

Las áreas de cálculo del acero (A.nec), calculadas por el programa CYPECAD y las calculadas manualmente tienen diferencias mínimas, entonces se puede aceptar las áreas calculadas por el programa.

La variación es pequeña, pero el área real de armaduras y número de barras calculadas manualmente es igual al del paquete estructural, el despiece del armado de la viga más solicitada se muestra en la siguiente figura.

Figura A.3.1.9: Despiece del armado de la viga más solicitada.



Fuente: Adaptado del paquete estructural CYPECAD.

NOTA. Los resultados obtenidos por el paquete estructural y verificación de vigas de hormigón armado están ubicados en el anexo A.3 Memorias de cálculo y diseños.

A.3.3 DISEÑO DE COLUMNAS

Pre dimensionado de columnas

Se usa el siguiente criterio.

Carga aproximada por metro cuadrado 10 kN/m²

Área tributaria $A=20.1 \text{ m}^2$

Número de pisos $N=5$

Se calcula la carga de servicio.

$$P_{servicio} = 10 * 5 * 20.1 = 1005 \text{ kN}$$

El área de la columna es:

$$A_c = \frac{P_{servicio}}{0.45 * f_{ck}} = \frac{1005}{0.45 * 2.5} = 893.33 \text{ cm}^2$$

Se asume una sección de $40 \times 30 = 1200 \text{ cm}^2 > A_c$ (Cumple)

Tipos de columnas utilizadas en la estructura

Los tipos de columnas utilizadas son de acuerdo con la arquitectura del proyecto, capacidad de resistir los esfuerzos actuantes y para prevenir armadura longitudinal excesiva en las secciones. Las dimensiones de las columnas se muestran en la siguiente figura expresadas en centímetros.

DIMENSIONES	
Base (cm)	Altura (cm)
25	25
30	40
25	30
30	30

Diseño a flexión esviada

Las solicitaciones de diseño de la columna 4 en la planta baja para la siguiente hipótesis de carga más desfavorable según el análisis estructural y según la norma CBH-87 es:

$$U = 1.6G + 1.6Q$$

Los esfuerzos de acuerdo a la hipótesis de carga más desfavorable son:

Dimensiones $40 \times 30 \text{ cm}$.

$N_d = 1502.72 \text{ kN}$

$M_{xd} = 4.59 \text{ kN.m}$

$M_{yd} = 10.26 \text{ kN.m}$

La reducción de la resistencia de materiales es:

- Para el hormigón, la columna se trata de un elemento vertical, la norma CBH-87 menciona que se debe reducir un 10%.

$$f_{cd} = 0.9 * \frac{2.5}{1.5} = 1.5 \text{ kN/cm}^2$$

- Para el acero, debe ser menor o igual a 42 kN/cm^2 .

$$f_{yd} \leq \left[\begin{array}{l} \frac{50}{1.15} = 43.48 \frac{kN}{cm^2} \\ 42 \frac{kN}{cm^2} \end{array} \right] = 42 \frac{kN}{cm^2}$$

Los elementos que concurren a la columna P4 se muestra en la siguiente figura.

Figura A.3.2.1: Datos geométricos de los elementos que concurren a la columna P4.

Elemento	b (cm)	h (cm)	LONGITUDES cm	I _x =	I _y =
Viga 1	20	30	370	45000.00	20000.00
Viga 2	20	30	330	45000.00	20000.00
Viga 3	25	45	620	189843.75	58593.75
Viga 4	25	45	535	189843.75	58593.75
Viga 5	20	30	370	45000.00	20000.00
Viga 6	20	30	330	45000.00	20000.00
Viga 7	20	30	620	45000.00	20000.00
Viga 8	20	30	535	45000.00	20000.00
C1	40	20	275	90000.00	160000.00
P4	40	20	305	90000.00	160000.00
C3	40	20	250	90000.00	160000.00

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del coeficiente de pandeo en la dirección X.

$$\psi_{AX} = \frac{\frac{I_{x_{C1}}}{L_{C1}} + \frac{I_{x_{P4}}}{L_{P4}}}{\frac{I_{y_{V1}}}{L_{V1}} + \frac{I_{y_{V2}}}{L_{V2}} + \frac{I_{x_{V3}}}{L_{V3}} + \frac{I_{x_{V4}}}{L_{V4}}}$$

$$\psi_{AX} = \frac{\frac{90000}{275} + \frac{90000}{305}}{\frac{20000}{370} + \frac{20000}{330} + \frac{189843.75}{620} + \frac{189843.75}{535}}$$

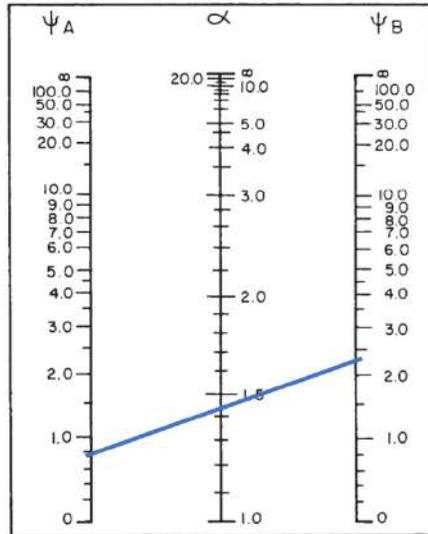
$$\psi_{AX} = 0.8$$

$$\psi_{BX} = \frac{\frac{I_{x_{C3}}}{L_{C3}} + \frac{I_{x_{P4}}}{L_{P4}}}{\frac{I_{y_{V4}}}{L_{V4}} + \frac{I_{y_{V5}}}{L_{V5}} + \frac{I_{x_{V7}}}{L_{V7}} + \frac{I_{x_{V8}}}{L_{V8}}}$$

$$\psi_{BX} = \frac{\frac{90000}{305} + \frac{90000}{250}}{\frac{20000}{370} + \frac{20000}{330} + \frac{45000}{620} + \frac{45000}{535}}$$

$$\psi_{BX} = 2.41$$

Entrando con ψ_{AX} , ψ_{BX} , en el monograma para pórticos traslacionales se determina el coeficiente de pandeo.



El coeficiente de pandeo $\alpha = 1.42$

Cálculo del coeficiente de pandeo en la dirección Y.

$$\psi_{AY} = \frac{\frac{I_{yC1}}{L_{C1}} + \frac{I_{yp4}}{L_{p4}}}{\frac{I_{xv1}}{Lv1} + \frac{I_{xv2}}{Lv2} + \frac{I_{yv3}}{Lv3} + \frac{I_{yv4}}{Lv4}}$$

$$\psi_{AY} = \frac{\frac{160000}{275} + \frac{160000}{305}}{\frac{45000}{370} + \frac{45000}{330} + \frac{58593.75}{620} + \frac{58593.75}{535}}$$

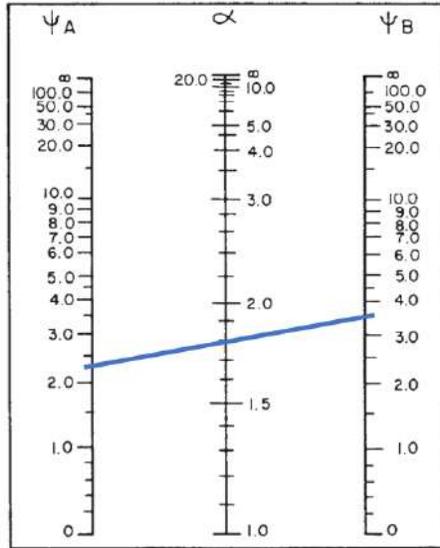
$$\psi_{AY} = 2.39$$

$$\psi_{BY} = \frac{\frac{I_{yp4}}{L_{p4}} + \frac{I_{yC3}}{L_{C3}}}{\frac{I_{yv5}}{Lv5} + \frac{I_{yv6}}{Lv6} + \frac{I_{xv7}}{Lv7} + \frac{I_{xv8}}{Lv8}}$$

$$\psi_{BY} = \frac{\frac{160000}{305} + \frac{160000}{250}}{\frac{45000}{470} + \frac{45000}{505} + \frac{20000}{630} + \frac{20000}{540}}$$

$$\psi_{BY} = 3.55$$

Entrando con ψ_{AY} , ψ_{BY} , en el monograma para pórticos traslacionales se determina el coeficiente de pandeo.



El coeficiente de pandeo $\alpha = 1.8$

De la norma CBH-87, cuando $35 < \lambda < 100$, pueden aplicarse los métodos aproximados.

La esbeltez mecánica se calcula con la siguiente fórmula.

$$\lambda_x = \frac{1.42 * 305}{\sqrt{\frac{90000}{40 * 30}}} = \frac{433.1}{8.66} = 50.01 < 100$$

$$\lambda_y = \frac{1.8 * 305}{\sqrt{\frac{160000}{40 * 30}}} = \frac{549}{11.5} = 47.54 < 100$$

La excentricidad de cálculo de primer orden en ambas direcciones es:

$$e_{ox} = \frac{Myd}{Nd} = \frac{10.26 * 100}{1502.72} = 0.683 \text{ cm}$$

$$e_{oy} = \frac{Mxd}{Nd} = \frac{4.59 * 100}{1502.72} = 0.305 \text{ cm}$$

La excentricidad accidental en ambas direcciones es:

$$e_{cy} = \frac{30}{20} = 1.5 < 2 \text{ cm}$$

$$e_{cx} = \frac{40}{20} = 2 = 2 \text{ cm}$$

Por lo tanto, $e_{cx} = e_{cy} = 2 \text{ cm}$.

La excentricidad ficticia equivalente a los efectos de segundo orden en ambas direcciones con es:

$$e_{ax} = \left(0.85 + \frac{420}{1200}\right) * \frac{30 + 20 * 0.683}{30 + 10 * 0.683} * \frac{433.1^2}{8.66} * 10^{-4} = 3.08 \text{ cm}$$

$$e_{ay} = \left(0.85 + \frac{420}{1200}\right) * \frac{40 + 20 * 0.305}{40 + 10 * 0.305} * \frac{549^2}{11.55} * 10^{-4} = 3.35 \text{ cm}$$

La excentricidad total en ambas direcciones es:

$$e_{totx} = 0.674 + 2 + 3.08 = 5.75 \text{ cm} \geq 2 \text{ cm (Cumple)}$$

$$e_{toty} = 0.302 + 2 + 3.35 = 5.65 \text{ cm} \geq 2 \text{ cm (Cumple)}$$

Las variables para el ábaco en roseta son:

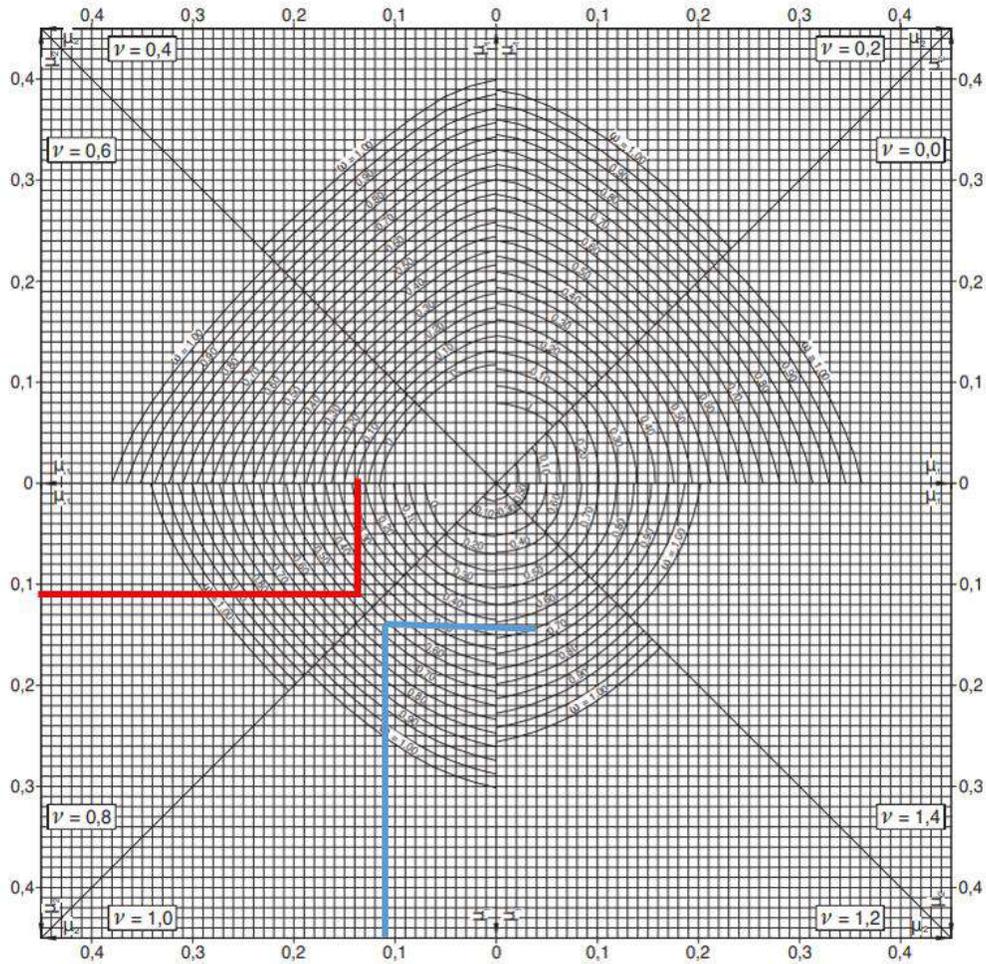
$$\mu_a = \frac{1522.24 * 5.75}{40 * 30 * 30 * 1.5} = 0.14$$

$$\mu_b = \frac{1522.24 * 5.65}{40 * 30 * 40 * 1.5} = 0.12$$

$$v = \frac{1522.24}{40 * 30 * 1.5} = 0.83$$

Con los esfuerzos reducidos se determina la cuantía mecánica (w) del ábaco en roseta que se muestra en la siguiente figura, se intercepta en la figura para los valores de los momentos reducidos.

Figura A.3.2.2: Ábaco en roseta para flexión esviada.



Fuente: Proyecto y Cálculo de Estructuras de Hormigón Tomo II (CALAVERA, 1991)
 Del ábaco tenemos que para:

$$v = 0.8 \quad w = 0.50$$

$$v = 1.0 \quad w = 0.65$$

Interpolando tenemos:

$$v = 0.83 \quad w = 0.52$$

Determinación de la armadura

$$A_s = w_s * A_c * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0.52 * 1200 * \frac{1.50}{42} = 22.29 \text{ cm}^2$$

La armadura mínima para columnas según la norma CBH-87 es:

$$A_{smin} = 0.005 * A_c = 0.005 * 1200 = 6.0 \text{ cm}^2$$

Armadura máxima recomendada.

$$A_{smax} = 0.08 * A_c = 0.08 * 1200 = 96.0 \text{ cm}^2$$

$$A_{smax} \leq A_s \leq A_{smax}$$

$$A. nec \geq \left[\frac{A_s}{A_{min}} \right] = 22.29 \text{ cm}^2$$

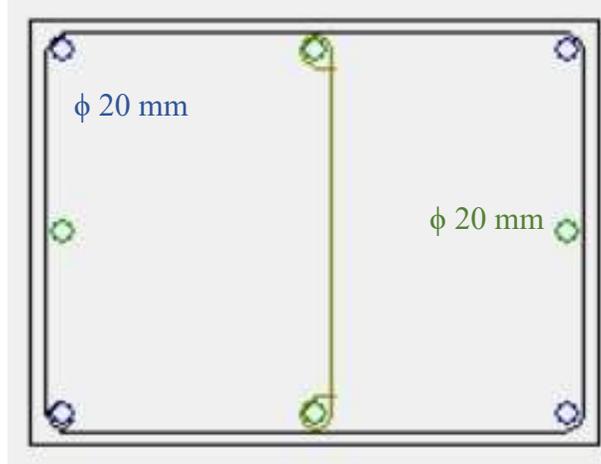
Se adopta diámetro ϕ 20 mm con $A = 3.14 \text{ cm}^2$

$$\#barras = \frac{22.29 \text{ cm}^2}{3.14 \text{ cm}^2} = 7.1 \approx 8$$

$$A_s = 8 * 3.14 = 25.12 \text{ cm}^2 > 22.29 \text{ cm}^2 \text{ (cumple)}$$

La disposición de armaduras en la columna analizada es de **8 barras ϕ 20 mm**, se muestra en la siguiente figura.

Figura A.3.2.3: Disposición de armadura en la columna P4.



Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de la armadura transversal

Cortante máxima $V_y = 10.79 \text{ kN}$

La resistencia de cálculo del acero transversal debe cumplir la siguiente desigualdad.

$$f_{yd} \leq \left[\begin{array}{l} \frac{50}{1.15} = 43.48 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \\ 42 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \end{array} \right] = 42 \text{ kN/cm}^2$$

El agotamiento por compresión oblicua en el alma (V_{ou}), debe cumplir la siguiente desigualdad.

$$V_{ou} = 0.3 * 1.5 * 40 * 26.5 = 477 \text{ kN} > 10.79 \text{ kN} \text{ (Cumple)}$$

La resistencia virtual de cálculo del hormigón es:

$$f_{vd} = 0.05 * \sqrt[2]{1.5} = 0.0612 \text{ kN/cm}^2$$

La contribución del hormigón a la resistencia a esfuerzo cortante es:

$$V_{cu} = 0.0612 * 40 * 26.5 = 64.87 \text{ kN}$$

Como $V_d < V_{cu}$, se calcula armadura para con las disposiciones mínimas que establece la norma CBH-87.

Según la norma CBH-87 el diámetro debe cumplir las siguientes condiciones.

$$\phi t \geq \left[\frac{1}{4} * \phi_{max}; \frac{1}{4} * 20 = 5 \text{ mm} \right]; \phi t = 6 \text{ mm}$$

La separación “s”, entre estribos según la norma CBH-87 debe ser:

$$s \leq \left[\begin{array}{l} 12 * 2.0 = 24 \text{ cm} \\ \text{lado menor} = 30 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} \end{array} \right], \text{Constructivamente se asume } s = 20 \text{ cm}$$

Por lo tanto, la armadura transversal es $\phi 6 \text{ mm c}/20 \text{ cm}$.

Los resultados obtenidos del cálculo manual para la columna P4, son iguales a los del paquete estructural CYPECAD; los resultados se muestran en la siguiente figura:

Figura A.3.2.4: Cuadro de armaduras en la columna, cálculo del programa CYPECAD.

Referencia:	Esquina		Cara X		Cara Y		Estribos		Fe/Fb(%)
8	0.4	0.3	4 Ø12	+2	Ø12	+0	Ø6	15	0.57
7	0.4	0.3	4 Ø12	+2	Ø12	+0	Ø6	15	0.57
6	0.4	0.3	4 Ø12	+2	Ø12	+0	Ø6	15	0.57
5	0.4	0.3	4 Ø12	+2	Ø12	+0	Ø6	15	0.57
4	0.4	0.3	4 Ø20	+2	Ø20	+2	Ø6	20	2.09
3	0.4	0.3	4 Ø20	+2	Ø20	+2	Ø6	20	2.09
2	0.4	0.3	4 Ø20	+2	Ø20	+2	Ø6	20	2.09
1	0.4	0.3	4 Ø20	+2	Ø20	+2	Ø6	20	2.09
Arranques:			4 Ø20	+2	Ø20	+2			2.09

Fuente: Adaptado del paquete estructural CYPECAD.

NOTA. Los resultados obtenidos por el paquete estructural y verificación de columnas de hormigón armado están ubicados en el anexo A.3. Memorias de cálculo y diseños.

Memoria de las demás columnas

- Estribos: Se indica solamente el estribo perimetral dispuesto. Si existen otros estribos y ramas debe consultar el dibujo del cuadro de columnas. Pueden existir distintas separaciones en cabeza, pie y nudo, que puede consultar en opciones y despiece de columnas.

- H: Altura libre del tramo de columna sin arriostramiento intermedio.
- Hpx: Longitud de pandeo del tramo de columna en dirección 'X'.
- Hpy: Longitud de pandeo del tramo de columna en dirección 'Y'.
- Pésimos: Esfuerzos pésimos (mayorados), correspondientes a la peor combinación que produce las mayores tensiones y/o deformaciones. Incluye la amplificación de esfuerzos debidos a los efectos de segundo orden y excentricidad adicional por pandeo.
- Referencia: Esfuerzos pésimos (mayorados), correspondientes a la peor combinación que produce las mayores tensiones y/o deformaciones. Incluye la amplificación de esfuerzos debidos a los efectos de segundo orden (no incluye pandeo).

Nota: Los esfuerzos están referidos a ejes locales de la columna.

Columna	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Armado	Estribos	Estado	H (m)	Hpx (m)	Hpy (m)	Pésimos			Referencia		
										N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)
P1	CUBIERTA +14.25	25x25	11.45/13.80	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	49.6	11.3	19.2	49.6	11.3	19.2
	PISO 3 + 11.45	25x25	8.65/11.00	4Ø12 + 2Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	147.7	24.1	22.2	147.7	24.1	22.2
	PISO 2 + 8.65	25x25	5.80/8.20	4Ø12 + 2Ø12	Ø6c/15 cm		2.40	2.40	2.40	261.6	29.4	21.0	261.6	29.4	21.0
	PISO 1 + 5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø16 + ... + 2Ø12	Ø6c/15 cm		2.30	2.30	2.30	394.5	32.5	30.3	394.5	32.5	30.3
	PB + 3.05	25x25	2.20/2.60	4Ø16 + ... + 2Ø12	Ø6c/15 cm		2.60	2.60	2.60	394.5	32.5	30.3	394.5	32.5	30.3
	PB + 2.20	25x25	0.00/2.20	4Ø16 + ... + 2Ø12	Ø6c/15 cm		2.60	2.60	2.60	512.0	20.0	23.3	512.0	11.4	14.4
	Mezanine +0	25x25	-1.00/-0.30	4Ø16 + ... + 2Ø12	Ø6c/15 cm		2.20	2.20	2.20	516.8	23.9	16.7	516.8	14.9	8.5
	Sub suelo -1	25x25	-2.50/-1.00	4Ø16 + ... + 2Ø12	Ø6c/15 cm		2.20	2.20	2.20	541.2	10.8	0.8	541.2	6.4	0.8
P2	CUBIERTA +14.25	40x30	11.45/13.80	4Ø20 + 2Ø16	Ø6c/20 cm		2.35	2.35	2.35	210.6	74.7	72.7	210.6	74.7	72.7
	PISO 3 + 11.45	40x30	8.65/11.00	4Ø20 + 2Ø16	Ø6c/20 cm		2.35	2.35	2.35	424.2	85.5	76.5	424.2	85.5	76.5
	PISO 2 + 8.65	40x30	5.80/8.20	4Ø20 + 2Ø16 + 2Ø16	Ø6c/20 cm		2.40	2.40	2.40	633.5	103.6	75.8	633.5	103.6	75.8
	PISO 1 + 5.80	40x30	3.05/5.35	4Ø20 + 4Ø20 + 4Ø20	Ø6c/20 cm		2.30	2.30	2.30	860.0	127.0	100.2	860.0	127.0	100.2
	PB + 3.05	40x30	2.20/2.60	4Ø20 + 4Ø20 + 4Ø20	Ø6c/20 cm		2.60	2.60	2.60	860.0	127.0	100.2	860.0	127.0	100.2
	PB + 2.20	40x30	0.00/2.20	4Ø20 + 4Ø20 + 4Ø20	Ø6c/20 cm		2.60	2.60	2.60	1351.5	33.1	56.5	1351.5	33.1	56.5
	Mezanine +0	40x30	-1.00/-0.40	4Ø20 + 4Ø20 + 4Ø20	Ø6c/20 cm		2.10	2.10	2.10	1361.9	22.0	36.0	1361.9	22.0	36.0
	Sub suelo -1	40x30	-2.50/-1.00	4Ø20 + 4Ø20 + 4Ø20	Ø6c/20 cm		2.10	2.10	2.10	1399.0	6.8	28.0	1399.0	6.8	1.9
P3	CUBIERTA +14.25	25x25	11.45/13.80	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	122.1	6.1	2.8	122.1	6.1	2.8
	PISO 3 + 11.45	25x25	8.65/11.00	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	301.8	0.2	6.0	301.8	0.2	0.4
	PISO 2 + 8.65	25x25	5.80/8.20	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.40	2.40	2.40	471.6	0.0	9.4	471.6	0.0	0.0
	PISO 1 + 5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.30	2.30	2.30	633.2	17.8	5.5	633.2	17.8	5.5
	PB + 3.05	25x25	2.20/2.60	4Ø16 + 2Ø12 + 2Ø16	Ø6c/15 cm		2.60	2.60	2.60	815.4	17.5	29.8	815.4	6.1	9.0
	PB + 2.20	25x25	0.00/2.20	4Ø16 + 2Ø12 + 2Ø16	Ø6c/15 cm		2.60	2.60	2.60	821.1	30.0	18.0	821.1	8.6	6.4

Columna	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Armado	Estribos	Estado	H (m)	Hpx (m)	Hpy (m)	Pésimos			Referencia		
										N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)
	Mezanine +0	25x25	-1.00/-0.30	4Ø16 +2Ø12 +2Ø16	Ø6c/15 cm		2.20	2.20	2.20	821.1	30.0	18.0	821.1	8.6	6.4
	Sub suelo -1	25x25	-2.50/-1.00	4Ø16 +2Ø12 +2Ø16	Ø6c/15 cm		2.20	2.20	2.20	869.9	0.0	17.4	869.9	0.0	2.7
P4	CUBIERTA +14.25	40x30	11.45/13.80	4Ø12 +2Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	227.1	21.0	10.8	227.1	21.0	10.8
	PISO 3 + 11.45	40x30	8.65/11.00	4Ø12 +2Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	566.3	10.7	11.3	566.3	10.7	8.3
	PISO 2 + 8.65	40x30	5.80/8.20	4Ø12 +2Ø12	Ø6c/15 cm		2.40	2.40	2.40	879.6	11.1	17.6	879.6	11.1	6.4
	PISO 1 + 5.80	40x30	3.05/5.35	4Ø12 +2Ø12	Ø6c/15 cm		2.30	2.30	2.30	1060.2	56.3	15.5	1060.2	56.3	15.5
	PB + 3.05	40x30	2.20/2.60	4Ø12 +2Ø16 +2Ø12	Ø6c/15 cm		2.60	2.60	2.60	1521.9	11.1	30.4	1521.9	11.1	19.0
	PB + 2.20	40x30	0.00/2.20	4Ø20 +2Ø16 +2Ø16	Ø6c/20 cm		2.60	2.60	2.60	1532.6	5.2	30.7	1532.6	5.2	11.3
	Mezanine +0	40x30	-1.00/-0.30	4Ø20 +2Ø16 +2Ø16	Ø6c/20 cm		2.20	2.20	2.20	1557.1	0.0	31.1	1557.1	0.0	3.4
	Sub suelo -1	40x30	-2.50/-1.00	4Ø20 +2Ø16 +2Ø16	Ø6c/20 cm		2.20	2.20	2.20	1564.2	1.8	31.3	1564.2	1.8	7.8
P5	CUBIERTA +14.25	25x25	11.45/13.80	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	87.3	10.8	25.0	87.3	10.8	25.0
	PISO 3 + 11.45	25x25	8.65/11.00	4Ø16	Ø6c/20 cm		2.35	2.35	2.35	206.1	17.0	34.8	206.1	17.0	34.8
	PISO 2 + 8.65	25x25	5.80/8.20	4Ø16	Ø6c/20 cm		2.40	2.40	2.40	330.7	21.6	30.2	330.7	21.6	30.2
	PISO 1 + 5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø16 + ... +2Ø12	Ø6c/15 cm		2.30	2.30	2.30	446.6	24.4	33.4	446.6	24.4	33.4
	PB + 3.05	25x25	2.20/2.60	4Ø16 +2Ø16	Ø6c/20 cm		2.60	2.60	2.60	442.7	27.5	30.8	442.7	27.5	30.8
	PB + 2.20	25x25	0.00/2.20	4Ø16 +2Ø16	Ø6c/20 cm		2.60	2.60	2.60	562.3	16.9	26.7	562.3	8.2	16.8
	Mezanine +0	25x25	-1.00/-0.30	4Ø16 +2Ø16	Ø6c/20 cm		2.20	2.20	2.20	572.5	22.3	19.6	572.5	12.7	10.3
	Sub suelo -1	25x25	-2.50/-1.00	4Ø16 +2Ø16	Ø6c/20 cm		2.20	2.20	2.20	653.1	13.1	0.0	653.1	1.2	0.0
P6	CUBIERTA +14.25	40x30	11.45/13.80	4Ø16 +2Ø16	Ø6c/20 cm		2.35	2.35	2.35	216.2	59.8	54.7	216.2	59.8	54.7
	PISO 3 + 11.45	40x30	8.65/11.00	4Ø16 +2Ø16	Ø6c/20 cm		2.35	2.35	2.35	216.2	59.8	54.7	216.2	59.8	54.7
	PISO 2 + 8.65	40x30	5.80/8.20	4Ø16 +2Ø12 +2Ø12	Ø6c/15 cm		2.40	2.40	2.40	723.5	77.3	58.9	723.5	77.3	58.9
	PISO 1 + 5.80	40x30	3.05/5.35	4Ø20 +2Ø20 +2Ø20	Ø6c/20 cm		2.30	2.30	2.30	1009.7	104.7	66.9	1009.7	104.7	66.9
	PB + 3.05	40x30	2.20/2.60	4Ø20 +2Ø20 +2Ø20	Ø6c/20 cm		2.60	2.60	2.60	1009.7	104.7	66.9	1009.7	104.7	66.9
	PB + 2.20	40x30	0.00/2.20	4Ø20 +2Ø20 +2Ø20	Ø6c/20 cm		2.60	2.60	2.60	1321.7	41.1	39.8	1321.7	41.1	39.8
	Mezanine +0	40x30	-1.00/-0.40	4Ø20 +2Ø20 +2Ø20	Ø6c/20 cm		2.10	2.10	2.10	1298.4	43.5	32.5	1298.4	43.5	32.5
	Sub suelo -1	40x30	-2.50/-1.00	4Ø20 +2Ø20 +2Ø20	Ø6c/20 cm		2.10	2.10	2.10	1366.9	1.7	27.3	1366.9	1.7	10.4
P7	CUBIERTA +14.25	25x25	11.45/13.80	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	94.3	6.8	6.6	94.3	6.8	6.6
	PISO 3 + 11.45	25x25	8.65/11.00	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	227.5	11.1	12.3	227.5	11.1	12.3
	PISO 2 + 8.65	25x25	5.80/8.20	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.40	2.40	2.40	368.2	13.4	10.5	368.2	13.4	10.5
	PISO 1 + 5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.30	2.30	2.30	520.1	18.3	9.2	520.1	18.3	9.2
	PB + 3.05	25x25	2.20/2.60	4Ø16	Ø6c/20 cm		2.60	2.60	2.60	695.4	25.4	11.6	695.4	3.2	2.6
	PB + 2.20	25x25	0.00/2.20	4Ø16	Ø6c/20 cm		2.60	2.60	2.60	662.6	16.7	24.2	662.6	6.9	7.2
	Mezanine +0	25x25	-1.00/-0.30	4Ø16	Ø6c/20 cm		2.20	2.20	2.20	662.6	16.7	24.2	662.6	6.9	7.2
	Sub suelo -1	25x25	-2.50/-1.00	4Ø16	Ø6c/20 cm		2.20	2.20	2.20	722.3	0.0	14.4	722.3	0.0	1.6

Columna	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Armado	Estribos	Estado	H (m)	Hpx (m)	Hpy (m)	Pésimos			Referencia		
										N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)
P8	CUBIERTA +14.25	30x25	11.45/13.80	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	144.7	10.5	4.1	144.7	10.5	4.1
	PISO 3 + 11.45	30x25	8.65/11.00	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	347.6	18.5	8.0	347.6	18.5	8.0
	PISO 2 + 8.65	30x25	5.80/8.20	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.40	2.40	2.40	555.1	24.6	7.0	555.1	24.6	7.0
	PISO 1 + 5.80	30x25	3.05/5.35	4Ø12 + ... +2Ø12	Ø6c/15 cm		2.30	2.30	2.30	780.0	35.3	4.5	780.0	35.3	4.5
	PB +3.05	30x25	2.20/2.60	4Ø20 +2Ø16	Ø6c/20 cm		2.60	2.60	2.60	1121.0	1.3	40.9	1121.0	1.3	2.5
	PB +2.20	30x25	0.00/2.20	4Ø20 +2Ø16	Ø6c/20 cm		2.60	2.60	2.60	1127.5	0.0	41.1	1127.5	0.0	2.8
	Mezanine +0	30x25	-1.00/-0.30	4Ø20 +2Ø16	Ø6c/20 cm		2.20	2.20	2.20	1127.5	0.0	41.1	1127.5	0.0	2.8
	Sub suelo -1	30x25	-2.50/-1.00	4Ø20 + ... +2Ø16	Ø6c/20 cm		2.20	2.20	2.20	1153.2	0.0	23.1	1153.2	0.0	2.3
P9	CUBIERTA +14.25	25x25	11.45/13.80	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	135.9	10.6	6.9	135.9	10.6	6.9
	PISO 3 + 11.45	25x25	8.65/11.00	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	334.7	16.9	10.6	334.7	16.9	10.6
	PISO 2 + 8.65	25x25	5.80/8.20	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.40	2.40	2.40	538.9	22.6	7.3	538.9	22.6	7.3
	PISO 1 +5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø16	Ø6c/20 cm		2.30	2.30	2.30	733.7	24.8	14.8	733.7	24.8	14.8
	PB +3.05	25x25	2.20/2.60	4Ø20 +2Ø16	Ø6c/20 cm		2.60	2.60	2.60	1002.4	11.4	36.6	1002.4	0.0	10.1
	PB +2.20	25x25	0.00/2.20	4Ø20 +2Ø16	Ø6c/20 cm		2.60	2.60	2.60	1007.8	12.6	36.8	1007.8	0.7	7.2
	Mezanine +0	25x25	-1.00/-0.30	4Ø20 +2Ø16	Ø6c/20 cm		2.20	2.20	2.20	1007.8	12.6	36.8	1007.8	0.7	7.2
	Sub suelo -1	25x25	-2.50/-1.00	4Ø20 +2Ø16	Ø6c/20 cm		2.20	2.20	2.20	1036.2	0.0	20.7	1036.2	0.0	3.4
P10	CUBIERTA +14.25	25x25	11.45/13.80	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	90.8	5.5	5.7	90.8	5.5	5.7
	PISO 3 + 11.45	25x25	8.65/11.00	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	233.7	10.6	5.0	233.7	10.6	5.0
	PISO 2 + 8.65	25x25	5.80/8.20	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.40	2.40	2.40	384.4	13.3	7.1	384.4	13.3	7.1
	PISO 1 + 5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.30	2.30	2.30	548.8	22.1	3.4	548.8	22.1	3.4
	PB +3.05	25x25	2.20/2.60	4Ø16	Ø6c/20 cm		2.60	2.60	2.60	672.5	14.2	24.5	672.5	4.8	5.3
	PB +2.20	25x25	0.00/2.20	4Ø16	Ø6c/20 cm		2.60	2.60	2.60	646.4	23.6	16.0	646.4	7.7	6.5
	Mezanine +0	25x25	-1.00/-0.30	4Ø16	Ø6c/20 cm		2.20	2.20	2.20	646.4	23.6	16.0	646.4	7.7	6.5
	Sub suelo -1	25x25	-2.50/-1.00	4Ø16	Ø6c/20 cm		2.20	2.20	2.20	706.1	1.1	14.1	706.1	1.1	2.8
P11	CUBIERTA +14.25	30x30	11.45/13.80	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	56.9	9.9	13.9	56.9	9.9	13.9
	PISO 3 + 11.45	30x30	8.65/11.00	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	128.8	14.1	14.9	128.8	14.1	14.9
	PISO 2 + 8.65	30x30	5.80/8.20	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.40	2.40	2.40	212.6	18.2	16.1	212.6	18.2	16.1
	PISO 1 + 5.80	30x30	3.05/5.35	4Ø12 +2Ø12	Ø6c/15 cm		2.30	2.30	2.30	155.1	27.1	36.2	155.1	27.1	36.2
	PB +3.05	35x35	2.20/2.60	4Ø20 +2Ø12	Ø8c/10 cm		0.40	0.40	0.40	291.9	40.5	110.2	291.9	40.5	110.2
	PB +2.20	35x35	0.00/1.75	4Ø20 +2Ø12	Ø8c/10 cm		1.75	1.75	1.75	291.9	40.5	110.2	291.9	40.5	110.2
	Mezanine +0	35x35	-1.00/-0.30	4Ø20 +2Ø12	Ø6c/15 cm		2.20	2.20	2.20	312.8	5.3	36.9	312.8	5.3	36.9
	Sub suelo -1	35x35	-2.50/-1.00	4Ø20 +2Ø12	Ø6c/15 cm		2.20	2.20	2.20	476.5	5.0	9.5	476.5	5.0	8.6
P12	CUBIERTA +14.25	25x25	11.45/13.80	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	124.3	9.9	3.4	124.3	9.9	3.4
	PISO 3 + 11.45	25x25	8.65/11.00	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	278.9	17.4	5.3	278.9	17.4	5.3

Columna	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Armado	Estribos	Estado	H (m)	Hpx (m)	Hpy (m)	Pésimos			Referencia		
										N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)
	PISO 2 + 8.65	25x25	5.80/8.20	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		2.4 0	2.4 0	2.4 0	439.7	23.2	4.9	439.7	23.2	4.9
	PISO 1 + 5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		2.3 0	2.3 0	2.3 0	621.0	25.2	10.2	621.0	25.2	10.2
	PB + 3.05	30x30	2.20/2.60	4Ø1 + 2Ø1 2 2	Ø6c/15 cm		0.4 0	0.4 0	0.4 0	756.3	36.3	38.6	756.3	36.3	38.6
	PB + 2.20	30x30	0.00/1.75	4Ø1 + 2Ø1 2 2	Ø6c/15 cm		1.7 5	1.7 5	1.7 5	756.3	36.3	38.6	756.3	36.3	38.6
	Mezanine + 0	30x30	-1.00/- 0.30	4Ø1 + 2Ø1 2 2	Ø6c/15 cm		2.2 0	2.2 0	2.2 0	949.6	0.0	19.0	949.6	0.0	1.9
	Sub suelo -1	30x30	-2.50/- 1.00	4Ø1 + 2Ø1 2 2	Ø6c/15 cm		2.2 0	2.2 0	2.2 0	954.9	19.1	0.8	954.9	1.1	0.8
P13	CUBIERTA +14.25	25x25	11.45/13.8 0	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		2.3 5	2.3 5	2.3 5	122.0	11.8	3.5	122.0	11.8	3.5
	PISO 3 + 11.45	25x25	8.65/11.00	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		2.3 5	2.3 5	2.3 5	289.2	19.2	4.3	289.2	19.2	4.3
	PISO 2 + 8.65	25x25	5.80/8.20	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		2.4 0	2.4 0	2.4 0	460.1	24.8	4.5	460.1	24.8	4.5
	PISO 1 + 5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		2.3 0	2.3 0	2.3 0	649.9	25.9	5.6	649.9	25.9	5.6
	PB + 3.05	30x30	2.20/2.60	4Ø2 0	Ø6c/10 cm		0.4 0	0.4 0	0.4 0	727.8	37.8	65.3	727.8	37.8	65.3
	PB + 2.20	30x30	0.00/1.75	4Ø2 0	Ø6c/10 cm		1.7 5	1.7 5	1.7 5	727.8	37.8	65.3	727.8	37.8	65.3
	Mezanine + 0	30x30	-1.00/- 0.30	4Ø2 0	Ø6c/20 cm		2.2 0	2.2 0	2.2 0	965.7	3.4	19.3	965.7	3.4	6.1
	Sub suelo -1	30x30	-2.50/- 1.00	4Ø2 0	Ø6c/20 cm		2.2 0	2.2 0	2.2 0	973.8	19.5	1.1	973.8	1.6	1.1
P14	CUBIERTA +14.25	25x30	11.45/13.8 0	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		2.3 5	2.3 5	2.3 5	151.1	11.3	0.3	151.1	11.3	0.3
	PISO 3 + 11.45	25x30	8.65/11.00	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		2.3 5	2.3 5	2.3 5	277.3	16.0	2.1	277.3	16.0	2.1
	PISO 2 + 8.65	25x30	5.80/8.20	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		2.4 0	2.4 0	2.4 0	404.8	21.5	2.4	404.8	21.5	2.4
	PISO 1 + 5.80	25x30	3.05/5.35	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		2.3 0	2.3 0	2.3 0	654.1	20.9	26.2	654.1	20.9	26.2
	PB + 3.05	30x30	2.20/2.60	4Ø2 + 2Ø1 0 2	Ø6c/15 cm	Qe	0.4 0	0.4 0	0.4 0	565.7	29.3	82.4	565.7	29.3	82.4
	PB + 2.20	30x30	0.00/1.75	4Ø2 + 2Ø1 0 2	Ø6c/15 cm		1.7 5	1.7 5	1.7 5	565.7	29.3	82.4	565.7	29.3	82.4
	Mezanine + 0	30x30	-1.00/- 0.30	4Ø2 + 2Ø1 0 2	Ø6c/15 cm		2.2 0	2.2 0	2.2 0	837.1	3.8	25.0	837.1	3.8	25.0
	Sub suelo -1	30x30	-2.50/- 1.00	4Ø2 + 2Ø1 0 2	Ø6c/15 cm		2.2 0	2.2 0	2.2 0	854.7	2.9	17.1	854.7	2.9	14.3
P19	Techo escalera	25x25	14.25/16.6 5	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		2.4 0	2.4 0	2.4 0	35.9	2.2	5.6	35.9	2.2	5.6
	CUBIERTA +14.25	25x25	11.45/13.8 0	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		2.3 5	2.3 5	2.3 5	71.8	8.4	8.5	71.8	8.4	8.5
	PISO 3 + 11.45	25x25	8.65/11.00	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		2.3 5	2.3 5	2.3 5	161.1	11.1	16.0	161.1	11.1	16.0
	PISO 2 + 8.65	25x25	5.80/8.20	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		2.4 0	2.4 0	2.4 0	264.4	12.8	15.5	264.4	12.8	15.5
	PISO 1 + 5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø1 6	Ø6c/20 cm		3.1 5	3.1 5	3.1 5	358.0	28.3	15.2	358.0	18.3	6.6
	PB + 3.05	25x25	2.20/3.05	4Ø2 0	Ø6c/20 cm		3.1 5	3.1 5	3.1 5	365.2	32.2	12.1	365.2	21.8	4.0
	PB + 2.20	25x25	0.00/1.75	4Ø2 0	Ø6c/20 cm		2.7 5	2.7 5	2.7 5	365.2	32.2	12.1	365.2	21.8	4.0
	Mezanine + 0	25x25	-1.00/0.00	4Ø2 0	Ø6c/20 cm		2.7 5	2.7 5	2.7 5	491.1	8.1	18.9	491.1	1.2	2.4
	Sub suelo -1	25x25	-2.50/- 1.40	4Ø2 + ... + 2Ø1 0 2	Ø6c/15 cm		1.1 0	1.1 0	1.1 0	555.0	1.4	18.1	555.0	1.4	18.1
P20	Techo escalera	25x30	14.25/16.6 5	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		2.4 0	2.4 0	2.4 0	42.2	3.7	6.2	42.2	3.7	6.2
	CUBIERTA +14.25	25x30	11.45/13.8 0	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		2.3 5	2.3 5	2.3 5	129.8	15.1	0.8	129.8	15.1	0.8
	PISO 3 + 11.45	25x30	8.65/11.00	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		2.3 5	2.3 5	2.3 5	304.5	17.5	3.6	304.5	17.5	3.6

Columna	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Armado	Estribos	Estado	H (m)	Hpx (m)	Hpy (m)	Pésimos			Referencia		
										N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)
	PISO 2 + 8.65	25x30	5.80/8.20	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.40	2.40	2.40	455.2	25.2	2.1	455.2	25.2	2.1
	PISO 1 + 5.80	25x30	3.05/5.35	4Ø20	Ø6c/20 cm		3.15	3.15	3.15	598.9	47.9	8.4	598.9	31.0	0.0
	PB + 3.05	25x30	2.20/3.05	4Ø20 + ... +2Ø20	Ø6c/20 cm		3.15	3.15	3.15	607.2	51.4	8.5	607.2	34.1	0.0
	PB + 2.20	25x30	0.00/1.75	4Ø20 + ... +2Ø20	Ø6c/20 cm		4.25	4.25	4.25	868.9	55.7	24.0	868.9	2.2	1.0
	Mezanine +0	25x30	-1.00/0.00	4Ø20 + ... +2Ø20	Ø6c/20 cm		4.25	4.25	4.25	876.9	56.2	22.3	876.9	0.0	0.0
	Sub suelo -1	25x30	-2.50/-1.00	4Ø20 + ... +2Ø20	Ø6c/20 cm		4.25	4.25	4.25	881.4	56.5	22.4	881.4	1.3	0.0
P21	CUBIERTA +14.25	30x30	11.45/13.80	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	132.2	10.1	3.6	132.2	10.1	3.6
	PISO 3 + 11.45	30x30	8.65/11.00	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	318.3	19.0	4.0	318.3	19.0	4.0
	PISO 2 + 8.65	30x30	5.80/8.20	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.40	2.40	2.40	510.4	26.2	4.2	510.4	26.2	4.2
	PISO 1 + 5.80	30x30	3.05/5.35	4Ø16	Ø6c/20 cm		3.15	3.15	3.15	704.5	48.8	19.0	704.5	32.9	6.8
	PB + 3.05	30x30	2.20/3.05	4Ø16	Ø6c/20 cm		3.15	3.15	3.15	714.7	56.9	24.7	714.7	40.4	11.2
	PB + 2.20	30x30	0.00/1.75	4Ø20	Ø6c/20 cm		4.25	4.25	4.25	998.1	25.4	55.5	998.1	0.0	2.3
	Mezanine +0	30x30	-1.00/0.00	4Ø20	Ø6c/20 cm		4.25	4.25	4.25	1001.6	25.5	55.7	1001.6	0.0	0.0
	Sub suelo -1	30x30	-2.50/-1.00	4Ø20	Ø6c/20 cm		4.25	4.25	4.25	1006.9	25.6	56.0	1006.9	0.0	3.3
P22	CUBIERTA +14.25	25x25	11.45/13.80	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	104.1	5.6	4.9	104.1	5.6	4.9
	PISO 3 + 11.45	25x25	8.65/11.00	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	235.8	7.6	7.8	235.8	7.6	7.8
	PISO 2 + 8.65	25x25	5.80/8.20	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.40	2.40	2.40	375.4	10.6	9.1	375.4	10.6	9.1
	PISO 1 + 5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø16 + ... +2Ø12	Ø6c/15 cm		3.15	3.15	3.15	519.7	29.4	23.3	519.7	15.9	10.7
	PB + 3.05	25x25	2.20/3.05	4Ø16 + ... +2Ø12	Ø6c/15 cm		3.15	3.15	3.15	526.6	35.5	23.5	526.6	21.2	10.7
	PB + 2.20	25x25	0.00/1.75	4Ø20 + ... +2Ø12	Ø6c/15 cm		4.25	4.25	4.25	649.0	41.6	23.0	649.0	1.6	1.5
	Mezanine +0	25x25	-1.00/0.00	4Ø20 + ... +2Ø12	Ø6c/15 cm		4.25	4.25	4.25	655.8	20.0	42.0	655.8	0.0	0.0
	Sub suelo -1	25x25	-2.50/-1.00	4Ø20 + ... +2Ø12	Ø6c/15 cm		4.25	4.25	4.25	655.8	20.0	42.0	655.8	0.0	0.0
P23	Techo escalera	25x25	14.25/16.65	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.40	2.40	2.40	32.0	2.6	5.3	32.0	2.6	5.3
	CUBIERTA +14.25	25x25	11.45/13.80	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	110.2	8.2	4.5	110.2	8.2	4.5
	PISO 3 + 11.45	25x25	8.65/11.00	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	262.8	12.4	11.7	262.8	12.4	11.7
	PISO 2 + 8.65	25x25	5.80/8.20	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.40	2.40	2.40	428.5	16.2	12.4	428.5	16.2	12.4
	PISO 1 + 5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø16 + ... +2Ø16	Ø6c/20 cm		3.15	3.15	3.15	592.6	32.6	26.9	592.6	17.3	12.4
	PB + 3.05	25x25	2.20/3.05	4Ø16 + ... +2Ø16	Ø6c/20 cm		3.15	3.15	3.15	599.6	34.0	25.7	599.6	18.4	11.3
	PB + 2.20	25x25	0.00/1.75	4Ø16 + ... +2Ø16	Ø6c/20 cm		2.75	2.75	2.75	599.6	34.0	25.7	599.6	18.4	11.3
	Mezanine +0	25x25	-1.00/0.00	4Ø16 + ... +2Ø16	Ø6c/20 cm		2.75	2.75	2.75	134.7	13.6	3.4	134.7	10.5	1.2
	Sub suelo -1	25x25	-2.50/-1.40	4Ø16 + ... +2Ø16	Ø6c/20 cm		1.10	1.10	1.10	259.6	15.2	1.6	259.6	15.2	1.6
P24	Techo escalera	30x30	14.25/16.65	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.40	2.40	2.40	32.5	3.4	8.4	32.5	3.4	8.4
	CUBIERTA +14.25	30x30	11.45/13.80	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	174.0	14.3	3.0	174.0	14.3	3.0
	PISO 3 + 11.45	30x30	8.65/11.00	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	373.8	22.7	1.0	373.8	22.7	1.0

Columna	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Armado	Estribos	Estado	H (m)	Hpx (m)	Hpy (m)	Pésimos			Referencia		
										N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)
	PISO 2 + 8.65	30x30	5.80/8.20	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.40	2.40	2.40	577.4	27.8	6.4	577.4	27.8	6.4
	PISO 1 + 5.80	30x30	3.05/5.35	4Ø16	Ø6c/20 cm		3.15	3.15	3.15	771.6	50.7	24.4	771.6	33.5	10.3
	PB + 3.05	30x30	2.20/3.05	4Ø16	Ø6c/20 cm		3.15	3.15	3.15	786.6	56.6	22.0	786.6	38.7	8.2
	PB + 2.20	30x30	0.00/1.75	4Ø20 + 2Ø16	Ø6c/20 cm		4.25	4.25	4.25	1089.6	31.5	60.6	1089.6	2.1	2.1
	Mezanine + 0	30x30	-1.00/0.00	4Ø20 + 2Ø16	Ø6c/20 cm		4.25	4.25	4.25	1099.4	28.0	61.1	1099.4	0.0	0.0
	Sub suelo -1	30x30	-2.50/-1.00	4Ø20 + 2Ø16	Ø6c/20 cm		4.25	4.25	4.25	1104.7	30.1	61.4	1104.7	1.1	1.3
P25	CUBIERTA +14.25	25x30	11.45/13.80	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	133.4	2.7	0.3	133.4	0.0	0.3
	PISO 3 + 11.45	25x30	8.65/11.00	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	303.0	6.1	1.6	303.0	0.0	1.6
	PISO 2 + 8.65	25x30	5.80/8.20	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.40	2.40	2.40	472.4	9.4	0.6	472.4	0.7	0.6
	PISO 1 + 5.80	25x30	3.05/5.35	4Ø12 + ... + 2Ø12	Ø6c/15 cm		3.15	3.15	3.15	613.1	29.3	19.4	613.1	14.1	8.2
	PB + 3.05	25x30	2.20/3.05	4Ø16 + ... + 2Ø12	Ø6c/15 cm		3.15	3.15	3.15	532.4	43.0	16.8	532.4	28.0	7.1
	PB + 2.20	25x30	0.00/1.75	4Ø16 + ... + 2Ø16	Ø8c/15 cm		4.25	4.25	4.25	532.4	43.0	16.8	532.4	28.0	7.1
	Mezanine + 0	25x30	-1.00/0.00	4Ø20 + ... + 2Ø12	Ø8c/15 cm		4.25	4.25	4.25	156.5	20.0	6.0	156.5	11.7	1.2
	Sub suelo -1	25x30	-2.50/-1.00	4Ø20 + ... + 2Ø16	Ø8c/15 cm		4.25	4.25	4.25	250.5	31.2	11.4	250.5	17.9	3.2
P26	CUBIERTA +14.25	25x25	11.45/13.80	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	69.2	6.0	5.8	69.2	6.0	5.8
	PISO 3 + 11.45	25x25	8.65/11.00	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	153.1	9.5	6.6	153.1	9.5	6.6
	PISO 2 + 8.65	25x25	5.80/8.20	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.40	2.40	2.40	246.6	12.4	7.6	246.6	12.4	7.6
	PISO 1 + 5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø12	Ø6c/15 cm		3.15	3.15	3.15	346.8	20.7	17.0	346.8	11.6	8.3
	PB + 3.05	25x25	2.20/3.05	4Ø12	Ø6c/15 cm		3.15	3.15	3.15	291.6	27.9	12.0	291.6	19.4	5.1
	PB + 2.20	25x25	0.00/1.75	4Ø16	Ø6c/10 cm		4.25	4.25	4.25	353.8	23.1	17.2	353.8	13.6	8.4
	Mezanine + 0	25x25	-1.00/0.00	4Ø16 + ... + 2Ø12	Ø6c/10 cm		4.25	4.25	4.25	43.4	12.4	11.8	43.4	9.9	9.3
	Sub suelo -1	25x25	-2.50/-1.00	4Ø16 + ... + 2Ø16	Ø6c/10 cm		4.25	4.25	4.25	45.9	22.5	5.8	45.9	19.8	3.3
P27	CUBIERTA +14.25	30x25	11.45/13.80	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	112.5	7.3	7.1	112.5	7.3	7.1
	PISO 3 + 11.45	30x25	8.65/11.00	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	263.0	15.6	9.3	263.0	15.6	9.3
	PISO 2 + 8.65	30x25	5.80/8.20	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.40	2.40	2.40	428.0	21.3	9.5	428.0	21.3	9.5
	PISO 1 + 5.80	30x25	3.05/5.35	4Ø12 + ... + 2Ø12	Ø6c/15 cm		3.15	3.15	3.15	599.4	33.0	22.2	599.4	20.2	8.5
	PB + 3.05	30x25	2.20/3.05	4Ø16	Ø6c/20 cm		3.15	3.15	3.15	604.6	46.3	19.9	604.6	32.4	6.7
	PB + 2.20	30x25	0.00/1.75	4Ø20 + 2Ø20	Ø6c/20 cm		4.25	4.25	4.25	846.2	29.6	54.2	846.2	4.7	1.7
	Mezanine + 0	30x25	-1.00/0.00	4Ø20 + 2Ø20	Ø6c/20 cm		4.25	4.25	4.25	860.1	24.0	55.1	860.1	1.2	0.0
	Sub suelo -1	30x25	-2.50/-1.00	4Ø20 + 2Ø20	Ø6c/20 cm		4.25	4.25	4.25	858.7	26.5	55.0	858.7	2.7	0.9
P28	CUBIERTA +14.25	25x25	11.45/13.80	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	100.1	4.2	5.6	100.1	4.2	5.6
	PISO 3 + 11.45	25x25	8.65/11.00	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	216.9	10.0	6.3	216.9	10.0	6.3
	PISO 2 + 8.65	25x25	5.80/8.20	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.40	2.40	2.40	339.6	13.3	7.3	339.6	13.3	7.3
	PISO 1 + 5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø16	Ø6c/20 cm		3.15	3.15	3.15	524.8	19.2	23.2	524.8	7.2	9.8

Columna	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Armado	Estribos	Estado	H (m)	Hpx (m)	Hpy (m)	Pésimos			Referencia		
										N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)
	PB +3.05	25x25	2.20/3.05	4Ø16	Ø6c/20 cm		3.15	3.15	3.15	461.5	35.4	11.9	461.5	22.6	2.7
	PB +2.20	25x25	0.00/1.75	4Ø16 + ... +2Ø12	Ø6c/10 cm		4.25	4.25	4.25	461.5	35.4	11.9	461.5	22.6	2.7
	Mezanine +0	25x25	-1.00/0.00	4Ø16 + ... +2Ø12	Ø6c/10 cm		4.25	4.25	4.25	49.7	12.9	12.3	49.7	10.0	9.5
	Sub suelo -1	25x25	-2.50/-1.00	4Ø16 + ... +2Ø16	Ø6c/10 cm		4.25	4.25	4.25	53.8	23.0	6.2	53.8	19.8	3.4
P29	PISO 1 +5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø12	Ø6c/15 cm		3.15	3.15	3.15	51.1	11.2	4.0	51.1	9.6	2.6
	PB +3.05	25x25	2.20/3.05	4Ø12 + ... +2Ø12	Ø6c/15 cm		3.15	3.15	3.15	52.9	17.0	6.0	52.9	15.3	4.5
	PB +2.20	25x25	0.00/1.75	4Ø16 + ... +2Ø12	Ø6c/15 cm		4.25	4.25	4.25	52.9	17.0	6.0	52.9	15.3	4.5
	Mezanine +0	25x25	-1.00/0.00	4Ø16 + ... +2Ø12	Ø6c/15 cm		4.25	4.25	4.25	17.8	9.6	10.9	17.8	8.6	9.8
	Sub suelo -1	25x25	-2.50/-1.00	4Ø16 + ... +2Ø12	Ø6c/15 cm		4.25	4.25	4.25	10.8	18.4	4.3	10.8	17.7	3.7
P30	PISO 1 +5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø12	Ø6c/15 cm		3.15	3.15	3.15	135.5	13.9	5.5	135.5	9.9	2.3
	PB +3.05	25x25	2.20/3.05	4Ø12	Ø6c/15 cm		3.15	3.15	3.15	137.3	21.4	7.2	137.3	17.1	3.7
	PB +2.20	25x25	0.00/1.75	4Ø12	Ø6c/15 cm		4.25	4.25	4.25	295.0	18.9	11.2	295.0	1.3	1.1
	Mezanine +0	25x25	-1.00/0.00	4Ø12	Ø6c/15 cm		4.25	4.25	4.25	299.1	19.2	10.2	299.1	0.5	0.5
	Sub suelo -1	25x25	-2.50/-1.00	4Ø12	Ø6c/15 cm		4.25	4.25	4.25	305.2	19.6	10.8	305.2	0.9	0.7
P31	PISO 1 +5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø12	Ø6c/15 cm		3.15	3.15	3.15	47.5	11.0	3.3	47.5	9.5	2.0
	PB +3.05	25x25	2.20/3.05	4Ø12 + ... +2Ø12	Ø6c/15 cm		3.15	3.15	3.15	49.2	16.8	4.9	49.2	15.2	3.4
	PB +2.20	25x25	0.00/1.75	4Ø16 +2Ø12 +2Ø12	Ø6c/15 cm		4.25	4.25	4.25	66.9	16.4	5.1	66.9	14.2	3.3
	Mezanine +0	25x25	-1.00/0.00	4Ø16 +2Ø12 +2Ø12	Ø6c/15 cm		4.25	4.25	4.25	13.9	9.4	10.6	13.9	8.6	9.7
	Sub suelo -1	25x25	-2.50/-1.00	4Ø16 + ... +2Ø16	Ø6c/10 cm		4.25	4.25	4.25	15.6	18.8	4.5	15.6	17.9	3.6
P32	PISO 1 +5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø12	Ø6c/15 cm		3.15	3.15	3.15	33.1	7.2	4.1	33.1	6.2	3.2
	PB +3.05	25x25	2.20/3.05	4Ø12	Ø6c/15 cm		3.15	3.15	3.15	40.1	13.8	5.2	40.1	12.5	4.0
	PB +2.20	25x25	0.00/2.08	4Ø12	Ø6c/15 cm		4.58	4.58	4.58	40.1	13.8	5.2	40.1	12.5	4.0
	Mezanine +0	25x25	-1.00/0.00	4Ø12	Ø6c/15 cm		4.58	4.58	4.58	57.9	4.1	3.1	57.9	0.7	0.5
	Sub suelo -1	25x25	-2.50/-1.00	4Ø12	Ø6c/15 cm		4.58	4.58	4.58	-	0.5	2.7	-	0.5	0.9
										137.0			137.0		
P33	PISO 1 +5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø12	Ø6c/15 cm		3.15	3.15	3.15	45.7	9.1	4.8	45.7	7.7	3.5
	PB +3.05	25x25	2.20/3.05	4Ø12	Ø6c/15 cm		3.15	3.15	3.15	30.6	14.6	6.5	30.6	13.6	5.5
	PB +2.20	25x25	0.00/1.75	4Ø16	Ø8c/15 cm		4.25	4.25	4.25	30.6	14.6	6.5	30.6	13.6	5.5
	Mezanine +0	25x25	-1.00/0.00	4Ø16 +2Ø12	Ø8c/15 cm		4.25	4.25	4.25	26.2	6.5	10.1	26.2	5.0	8.5
	Sub suelo -1	25x25	-2.50/-1.00	4Ø16 +2Ø12	Ø8c/15 cm		4.25	4.25	4.25	19.8	2.7	18.8	19.8	1.7	17.6
P34	PISO 1 +5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø12	Ø6c/15 cm		3.15	3.15	3.15	27.9	8.3	4.5	27.9	7.4	3.7
	PB +3.05	25x25	2.20/3.05	4Ø12	Ø6c/15 cm		3.15	3.15	3.15	29.4	14.2	5.9	29.4	13.2	5.0
	PB +2.20	25x25	0.00/1.75	4Ø16	Ø8c/15 cm		4.25	4.25	4.25	29.4	14.2	5.9	29.4	13.2	5.0
	Mezanine +0	25x25	-1.00/0.00	4Ø16 +2Ø12	Ø8c/15 cm		4.25	4.25	4.25	22.5	6.0	9.3	22.5	4.7	7.9
	Sub suelo -1	25x25	-2.50/-1.00	4Ø16 +2Ø12	Ø8c/15 cm		4.25	4.25	4.25	25.2	2.9	18.1	25.2	1.6	16.6

Columna	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Armado	Estribos	Estado	H (m)	Hpx (m)	Hpy (m)	Pésimos			Referencia		
										N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)
P35	PISO 1 +5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		3.1 5	3.1 5	3.1 5	35.8	8.2	2.9	35.8	7.1	1.9
	PB +3.05	25x25	2.20/3.05	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		3.1 5	3.1 5	3.1 5	37.6	13.8	4.8	37.6	12.6	3.7
	PB +2.20	25x25	0.00/2.08	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		4.5 8	4.5 8	4.5 8	37.6	13.8	4.8	37.6	12.6	3.7
	Mezanine +0	25x25	-1.00/0.00	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		4.5 8	4.5 8	4.5 8	60.1	4.3	3.0	60.1	0.7	0.4
	Sub suelo -1	25x25	-2.50/ -1.00	4Ø1 2 + ... +2Ø1 2	Ø6c/15 cm		4.5 8	4.5 8	4.5 8	95.6	4.8	6.8	95.6	0.7	0.9
P36	CUBIERTA +14.25	25x30	11.45/13.8 0	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		2.3 5	2.3 5	2.3 5	125.4	9.4	2.4	125.4	9.4	2.4
	PISO 3 + 11.45	25x30	8.65/11.00	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		2.3 5	2.3 5	2.3 5	296.9	16.6	3.6	296.9	16.6	3.6
	PISO 2 + 8.65	25x30	5.80/8.20	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		2.4 0	2.4 0	2.4 0	475.2	22.4	4.2	475.2	22.4	4.2
	PISO 1 +5.80	25x30	3.05/5.35	4Ø1 6	Ø6c/20 cm		3.1 5	3.1 5	3.1 5	669.8	41.5	14.4	669.8	23.7	3.6
	PB +3.05	25x30	2.20/3.05	4Ø1 6 +2Ø1 2	Ø6c/15 cm		3.1 5	3.1 5	3.1 5	678.1	46.8	12.9	678.1	28.3	2.4
	PB +2.20	25x30	0.00/1.75	4Ø2 0 +2Ø1 2 +2Ø2 0	Ø6c/15 cm		4.2 5	4.2 5	4.2 5	926.9	59.4	28.5	926.9	0.9	2.8
	Mezanine +0	25x30	-1.00/0.00	4Ø2 0 +2Ø1 2 +2Ø2 0	Ø6c/15 cm		4.2 5	4.2 5	4.2 5	927.4	59.4	25.2	927.4	0.9	0.9
	Sub suelo -1	25x30	-2.50/ -1.00	4Ø2 0 +2Ø1 2 +2Ø2 0	Ø6c/15 cm		4.2 5	4.2 5	4.2 5	939.4	60.2	26.9	939.4	0.9	1.7
P37	PISO 1 +5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		3.1 5	3.1 5	3.1 5	144.4	13.2	5.9	144.4	9.1	2.5
	PB +3.05	25x25	2.20/3.05	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		3.1 5	3.1 5	3.1 5	146.2	20.1	7.7	146.2	15.7	3.9
	PB +2.20	25x25	0.00/1.75	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		4.2 5	4.2 5	4.2 5	324.7	11.3	20.8	324.7	0.6	1.5
	Mezanine +0	25x25	-1.00/0.00	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		4.2 5	4.2 5	4.2 5	328.9	10.9	21.1	328.9	0.4	0.6
	Sub suelo -1	25x25	-2.50/ -1.00	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		4.2 5	4.2 5	4.2 5	335.1	11.1	21.5	335.1	0.4	0.8
P38	CUBIERTA +14.25	25x25	11.45/13.8 0	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		2.3 5	2.3 5	2.3 5	88.9	8.8	6.1	88.9	8.8	6.1
	PISO 3 + 11.45	25x25	8.65/11.00	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		2.3 5	2.3 5	2.3 5	212.8	16.7	8.5	212.8	16.7	8.5
	PISO 2 + 8.65	25x25	5.80/8.20	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		2.4 0	2.4 0	2.4 0	348.1	21.7	7.3	348.1	21.7	7.3
	PISO 1 +5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø1 2 + ... +2Ø1 2	Ø6c/15 cm		3.1 5	3.1 5	3.1 5	484.3	32.9	15.7	484.3	19.7	5.2
	PB +3.05	25x25	2.20/3.05	4Ø1 6	Ø6c/20 cm		3.1 5	3.1 5	3.1 5	491.2	38.7	15.8	491.2	24.9	5.1
	PB +2.20	25x25	0.00/1.75	4Ø2 0 + ... +2Ø1 6	Ø6c/20 cm		4.2 5	4.2 5	4.2 5	703.2	45.1	24.9	703.2	2.7	1.6
	Mezanine +0	25x25	-1.00/0.00	4Ø2 0 + ... +2Ø1 6	Ø6c/20 cm		4.2 5	4.2 5	4.2 5	710.0	21.7	45.5	710.0	0.0	0.0
	Sub suelo -1	25x25	-2.50/ -1.00	4Ø2 0 + ... +2Ø1 6	Ø6c/20 cm		4.2 5	4.2 5	4.2 5	710.0	21.7	45.5	710.0	0.0	0.0
P39	CUBIERTA +14.25	25x25	11.45/13.8 0	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		2.3 5	2.3 5	2.3 5	61.0	4.4	9.2	61.0	4.4	9.2
	PISO 3 + 11.45	25x25	8.65/11.00	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		2.3 5	2.3 5	2.3 5	129.6	9.2	11.1	129.6	9.2	11.1
	PISO 2 + 8.65	25x25	5.80/8.20	4Ø1 2	Ø6c/15 cm		2.4 0	2.4 0	2.4 0	199.8	13.6	11.0	199.8	13.6	11.0
	PISO 1 +5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø1 2 + ... +2Ø1 2	Ø6c/15 cm		3.1 5	3.1 5	3.1 5	264.9	27.4	20.4	264.9	19.6	13.0
	PB +3.05	25x25	2.20/3.05	4Ø1 6 + ... +2Ø1 2	Ø6c/15 cm		3.1 5	3.1 5	3.1 5	271.8	31.2	21.6	271.8	23.1	14.0
	PB +2.20	25x25	0.00/1.75	4Ø1 6 + ... +2Ø1 2	Ø8c/10 cm		4.2 5	4.2 5	4.2 5	271.8	31.2	21.6	271.8	23.1	14.0
	Mezanine +0	25x25	-1.00/0.00	4Ø1 6 + ... +2Ø1 2	Ø8c/10 cm		4.2 5	4.2 5	4.2 5	422.7	14.2	27.1	422.7	0.6	2.2
	Sub suelo -1	25x25	-2.50/ -1.00	4Ø1 6 + ... +2Ø1 6	Ø8c/10 cm		4.2 5	4.2 5	4.2 5	421.3	15.5	27.0	421.3	1.3	3.7

Columna	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Armado	Estribos	Estado	H (m)	Hpx (m)	Hpy (m)	Pésimos			Referencia		
										N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)
P40	CUBIERTA +14.25	25x25	11.45/13.80	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	56.4	5.6	7.8	56.4	5.6	7.8
	PISO 3 + 11.45	25x25	8.65/11.00	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	121.9	9.4	10.1	121.9	9.4	10.1
	PISO 2 + 8.65	25x25	5.80/8.20	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.40	2.40	2.40	187.3	15.1	10.3	187.3	15.1	10.3
	PISO 1 + 5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø12	Ø6c/15 cm		3.15	3.15	3.15	335.5	22.2	16.5	335.5	13.2	8.1
	PB +3.05	25x25	2.20/3.05	4Ø12 + ... +2Ø12	Ø6c/15 cm		3.15	3.15	3.15	342.4	30.2	18.6	342.4	20.4	9.8
	PB +2.20	25x25	0.00/1.75	4Ø12 + ... +2Ø12	Ø6c/15 cm		4.25	4.25	4.25	342.4	30.2	18.6	342.4	20.4	9.8
	Mezanine +0	25x25	-1.00/0.00	4Ø12 + ... +2Ø12	Ø6c/15 cm		4.25	4.25	4.25	419.6	12.8	26.9	419.6	0.0	2.6
	Sub suelo -1	25x25	-2.50/-1.00	4Ø12 + ... +2Ø12	Ø6c/15 cm		4.25	4.25	4.25	420.8	16.5	27.0	420.8	1.8	4.3
P41	CUBIERTA +14.25	25x25	11.45/13.80	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	53.4	8.3	9.1	53.4	8.3	9.1
	PISO 3 + 11.45	25x25	8.65/11.00	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	141.5	15.6	12.7	141.5	15.6	12.7
	PISO 2 + 8.65	25x25	5.80/8.20	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.40	2.40	2.40	235.9	21.8	11.2	235.9	21.8	11.2
	PISO 1 + 5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø16 + ... +2Ø12	Ø6c/15 cm		3.15	3.15	3.15	336.2	37.8	22.6	336.2	27.8	13.5
	PB +3.05	25x25	2.20/3.05	4Ø16 + ... +2Ø16	Ø6c/20 cm		3.15	3.15	3.15	343.2	42.4	25.0	343.2	32.2	15.6
	PB +2.20	25x25	0.00/1.75	4Ø16 + ... +2Ø16	Ø6c/20 cm		4.25	4.25	4.25	343.2	42.4	25.0	343.2	32.2	15.6
	Mezanine +0	25x25	-1.00/0.00	4Ø16 + ... +2Ø16	Ø6c/20 cm		4.25	4.25	4.25	513.1	15.7	32.9	513.1	0.0	0.0
	Sub suelo -1	25x25	-2.50/-1.00	4Ø16 + ... +2Ø16	Ø6c/20 cm		4.25	4.25	4.25	516.8	15.8	33.1	516.8	0.0	5.9
P42	CUBIERTA +14.25	25x25	11.45/13.80	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	57.5	12.2	9.8	57.5	12.2	9.8
	PISO 3 + 11.45	25x25	8.65/11.00	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	150.5	19.9	13.5	150.5	19.9	13.5
	PISO 2 + 8.65	25x25	5.80/8.20	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.40	2.40	2.40	253.6	28.3	11.1	253.6	28.3	11.1
	PISO 1 + 5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø16	Ø6c/20 cm		3.15	3.15	3.15	358.0	29.2	22.6	358.0	19.1	13.1
	PB +3.05	25x25	2.20/3.05	4Ø16 + ... +2Ø12	Ø6c/15 cm		3.15	3.15	3.15	365.3	33.6	24.9	365.3	23.1	15.0
	PB +2.20	25x25	0.00/1.75	4Ø16 + ... +2Ø12	Ø6c/15 cm		4.25	4.25	4.25	365.3	33.6	24.9	365.3	23.1	15.0
	Mezanine +0	25x25	-1.00/0.00	4Ø16 + ... +2Ø12	Ø6c/15 cm		4.25	4.25	4.25	537.3	16.4	34.4	537.3	0.0	0.0
	Sub suelo -1	25x25	-2.50/-1.00	4Ø16 + ... +2Ø12	Ø6c/15 cm		4.25	4.25	4.25	540.9	16.5	34.7	540.9	0.0	5.9
P43	CUBIERTA +14.25	25x25	11.45/13.80	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	41.1	5.9	7.4	41.1	5.9	7.4
	PISO 3 + 11.45	25x25	8.65/11.00	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	104.0	12.4	9.0	104.0	12.4	9.0
	PISO 2 + 8.65	25x25	5.80/8.20	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.40	2.40	2.40	176.3	15.5	7.8	176.3	15.5	7.8
	PISO 1 + 5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø16	Ø6c/20 cm		3.15	3.15	3.15	254.5	30.0	13.6	254.5	22.4	7.1
	PB +3.05	25x25	2.20/3.05	4Ø16 + ... +2Ø12	Ø6c/15 cm		3.15	3.15	3.15	261.5	36.3	14.7	261.5	28.4	7.9
	PB +2.20	25x25	0.00/1.75	4Ø16 + ... +2Ø12	Ø6c/15 cm		4.25	4.25	4.25	261.5	36.3	14.7	261.5	28.4	7.9
	Mezanine +0	25x25	-1.00/0.00	4Ø16 + ... +2Ø12	Ø6c/15 cm		4.25	4.25	4.25	342.8	11.7	22.0	342.8	0.6	2.3
	Sub suelo -1	25x25	-2.50/-1.00	4Ø16 + ... +2Ø12	Ø6c/15 cm		4.25	4.25	4.25	348.4	12.4	22.3	348.4	0.9	3.7
P44	CUBIERTA +14.25	25x25	11.45/13.80	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	41.1	8.0	7.0	41.1	8.0	7.0
	PISO 3 + 11.45	25x25	8.65/11.00	4Ø12	Ø6c/15 cm		2.35	2.35	2.35	107.0	13.4	9.8	107.0	13.4	9.8

Columna	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Armado	Estribos	Estado	H (m)	Hpx (m)	Hpy (m)	Pésimos			Referencia			
										N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	
	PISO 2 + 8.65	25x25	5.80/8.20	4Ø1/2	Ø6c/15 cm		2.40	2.40	2.40	183.1	17.8	8.0	183.1	17.8	8.0	
	PISO 1 + 5.80	25x25	3.05/5.35	4Ø1/2	Ø6c/15 cm		3.15	3.15	3.15	258.5	23.0	15.0	258.5	15.6	8.3	
	PB + 3.05	25x25	2.20/3.05	4Ø1/2 + ...	+2Ø1/2	Ø6c/15 cm		3.15	3.15	3.15	265.4	29.0	18.0	265.4	21.2	10.8
	PB + 2.20	25x25	0.00/1.75	4Ø1/2 + ...	+2Ø1/2	Ø6c/15 cm		4.25	4.25	4.25	265.4	29.0	18.0	265.4	21.2	10.8
	Mezanine + 0	25x25	-1.00/0.00	4Ø1/2 + ...	+2Ø1/2	Ø6c/15 cm		4.25	4.25	4.25	349.3	10.7	22.4	349.3	0.0	2.7
	Sub suelo -1	25x25	-2.50/-1.00	4Ø1/2 + ...	+2Ø1/2	Ø6c/15 cm		4.25	4.25	4.25	354.8	13.8	22.7	354.8	1.4	4.3

A.3.3 Diseño de escalera de hormigón armado

Se diseña la escalera que une el nivel de planta baja y planta alta. Los datos generales de la escalera son los siguientes:

$$f_{cd}=1.67 \text{ kN/cm}^2; f_{yd}=43.48 \text{ kN/cm}^2$$

Longitud del descanso $L_1= 100 \text{ cm}$.

Longitud horizontal de la rampa $L_2= 180 \text{ cm}$.

Espesor del muro de apoyo $A_1= 15 \text{ cm}$

Espesor de la viga de apoyo $A_2= 20 \text{ cm}$

Desnivel que salva $H= 3.6 \text{ m}$.

Ancho de la rampa $b=100 \text{ cm}$

Ancho total del descanso $a=400 \text{ cm}$

Espesor de la losa de la escalera $t= 15 \text{ cm}$

Recubrimiento geométrico $r = 2.5 \text{ cm}$

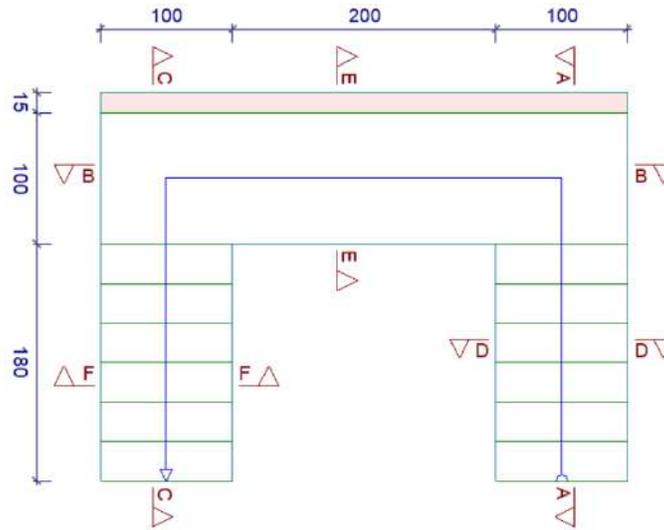
Dimensión de la huella $P= 30 \text{ cm}$

Dimensión de la contrahuella $CP= 20 \text{ cm}$

Nº escalones = 14

Las dimensiones mencionadas se muestran en la vista en planta y perfil de la escalera analizada en las siguientes figuras.

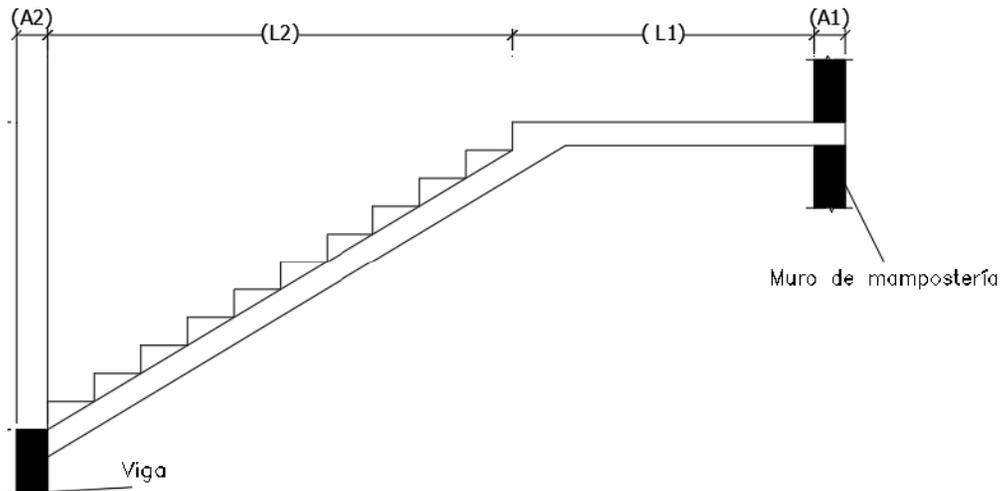
Figura A.3.3.1: Vista en planta de la escalera analizada.



Fuente: Adaptado del paquete estructural CYPECAD.

Dado que las características geométricas de la escalera son simétricas en ambos tramos, solo se verifica para un solo tramo y en el otro tramo se dispone la misma armadura. El tramo analizado se muestra en la siguiente figura:

Figura A.3.3.2: Vista en perfil de tramo analizado de la escalera.



Fuente: Elaboración propia.

Para el diseño de la escalera se usa el criterio del libro “Diseño en concreto armado de Roberto Morales”.

Metrado de cargas

El ángulo de inclinación de la rampa en el tramo analizado con respecto a la horizontal se calcula con la sigue:

$$\cos(\theta) = \frac{P}{\sqrt{P^2 + CP^2}} = \frac{30}{\sqrt{30^2 + 18^2}} = 0.832$$

El espesor equivalente (hm) en la rampa con la fórmula 2.57 es:

$$hm = \frac{15}{0.832} + \frac{20}{2} = 28.03 \text{ cm}$$

Las cargas consideradas para la rampa y descanso del tramo analizado de la escalera se muestran en la siguiente tabla:

Tabla A.3.3.1: Cargas consideradas en la escalera.

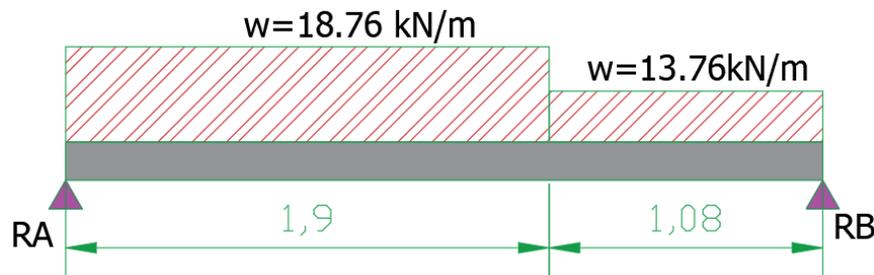
PARA LA RAMPA					
Detalle	Peso	Altura(m)	Ancho (m)	F.M.	Total (kN/m)
Peso Propio kN/m ³	24	0.280	1	1.6	10.76
Acabado kN/m ²	1	-	1	1.6	1.6
Barandas kN/m	1	-	-	1.6	1.6
S/C kN/m ²	3	-	1	1.6	4.8
TOTAL:					18.76
PARA EL DESCANSO					
Detalle	Peso	Altura(m)	Ancho (m)	F.M.	Total (kN/m)
Peso Propio kN/m ³	24	0.150	1	1.6	5.76
Acabado kN/m ²	1	-	1	1.6	1.6
Barandas kN/m	1	-	-	1.6	1.6
S/C kN/m ²	3	-	1	1.6	4.8
TOTAL:					13.76

Fuente: Elaboración propia.

Determinación de los momentos de diseño.

La escalera está sometida solo a cargas de gravedad, para determinar el máximo momento positivo se idealiza la escalera como una viga simplemente apoyada como se muestra en la siguiente figura.

Figura A.3.3.3: Idealización de la escalera para el momento positivo.



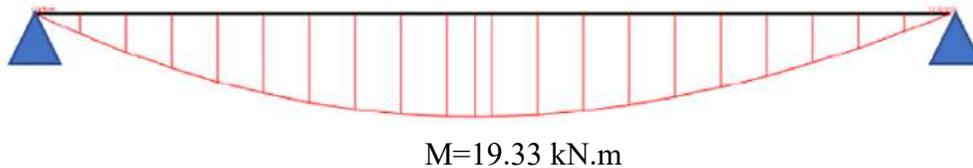
Fuente: Elaboración propia.

Resolviendo con las ecuaciones de la estática se determina las reacciones en los apoyos y son:

RA= 26.93 kN: RB= 23.5 kN

El máximo momento positivo y el diagrama de momentos para la viga simplemente apoyada se muestra en la siguiente figura.

Figura A.3.3.4: Diagrama de momentos viga simplemente apoyada.



Fuente: Elaboración propia.

Verificación a cortante

La cortante a una distancia igual al canto útil (d) desde el apoyo es:

d=12.5 cm.

$$Vd = Vmax - wu * d = 26.93 - 18.76 * 0.125 = 24.59 \text{ kN}$$

La cortante de diseño con la fórmula 2.59 es:

$$Vd' = Vd * \cos(\theta) = 24.59 * 0.823 = 20.46 \text{ kN}$$

El agotamiento por compresión oblicua en el alma (Vou), debe cumplir la desigualdad.

$$Vou = 0.3 * 1.67 * 100 * 12.5 = 626.3 \text{ kN} > Vd' \text{ (Cumple)}$$

La resistencia virtual de cálculo del hormigón es:

$$fvd = 0.05 * \sqrt[3]{1.67} = 0.065 \text{ kN/cm}^2$$

La contribución del hormigón a la resistencia a esfuerzo cortante es:

$$Vcu = fvd * bw * d = 0.065 * 100 * 12.5 = 81.25 \text{ kN}$$

Vd' < Vcu, entonces la escalera cumple a cortante.

Diseño a flexión

Determinación de la armadura longitudinal positiva

Mmax=+19.33 kN.m

d=12.5 cm

b=100 cm

fcd=1.67 kN/cm²

fyd=43.48 kN/cm²

El momento reducido de cálculo:

$$\mu d = \frac{19.33 * 100}{10 * 12^2 * 1.67} = 0.1 < \mu_{lim} = 0.319 \text{ (Cumple)}$$

Con el momento reducido de obtiene la cuantía mecánica de la tabla 23.9 y es w=0.1064

La armadura de cálculo a tracción necesaria es:

$$As = 0.1064 * 100 * 12.5 * \frac{1.67}{43.48} = 5.11 \text{ cm}^2$$

La armadura mínima según la norma CBH-87 es:

$$Asmin = 0.0015 * 100 * 15 = 2.25 \text{ cm}^2$$

La armadura positiva de cálculo necesaria es:

$$A. nec(+) \geq \left[\begin{matrix} As \\ Asmin \end{matrix} \right] = 5.11 \text{ cm}^2$$

Para diámetro 12 mm, As=1.13 cm²

$$\#Barras = \frac{5.11}{1.13} = 4.52 \approx 5$$

$$Espaciamiento = \frac{100 - 2 * 2.5}{5} = 19 \approx 20 \text{ cm}$$

$$\#Barras \text{ total} = \frac{100 - 2 * 2.5}{10} + 1 = 5.75 \approx 6$$

Verificación

$$A. \text{real} = 6 * 1.13 = 6.78 \text{ cm}^2 > A. \text{nec (+)} = 5.11 \text{ cm}^2 \text{ (Cumple)}$$

Por lo tanto, se dispone **6 ϕ 12 mm c/20 cm**

Determinación de la armadura longitudinal negativa

Según el libro “DISEÑO EN CONCRETO ARMADO” del Ing. Roberto Morales, la armadura negativa puede ser igual a 1/2 de la armadura positiva, entonces se tiene:

$$A. \text{nec}(-) = \frac{5.11}{2} = 2.56 \text{ cm}^2$$

Para diámetro 8 mm, $A_s=0.503 \text{ cm}^2$

$$\#Barras = \frac{2.56}{0.503} = 5.08 \approx 5$$

$$Espaciamiento = \frac{100 - 2 * 2.5}{5} = 18 \approx 20 \text{ cm}$$

$$\#Barras \text{ total} = \frac{100 - 2 * 2.5}{20} + 1 = 5.5 \approx 6$$

Verificación

$$A. \text{real} = 6 * 0.503 = 3.02 \text{ cm}^2 > A. \text{nec} (-) = 2.56 \text{ cm}^2 \text{ (Cumple)}$$

Por lo tanto, se dispone **6 ϕ 8 mm c/20 cm**

Determinación de la armadura de reparto.

Según la norma CBH-87 debe cumplir la siguiente desigualdad.

$$A_s \geq \frac{50 * h_o}{f_{yd}} \geq \frac{200}{f_{yd}}$$

$h_o=15 \text{ cm}$

$f_{yd}= 434.8 \text{ MPa}$

$$A_s \geq 1.725 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \geq 0.46 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$A_s= 1.725 \text{ cm}^2/\text{m}$

Considerando barras de diámetro 8 mm. $A_s=0.503 \text{ cm}^2$

$$Barras = \frac{1.725}{0.503} = 3.42 \approx 4$$

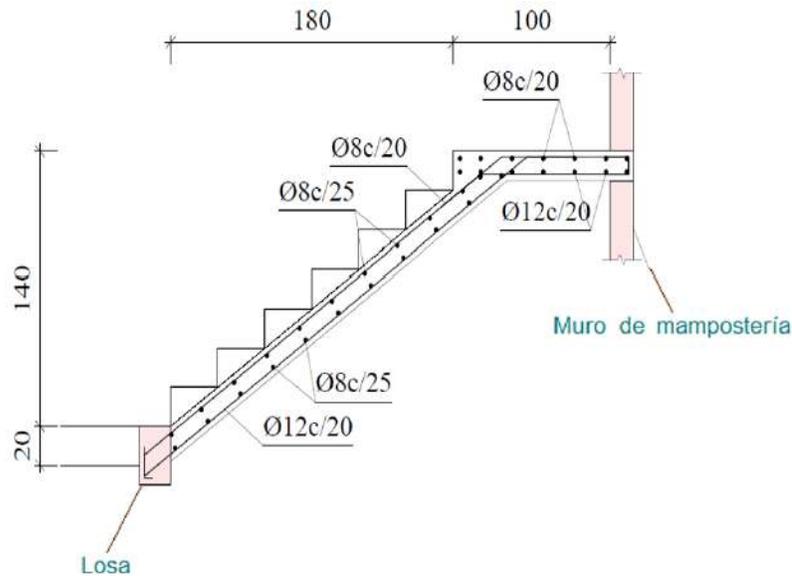
$A. \text{real}= 4*0.503=2.012 \text{ cm}^2/\text{m} > A_s \text{ (Cumple)}$

$$Barras \text{ por metro} = \frac{100}{4} = 25 \text{ cm}$$

Por lo tanto, se dispone **ϕ 8 mm c/25 cm**

Los resultados obtenidos manualmente son iguales a los que dispone el paquete estructural CYPECAD. La disposición de armaduras en el tramo analizado de la escalera se muestra en la siguiente figura.

Figura A.3.3.5: Disposición de armaduras en el tramo analizado.



Fuente: Adaptado del paquete estructural CYPECAD.

1.1.- Escalera 1

1.1.1.- Geometría

- Ancho: 1.000 m
- Huella: 0.300 m
- Contrahuella: 0.200 m
- Peldañeado: Hormigonado con la losa

1.1.2.- Cargas

- Peso propio: 3.68 kN/m²
- Peldañeado: 2.04 kN/m²
- Barandillas: 1.00 kN/m
- Solado: 1.00 kN/m²
- Sobrecarga de uso: 3.00 kN/m²

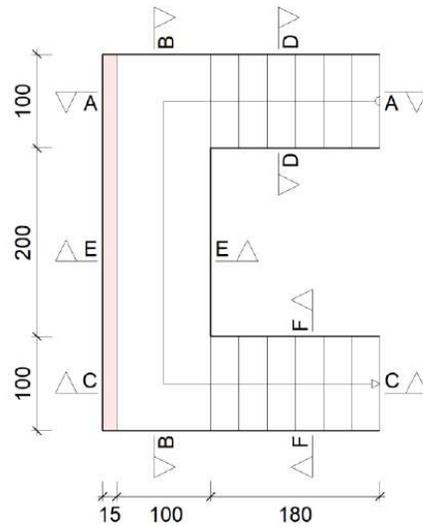
1.1.3.- Tramos

1.1.3.1.- Tramo 1

1.1.3.1.1.- Geometría

- Planta final: PISO 3 + 11.45
- Planta inicial: PISO 2 + 8.65
- Espesor: 0.15 m
- Huella: 0.300 m
- Contrahuella: 0.200 m
- Nº de escalones: 14
- Desnivel que salva: 2.80 m

- Apoyo de los descansos: Muro de mampostería (Ancho: 0.15 m)



1.1.3.1.2.- Resultados

Armadura			
Sección	Tipo	Superior	Inferior
A-A	Longitudinal	Ø8c/20	Ø12c/20
B-B	Longitudinal	Ø8c/20	Ø12c/20
C-C	Longitudinal	Ø8c/20	Ø12c/20
D-D	Transversal	Ø8c/25	Ø8c/25
E-E	Transversal	Ø8c/20	Ø12c/20
F-F	Transversal	Ø8c/25	Ø8c/25

Reacciones (kN/m)			
Posición	Peso propio	Cargas permanentes	Sobrecarga de uso
Arranque	5.7	5.7	4.1
Descanso	9.7	3.9	3.6
Final del tramo	5.9	6.0	4.2

1.1.3.1.3.- Cómputo

Cómputo						
Sección	Cara	Diámetro	Número	Longitud (m)	Total (m)	Peso (kg)
A-A	Superior	Ø8	6	4.06	24.36	9.6
A-A	Inferior	Ø12	6	3.38	20.28	18.0
A-A	Inferior	Ø12	6	1.49	8.94	7.9
B-B	Superior	Ø8	7	4.08	28.56	11.3
B-B	Inferior	Ø12	7	4.08	28.56	25.4
C-C	Superior	Ø8	6	1.83	10.98	4.3
C-C	Superior	Ø8	6	3.29	19.74	7.8
C-C	Inferior	Ø12	6	4.37	26.22	23.3
D-D	Superior	Ø8	11	1.09	11.99	4.7

Cómputo						
Sección	Cara	Diámetro	Número	Longitud (m)	Total (m)	Peso (kg)
D-D	Inferior	Ø8	11	1.09	11.99	4.7
E-E	Superior	Ø8	10	1.27	12.70	5.0
E-E	Inferior	Ø12	10	1.27	12.70	11.3
F-F	Superior	Ø8	9	1.09	9.81	3.9
F-F	Inferior	Ø8	9	1.09	9.81	3.9
					Total + 10 %	155.2

- Volumen de hormigón: 1.70 m³
- Superficie: 8.3 m²
- Cuantía volumétrica: 91.3 kg/m³
- Cuantía superficial: 18.6 kg/m²

1.2.- Escalera 2

1.2.1.- Geometría

- Ancho: 1.000 m
- Huella: 0.300 m
- Contrahuella: 0.200 m
- Peldañeado: Hormigonado con la losa

1.2.2.- Cargas

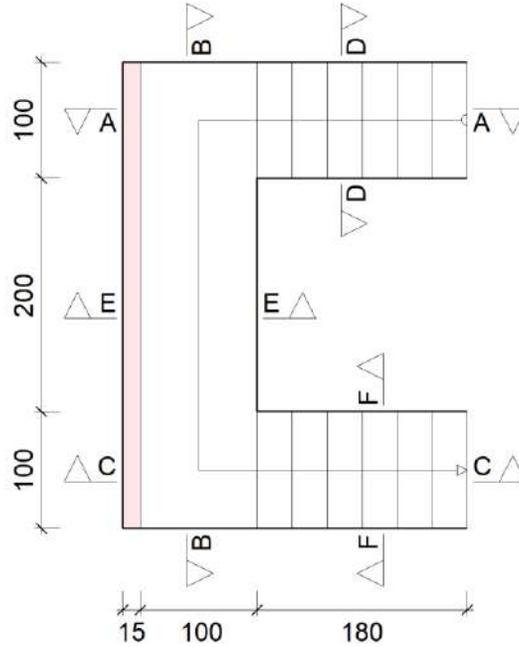
- Peso propio: 3.68 kN/m²
- Peldañeado: 2.04 kN/m²
- Barandillas: 1.00 kN/m
- Solado: 1.00 kN/m²
- Sobrecarga de uso: 3.00 kN/m²

1.2.3.- Tramos

1.2.3.1.- Tramo 1

1.2.3.1.1.- Geometría

- Planta final: CUBIERTA +14.25
- Planta inicial: PISO 3 + 11.45
- Espesor: 0.15 m
- Huella: 0.300 m
- Contrahuella: 0.200 m
- N° de escalones: 14
- Desnivel que salva: 2.80 m
- Apoyo de los descansos: Muro de mampostería (Ancho: 0.15 m)



1.2.3.1.2.- Resultados

Armadura			
Sección	Tipo	Superior	Inferior
A-A	Longitudinal	Ø8c/20	Ø12c/20
B-B	Longitudinal	Ø8c/20	Ø12c/20
C-C	Longitudinal	Ø8c/20	Ø12c/20
D-D	Transversal	Ø8c/25	Ø8c/25
E-E	Transversal	Ø8c/20	Ø12c/20
F-F	Transversal	Ø8c/25	Ø8c/25

Reacciones (kN/m)			
Posición	Peso propio	Cargas permanentes	Sobrecarga de uso
Arranque	5.7	5.7	4.1
Descanso	9.7	3.9	3.6
Final del tramo	5.9	6.0	4.2

1.2.3.1.3.- Cómputo

Cómputo						
Sección	Cara	Diámetro	Número	Longitud (m)	Total (m)	Peso (kg)
A-A	Superior	Ø8	6	4.06	24.36	9.6
A-A	Inferior	Ø12	6	3.38	20.28	18.0
A-A	Inferior	Ø12	6	1.49	8.94	7.9
B-B	Superior	Ø8	7	4.08	28.56	11.3
B-B	Inferior	Ø12	7	4.08	28.56	25.4
C-C	Superior	Ø8	6	1.83	10.98	4.3
C-C	Superior	Ø8	6	3.29	19.74	7.8

Cómputo						
Sección	Cara	Diámetro	Número	Longitud (m)	Total (m)	Peso (kg)
C-C	Inferior	Ø12	6	4.37	26.22	23.3
D-D	Superior	Ø8	11	1.09	11.99	4.7
D-D	Inferior	Ø8	11	1.09	11.99	4.7
E-E	Superior	Ø8	10	1.27	12.70	5.0
E-E	Inferior	Ø12	10	1.27	12.70	11.3
F-F	Superior	Ø8	9	1.09	9.81	3.9
F-F	Inferior	Ø8	9	1.09	9.81	3.9
					Total + 10 %	155.2

- Volumen de hormigón: 1.70 m³
- Superficie: 8.3 m²
- Cuantía volumétrica: 91.3 kg/m³
- Cuantía superficial: 18.6 kg/m²

1.3.- Escalera 3

1.3.1.- Geometría

- Ancho: 1.000 m
- Huella: 0.300 m
- Contrahuella: 0.200 m
- Peldañeado: Hormigonado con la losa

1.3.2.- Cargas

- Peso propio: 3.68 kN/m²
- Peldañeado: 2.04 kN/m²
- Barandillas: 1.00 kN/m
- Solado: 1.00 kN/m²
- Sobrecarga de uso: 3.00 kN/m²

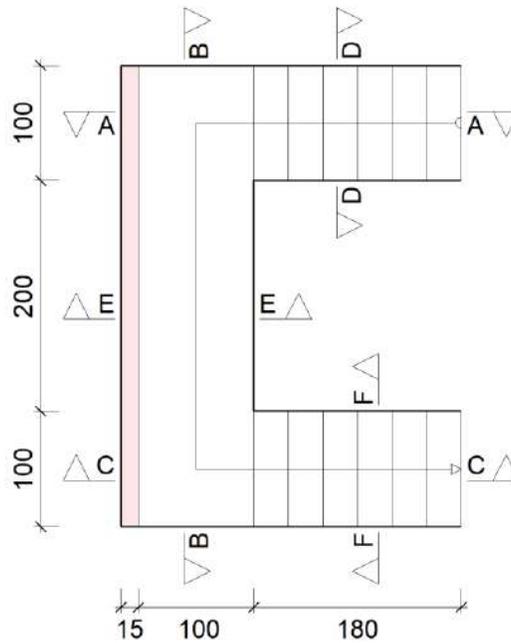
1.3.3.- Tramos

1.3.3.1.- Tramo 1

1.3.3.1.1.- Geometría

- Planta final: PISO 2 + 8.65
- Planta inicial: PISO 1 +5.80
- Espesor: 0.15 m
- Huella: 0.300 m
- Contrahuella: 0.200 m
- N° de escalones: 14

- Desnivel que salva: 2.80 m
- Apoyo de los descansos: Muro de mampostería (Ancho: 0.15 m)



1.3.3.1.2.- Resultados

Armadura			
Sección	Tipo	Superior	Inferior
A-A	Longitudinal	Ø8c/20	Ø12c/20
B-B	Longitudinal	Ø8c/20	Ø12c/20
C-C	Longitudinal	Ø8c/20	Ø12c/20
D-D	Transversal	Ø8c/25	Ø8c/25
E-E	Transversal	Ø8c/20	Ø12c/20
F-F	Transversal	Ø8c/25	Ø8c/25

Reacciones (kN/m)			
Posición	Peso propio	Cargas permanentes	Sobrecarga de uso
Arranque	5.7	5.7	4.1
Descanso	9.7	3.9	3.6
Final del tramo	5.9	6.0	4.2

1.3.3.1.3.- Cómputo

Cómputo						
Sección	Cara	Diámetro	Número	Longitud (m)	Total (m)	Peso (kg)
A-A	Superior	Ø8	6	4.06	24.36	9.6
A-A	Inferior	Ø12	6	3.38	20.28	18.0
A-A	Inferior	Ø12	6	1.49	8.94	7.9
B-B	Superior	Ø8	7	4.08	28.56	11.3
B-B	Inferior	Ø12	7	4.08	28.56	25.4

Cómputo						
Sección	Cara	Diámetro	Número	Longitud (m)	Total (m)	Peso (kg)
C-C	Superior	Ø8	6	1.83	10.98	4.3
C-C	Superior	Ø8	6	3.29	19.74	7.8
C-C	Inferior	Ø12	6	4.37	26.22	23.3
D-D	Superior	Ø8	11	1.09	11.99	4.7
D-D	Inferior	Ø8	11	1.09	11.99	4.7
E-E	Superior	Ø8	10	1.27	12.70	5.0
E-E	Inferior	Ø12	10	1.27	12.70	11.3
F-F	Superior	Ø8	9	1.09	9.81	3.9
F-F	Inferior	Ø8	9	1.09	9.81	3.9
					Total + 10 %	155.2

- Volumen de hormigón: 1.70 m³
- Superficie: 8.3 m²
- Cuantía volumétrica: 91.3 kg/m³
- Cuantía superficial: 18.6 kg/m²

1.4.- Escalera 4

1.4.1.- Geometría

- Ancho: 1.000 m
- Huella: 0.300 m
- Contrahuella: 0.257 m
- Peldañado: Hormigonado con la losa

1.4.2.- Cargas

- Peso propio: 3.68 kN/m²
- Peldañado: 2.39 kN/m²
- Barandillas: 1.00 kN/m
- Solado: 1.00 kN/m²
- Sobrecarga de uso: 3.00 kN/m²

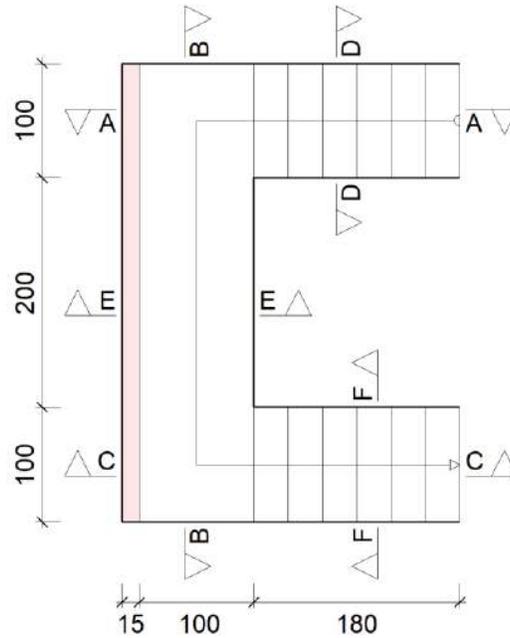
1.4.3.- Tramos

1.4.3.1.- Tramo 1

1.4.3.1.1.- Geometría

- Planta final: PISO 1 +5.80
- Planta inicial: PB +2.20
- Espesor: 0.15 m
- Huella: 0.300 m

- Contrahuella: 0.257 m
- N° de escalones: 14
- Desnivel que salva: 3.60 m
- Apoyo de los descansos: Muro de mampostería (Ancho: 0.15 m)



1.4.3.1.2.- Resultados

Armadura			
Sección	Tipo	Superior	Inferior
A-A	Longitudinal	Ø8c/20	Ø10c/12.5
B-B	Longitudinal	Ø8c/20	Ø10c/12.5
C-C	Longitudinal	Ø8c/20	Ø10c/12.5
D-D	Transversal	Ø8c/25	Ø8c/25
E-E	Transversal	Ø8c/20	Ø10c/12.5
F-F	Transversal	Ø8c/25	Ø8c/25

Reacciones (kN/m)			
Posición	Peso propio	Cargas permanentes	Sobrecarga de uso
Arranque	6.2	7.0	4.2
Descanso	11.3	4.6	3.6
Final del tramo	6.3	7.3	4.3

1.4.3.1.3.- Cómputo

Cómputo						
Sección	Cara	Diámetro	Número	Longitud (m)	Total (m)	Peso (kg)
A-A	Superior	Ø8	6	4.29	25.74	10.2
A-A	Inferior	Ø10	9	3.64	32.76	20.2

Cómputo						
Sección	Cara	Diámetro	Número	Longitud (m)	Total (m)	Peso (kg)
A-A	Inferior	Ø10	9	1.46	13.14	8.1
B-B	Superior	Ø8	7	4.09	28.63	11.3
B-B	Inferior	Ø10	10	4.09	40.90	25.2
C-C	Superior	Ø8	6	1.81	10.86	4.3
C-C	Superior	Ø8	6	3.51	21.06	8.3
C-C	Inferior	Ø10	9	4.60	41.40	25.5
D-D	Superior	Ø8	12	1.09	13.08	5.2
D-D	Inferior	Ø8	12	1.09	13.08	5.2
E-E	Superior	Ø8	10	1.27	12.70	5.0
E-E	Inferior	Ø10	16	1.27	20.32	12.5
F-F	Superior	Ø8	10	1.09	10.90	4.3
F-F	Inferior	Ø8	10	1.09	10.90	4.3
					Total + 10 %	164.5

- Volumen de hormigón: 1.86 m³
- Superficie: 8.7 m²
- Cuantía volumétrica: 88.3 kg/m³
- Cuantía superficial: 18.8 kg/m²

1.5.- Escalera 5

1.5.1.- Geometría

- Ancho: 1.000 m
- Huella: 0.300 m
- Contrahuella: 0.228 m
- Peldañeado: Hormigonado con la losa

1.5.2.- Cargas

- Peso propio: 3.68 kN/m²
- Peldañeado: 2.23 kN/m²
- Barandillas: 1.00 kN/m
- Solado: 1.00 kN/m²
- Sobrecarga de uso: 3.00 kN/m²

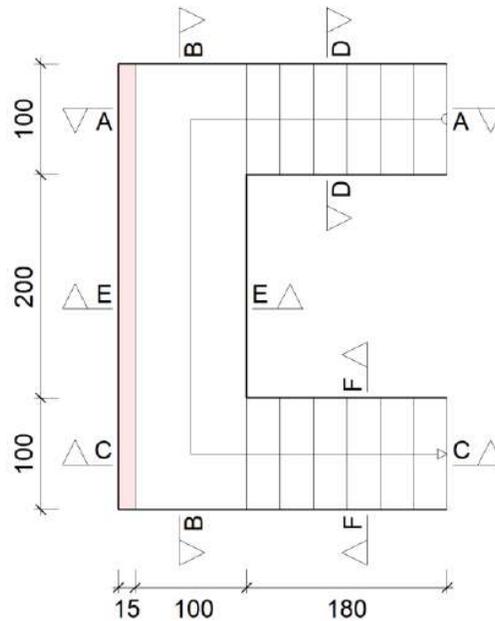
1.5.3.- Tramos

1.5.3.1.- Tramo 1

1.5.3.1.1.- Geometría

- Planta final: PB +2.20
- Planta inicial: Sub suelo -1

- Espesor: 0.15 m
- Huella: 0.300 m
- Contrahuella: 0.228 m
- N° de escalones: 14
- Desnivel que salva: 3.19 m
- Apoyo de los descansos: Muro de mampostería (Ancho: 0.15 m)



1.5.3.1.2.- Resultados

Armadura			
Sección	Tipo	Superior	Inferior
A-A	Longitudinal	Ø8c/20	Ø10c/12.5
B-B	Longitudinal	Ø8c/20	Ø10c/12.5
C-C	Longitudinal	Ø8c/20	Ø10c/12.5
D-D	Transversal	Ø8c/25	Ø8c/25
E-E	Transversal	Ø8c/20	Ø10c/12.5
F-F	Transversal	Ø8c/25	Ø8c/25

Reacciones (kN/m)			
Posición	Peso propio	Cargas permanentes	Sobrecarga de uso
Arranque	5.9	6.3	4.1
Descanso	10.5	4.3	3.6
Final del tramo	6.1	6.6	4.2

1.5.3.1.3.- Cómputo

Cómputo						
Sección	Cara	Diámetro	Número	Longitud (m)	Total (m)	Peso (kg)
A-A	Superior	Ø8	6	4.46	26.76	10.6

Cómputo						
Sección	Cara	Diámetro	Número	Longitud (m)	Total (m)	Peso (kg)
A-A	Inferior	Ø10	9	3.75	33.75	20.8
A-A	Inferior	Ø10	9	1.47	13.23	8.2
B-B	Superior	Ø8	7	4.09	28.63	11.3
B-B	Inferior	Ø10	10	4.09	40.90	25.2
C-C	Superior	Ø8	6	1.82	10.92	4.3
C-C	Superior	Ø8	6	3.39	20.34	8.0
C-C	Inferior	Ø10	9	4.48	40.32	24.9
D-D	Superior	Ø8	11	1.09	11.99	4.7
D-D	Inferior	Ø8	11	1.09	11.99	4.7
E-E	Superior	Ø8	10	1.27	12.70	5.0
E-E	Inferior	Ø10	16	1.27	20.32	12.5
F-F	Superior	Ø8	10	1.09	10.90	4.3
F-F	Inferior	Ø8	9	1.09	9.81	3.9
					Total + 10 %	163.3

- Volumen de hormigón: 1.78 m³
- Superficie: 8.5 m²
- Cuantía volumétrica: 91.8 kg/m³
- Cuantía superficial: 19.2 kg/m²

1.6.- Escalera 6

1.6.1.- Geometría

- Ancho: 0.900 m
- Huella: 0.300 m
- Contrahuella: 0.179 m
- Peldañeado: Hormigonado con la losa

1.6.2.- Cargas

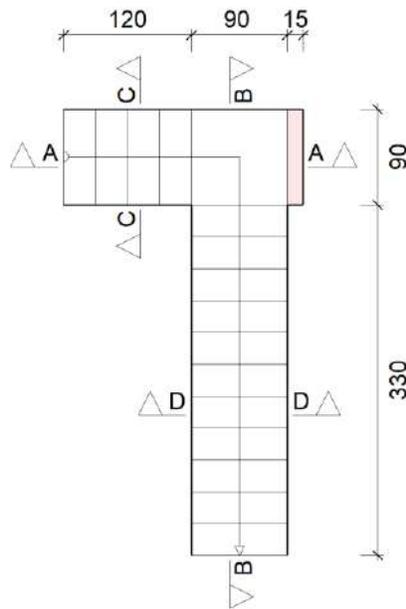
- Peso propio: 3.68 kN/m²
- Peldañeado: 1.89 kN/m²
- Barandillas: 1.00 kN/m
- Solado: 1.00 kN/m²
- Sobrecarga de uso: 3.00 kN/m²

1.6.3.- Tramos

1.6.3.1.- Tramo 1

1.6.3.1.1.- Geometría

- Planta final: PB +3.05
- Planta inicial: Mezanine +0
- Espesor: 0.15 m
- Huella: 0.300 m
- Contrahuella: 0.179 m
- N° de escalones: 17
- Desnivel que salva: 3.05 m
- Apoyo de los descansos: Muro de mampostería (Ancho: 0.15 m)



1.6.3.1.2.- Resultados

Armadura			
Sección	Tipo	Superior	Inferior
A-A	Longitudinal	Ø8c/10	Ø8c/12.5
B-B	Longitudinal	Ø8c/10	Ø8c/12.5
C-C	Transversal	Ø8c/25	Ø8c/25
D-D	Transversal	Ø8c/25	Ø8c/25

Reacciones (kN/m)			
Posición	Peso propio	Cargas permanentes	Sobrecarga de uso
Arranque	4.8	5.3	3.4
Descanso	14.8	13.8	9.3
Final del tramo	5.0	5.5	3.6

1.6.3.1.3.- Cómputo

Cómputo						
Sección	Cara	Diámetro	Número	Longitud (m)	Total (m)	Peso (kg)
A-A	Superior	Ø8	10	3.19	31.90	12.6
A-A	Inferior	Ø8	8	2.62	20.96	8.3
A-A	Inferior	Ø8	8	1.41	11.28	4.5
A-A	Superior	Ø8	1	0.83	0.83	0.3
A-A	Inferior	Ø8	1	0.83	0.83	0.3
B-B	Superior	Ø8	10	1.42	14.20	5.6
B-B	Superior	Ø8	10	4.96	49.60	19.6
B-B	Inferior	Ø8	8	5.64	45.12	17.8
C-C	Superior	Ø8	7	0.99	6.93	2.7
C-C	Inferior	Ø8	8	0.99	7.92	3.1
D-D	Superior	Ø8	16	0.99	15.84	6.3
D-D	Inferior	Ø8	16	0.99	15.84	6.3
					Total + 10 %	96.0

- Volumen de hormigón: 1.21 m³
- Superficie: 5.5 m²
- Cuantía volumétrica: 79.2 kg/m³
- Cuantía superficial: 17.4 kg/m²

A.3.4 DISEÑO DE MUROS

Se deben encontrar las solicitaciones producto de las cargas mayoradas, para poder calcular el acero en el muro.

El muro de sótano se lo idealiza como un muro empotrado - apoyado, donde se considera la siguiente combinación de carga:

$$Q = 1.6(CV + CH)$$

Siendo:

CV: Carga viva

CH: Carga horizontal

Del punto 3.5.1.3 “Empujes en Muros”, se puede observar las cargas actuantes sobre el muro.

Del cálculo estructural en CYPECAD obtenemos una combinación de esfuerzos pésimos, los cuales son los siguientes:

$$M_u = -75.44 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

$$M_u = 36.98 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

$$V_u = 41.17 \text{ kN/m}$$

Diseño a flexión

Momento positivo

$$h = 25 \text{ cm}$$

$$M = 36.98 \text{ kN.m}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d_1 = 3 \text{ cm}$$

$$d = 21 \text{ cm}$$

$$f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

El momento reducido de cálculo

$$\mu d = \frac{36.98 * 100}{100 * 21^2 * 1.67} = 0.050 < \mu_{lim}$$

Con el momento reducido se obtiene la cuantía mecánica (w)

$$w = 0.052$$

La armadura de cálculo a tracción necesaria

$$A_s = 0.052 * 100 * 21 * \frac{1.67}{43.48} = 4.19 \text{ cm}^2$$

La armadura mínima

$$A_{smin} = 0.0015 * 100 * 25 = 3.75 \text{ cm}^2$$

La armadura de cálculo necesaria es:

$$A_{.nec} \geq \left[\begin{matrix} A_s \\ A_{smin} \end{matrix} \right] = 4.19 \text{ cm}^2$$

Consideramos:

$$s = 15 \text{ cm}$$

$$\emptyset = 10 \text{ mm}$$

$$A'_s = \frac{\pi}{4} \cdot 1.0^2 \cdot \frac{100}{15} = 5.24 \text{ cm}^2/\text{m} > 4.19 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\emptyset = 10\text{mm } c/15\text{cm}$$

Momento negativo

$$h = 25 \text{ cm}$$

$$M = -75.44 \text{ kN.m}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d_1 = 4 \text{ cm}$$

$$d = 21 \text{ cm}$$

$$f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

El momento reducido de cálculo

$$\mu d = \frac{75.44 * 100}{100 * 21^2 * 1.67} = 0.10 < \mu_{lim}$$

Con el momento reducido se obtiene la cuantía mecánica (w)

$$w = 0.1064$$

La armadura de cálculo a tracción necesaria

$$A_s = 0.1064 * 100 * 21 * \frac{1.67}{43.48} = 8.58 \text{ cm}^2$$

La armadura mínima

$$A_{smin} = 0.0015 * 100 * 25 = 3.75 \text{ cm}^2$$

La armadura de cálculo necesaria es:

$$A_{.nec} \geq \left[\begin{matrix} A_s \\ A_{smin} \end{matrix} \right] = 8.58 \text{ cm}^2$$

Consideramos:

$$s = 12.5\text{cm}$$

$$\emptyset = 12 \text{ mm}$$

$$A'_s = \frac{\pi}{4} \cdot 1.2^2 \cdot \frac{100}{12.5} = 9.05 \text{ cm}^2/\text{m} > 8.58 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\emptyset = 12\text{mm } c/12.5\text{cm}$$

Verificación a corte

La resistencia de cálculo del acero transversal debe cumplir la siguiente desigualdad.

$$f_{yd} \leq \left[\begin{array}{l} \frac{50}{1.15} = 43.48 \frac{kN}{cm^2} \\ 42 \frac{kN}{cm^2} \end{array} \right] = 42 \text{ kN/cm}^2$$

El agotamiento por compresión oblicua en el alma (V_{ou}), debe cumplir la siguiente desigualdad.

$$V_{ou} = 0.3 * 1.67 * 100 * 21 = 1052.1 \text{ kN} > 41.17 \text{ kN (Cumple)}$$

La resistencia virtual de cálculo del hormigón es:

$$f_{vd} = 0.05 * \sqrt[3]{1.67} = 0.0646 \text{ kN/cm}^2$$

La contribución del hormigón a la resistencia a esfuerzo cortante es:

$$V_{cu} = 0.0645 * 100 * 21 = 135.45 \text{ kN}$$

$V_{cu} > V_d$, Cumple, el hormigón resiste el corte

No es necesaria armadura transversal

1.1.- Muros

Referencias:

Aprovechamiento: Nivel de tensiones (relación entre la tensión máxima y la admisible). Equivale al inverso del coeficiente de seguridad.

N_x : Axil vertical.

N_y : Axil horizontal.

N_{xy} : Axil tangencial.

M_x : Momento vertical (alrededor del eje horizontal).

M_y : Momento horizontal (alrededor del eje vertical).

M_{xy} : Momento torsor.

Q_x : Corte transversal vertical.

Q_y : Corte transversal horizontal.

Muro M1: Longitud: 1025 cm [Nudo inicial: 0.12;39.87 -> Nudo final: 10.38;39.88]

Planta	Comprobación	Pésimos							
		N_x (kN/m)	N_y (kN/m)	N_{xy} (kN/m)	M_x (kN·m/m)	M_y (kN·m/m)	M_{xy} (kN·m/m)	Q_x (kN/m)	Q_y (kN/m)
PB +2.20 (e=25.0 cm)	Arm. vert. der.	-22.02	-12.03	58.26	32.58	8.50	0.40	---	---

Planta	Comprobación	Pésimos							
		Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
	Arm. horz. der.	25.89	-18.65	-70.98	16.53	11.06	-4.55	---	---
	Arm. vert. izq.	72.48	-5.42	-71.94	-13.23	-20.44	5.03	---	---
	Arm. horz. izq.	69.15	5.88	-70.37	-13.14	-20.30	4.98	---	---
	Hormigón	88.28	-4.65	-81.50	0.00	-19.41	4.55	---	---
	Arm. transve.	-35.95	-20.05	-1.04	---	---	---	-32.75	0.77
Mezanine +0 (e=25.0 cm)	Arm. vert. der.	-19.49	-19.69	57.30	35.39	7.68	-0.06	---	---
	Arm. horz. der.	-59.63	-55.06	80.69	26.32	17.33	2.60	---	---
	Arm. vert. izq.	59.65	-47.07	9.29	-9.50	-27.24	-1.59	---	---
	Arm. horz. izq.	-19.75	-53.11	3.95	-10.76	-30.84	-1.89	---	---
	Hormigón	-91.55	-53.78	85.07	-1.83	16.85	2.24	---	---
	Arm. transve.	121.13	-49.59	-9.39	---	---	---	-14.46	-23.91
Sub suelo -1 (e=25.0 cm)	Arm. vert. der.	-10.70	-13.53	57.07	29.20	10.62	-0.73	---	---
	Arm. horz. der.	-44.63	-12.21	55.34	29.38	10.49	0.75	---	---
	Arm. vert. izq.	-44.52	-5.59	-1.07	-81.24	-16.88	-0.01	---	---
	Arm. horz. izq.	-11.05	1.16	47.91	-72.29	-15.08	-0.30	---	---
	Hormigón	-75.37	-9.47	-0.81	-80.39	-16.72	-0.01	---	---
	Arm. transve.	209.11	-7.03	53.79	---	---	---	-20.48	-2.39

Muro M2: Longitud: 1137.5 cm [Nudo inicial: 0.13;28.50 -> Nudo final: 0.13;39.88]

Planta	Comprobación	Pésimos							
		Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
PB +2.20 (e=25.0 cm)	Arm. vert. der.	-34.21	-33.46	198.24	23.26	9.31	0.78	---	---
	Arm. horz. der.	45.49	-13.59	165.65	14.94	10.71	4.08	---	---
	Arm. vert. izq.	155.36	40.00	144.58	-14.96	-9.72	-1.21	---	---
	Arm. horz. izq.	106.05	44.32	111.68	-18.06	-21.27	-3.42	---	---
	Hormigón	-403.57	-87.95	307.87	8.07	-21.09	4.42	---	---
	Arm. transve.	-60.88	-73.99	-124.64	---	---	---	-23.41	-14.23
Mezanine +0 (e=25.0 cm)	Arm. vert. der.	-44.79	-32.59	189.93	30.45	15.13	-0.92	---	---
	Arm. horz. der.	-44.79	-32.59	189.93	30.45	15.13	-0.92	---	---
	Arm. vert. izq.	115.02	-18.98	100.53	0.00	6.85	0.02	---	---
	Arm. horz. izq.	-30.76	-56.82	10.40	-9.14	-27.14	0.64	---	---
	Hormigón	-493.15	10.29	27.08	24.28	5.28	-0.18	---	---
	Arm. transve.	-76.77	-32.49	22.22	---	---	---	14.32	-4.03
Sub suelo -1 (e=25.0 cm)	Arm. vert. der.	-18.27	-20.93	111.60	27.67	10.78	-1.12	---	---
	Arm. horz. der.	-80.46	-14.59	107.89	27.52	10.17	0.03	---	---
	Arm. vert. izq.	-51.64	-5.55	-67.50	-83.36	-21.30	0.46	---	---
	Arm. horz. izq.	-51.64	-5.55	-67.50	-83.36	-21.30	0.46	---	---
	Hormigón	-434.61	-57.12	66.57	-82.05	-20.95	0.56	---	---
	Arm. transve.	0.80	9.23	-126.68	---	---	---	39.35	12.90

Muro M3: Longitud: 1137.5 cm [Nudo inicial: 10.38;28.50 -> Nudo final: 10.38;39.88]

Planta	Comprobación	Pésimos							
		Nx (kN/m)	Ny (kN/m)	Nxy (kN/m)	Mx (kN·m/m)	My (kN·m/m)	Mxy (kN·m/m)	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
PB +2.20 (e=25.0 cm)	Arm. vert. der.	163.15	44.18	147.49	13.70	8.63	0.86	---	---
	Arm. horz. der.	96.61	51.29	99.85	15.51	19.81	2.73	---	---
	Arm. vert. izq.	47.61	-14.10	163.96	-14.96	-10.79	-4.03	---	---
	Arm. horz. izq.	37.07	-17.82	171.92	-14.31	-10.58	-4.01	---	---
	Hormigón	-472.35	-87.85	358.85	-9.45	21.07	-4.36	---	---
	Arm. transve.	-48.92	-72.78	-133.95	---	---	---	23.87	13.95
Mezanine +0 (e=25.0 cm)	Arm. vert. der.	118.50	-21.76	100.37	0.00	-7.16	0.34	---	---
	Arm. horz. der.	-22.66	-52.54	8.65	8.55	25.64	-1.11	---	---
	Arm. vert. izq.	-50.67	-31.64	184.26	-30.44	-15.11	0.85	---	---
	Arm. horz. izq.	-50.67	-31.64	184.26	-30.44	-15.11	0.85	---	---
	Hormigón	-327.78	-33.56	-12.54	-37.11	-2.90	-0.95	---	---
	Arm. transve.	-198.42	-18.22	-16.46	---	---	---	-12.28	10.55
Sub suelo -1 (e=25.0 cm)	Arm. vert. der.	-21.10	1.84	98.13	75.60	16.57	0.23	---	---
	Arm. horz. der.	213.93	-5.34	165.39	0.00	1.15	12.87	---	---
	Arm. vert. izq.	-22.11	-21.01	109.31	-27.71	-10.76	1.09	---	---
	Arm. horz. izq.	-89.15	-13.07	105.71	-27.65	-10.23	-0.08	---	---
	Hormigón	-440.68	-57.88	79.73	73.91	17.58	-0.41	---	---
	Arm. transve.	-35.97	-30.08	59.39	---	---	---	-41.44	13.91

2.- LISTADO DE ARMADO DE MUROS DE SÓTANO

Muro M1: Longitud: 1025 cm [Nudo inicial: 0.12;39.87 -> Nudo final: 10.38;39.88]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
PB +2.20	25.0	Ø10c/30 cm	Ø12c/30 cm	Ø8c/20 cm	Ø8c/20 cm	1	Ø8	20	30	92.1	---
Mezanine +0	25.0	Ø10c/30 cm	Ø10c/15 cm	Ø8c/20 cm	Ø8c/20 cm	---	---	---	---	94.4	---
Sub suelo -1	25.0	Ø12c/10 cm	Ø12c/20 cm	Ø8c/20 cm	Ø8c/20 cm	1	Ø8	20	20	100.0	---

Muro M2: Longitud: 1137.5 cm [Nudo inicial: 0.13;28.50 -> Nudo final: 0.13;39.88]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
PB +2.20	25.0	Ø10c/30 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/30 cm	Ø12c/30 cm	---	---	---	---	94.6	---
Mezanine +0	25.0	Ø10c/30 cm	Ø10c/15 cm	Ø10c/30 cm	Ø12c/30 cm	---	---	---	---	96.5	---
Sub suelo -1	25.0	Ø12c/10 cm	Ø12c/20 cm	Ø12c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	91.1	---

Muro M3: Longitud: 1137.5 cm [Nudo inicial: 10.38;28.50 -> Nudo final: 10.38;39.88]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)	Sep.hor (cm)		
PB +2.20	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/30 cm	Ø12c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	92.3	---
Mezanine +0	25.0	Ø10c/15 cm	Ø10c/30 cm	Ø12c/30 cm	Ø10c/30 cm	---	---	---	---	96.5	---
Sub suelo -1	25.0	Ø12c/20 cm	Ø12c/10 cm	Ø10c/30 cm	Ø12c/30 cm	---	---	---	---	93.0	---

F.C. = El factor de cumplimiento indica el porcentaje de área en el cual el armado y espesor de hormigón son suficientes.

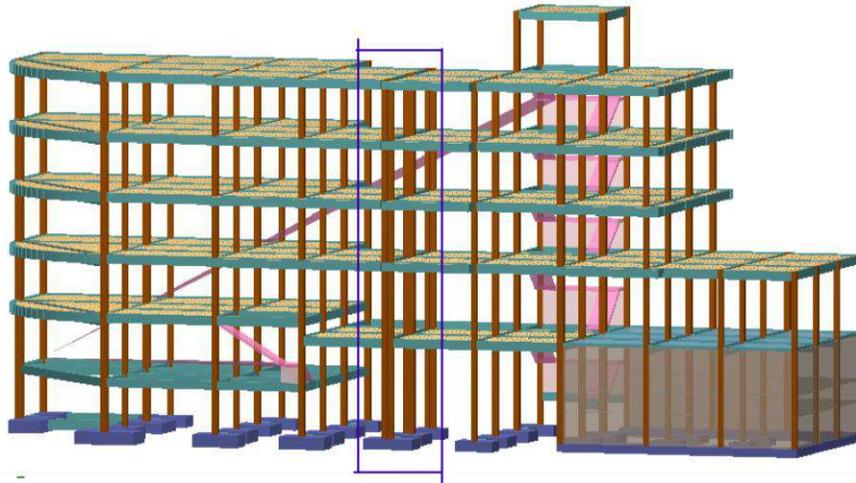
A.3.5 DISEÑO DE JUNTAS DE DILATACION

Distancia máxima entre juntas de dilatación

En caso del diseño estructural del Hotel AYRE- Ciudad de Tarija se tiene una longitud de aproximadamente 40 m de largo por 10 m de ancho con una variación térmica de más de 10°C por lo tanto se deberá disponer de una junta de dilatación.

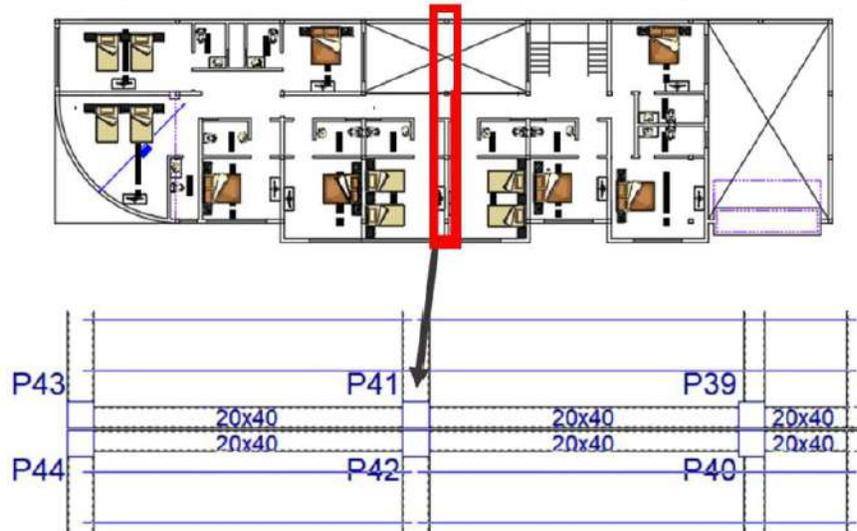
Se analiza los planos arquitectónicos, tomando en cuenta el largo de la estructura se decide adoptar una sola junta de dilatación del tipo doble pilar, se determina el lugar ideal para dividir a la estructura como se muestra en la siguiente figura L1=19,95 m L2= 20,05 m.

Figura A.3.5.1: Disposición de juntas de dilatación.



Fuente: Adaptado del paquete estructural CYPECAD.

Figura A.3.5.2: Ubicación de la junta doble pilar.



Fuente: Adaptado del paquete estructural CYPECAD y planos arquitectónicos.

b) Ancho de la junta de dilatación

$$\Delta L = \alpha * L * \Delta T$$

Donde:

α = coeficiente de dilación térmica del hormigón

L= longitud de calculo

ΔT = variación de temperatura

Datos:

$\alpha = 1.0 \times 10^{-5}$ por cada grado centígrado

L= 19,95 y 20,05 m

Tmax= 37 °C Tmin=-7,4 °C (Asumiendo una variación térmica de 35° C.)

$\Delta T = 35$ °C

$$\Delta L = \alpha * L * \Delta T$$

$$\Delta L1 = 1.0 \times 10^{-5} * 19,95 * 35 = 0.7 \text{ cm}$$

$$\Delta L2 = 1.0 \times 10^{-5} * 20,05 * 35 = 0.7 \text{ cm}$$

Teniendo una dilatación térmica de 1 cm aproximado se tomará una junta de 3 cm constructivamente debido al espesor de la madera de encofrado de ancho 1”

A.3.6 DISEÑO DE ZAPATA AISLADA DE HORMIGÓN ARMADO

Se realiza el diseño de la zapata de mayor sollicitación que corresponde a la zapata de la columna P4 como se muestra en la figura 3.18. Los esfuerzos son tomados del resultado del análisis estructural realizado con el Cypecad para la combinación en estados límites en servicio (ELS).

Datos:

N= 977.61 kN

$M_x' = +1.12$ kN.m

$M_y' = -4.88$ kN.m

$Q_x = +0.61$ kN

$Q_y = +4.67$ kN

$Q_{adm} = 2.2 \text{ kg/cm}^2 = 0.022 \text{ kN/cm}^2$

$f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$

$f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$

Dimensiones de la columna P4; $a_1 = 40$ cm; $b_1 = 30$ cm

Pre dimensionado de zapata aislada

El área de la zapata (A_z) es:

$$A_z = a * b \geq \frac{Nd}{k * Q_{adm}} = \frac{977.61}{0.95 * 0.022} = 46775.598 \text{ cm}^2$$

$$a = b = \sqrt{A_z} = 216.28 \text{ cm}$$

Se adopta $a = b = 220$ cm

$$A_z = 220 * 220 = 48400 \text{ cm}^2 > 46775.598 \text{ cm}^2 \text{ (Cumple)}$$

El vuelo de la zapata es:

$$v = 220 - 220 * 0.5 - 30 * 0.5 = 95 \text{ cm.}$$

El canto (h) de la zapata es igual a la mitad del vuelo de la zapata.

$$h = \frac{95}{2} = 47.5 \text{ cm} \approx 50 \text{ cm}$$

Corrección de momentos

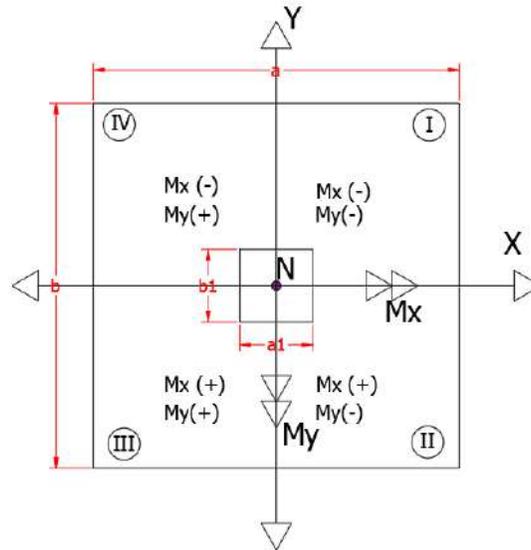
$$M_x = M_x' \pm Q_y * h = 1.12 + 4.67 * 0.5 = 3.46 \text{ kN.m}$$

$$M_y = M_y' \pm Q_x * h = -4.88 + 0.61 * 0.5 = -4.58 \text{ kN.m}$$

Cálculo de tensiones sobre el terreno

Se calcula los esfuerzos en los cuatro cuadrantes de la zapata como se muestra en la siguiente figura:

Figura A.3.6.1: Vista en planta zapata aislada.



Fuente: Elaboración propia.

La fórmula general es:

La fórmula general es:

$$Q_i = \frac{Nd}{A} \pm \frac{6 * M_x}{a^2 * b} \pm \frac{6 * M_y}{b^2 * a} \leq Q_{adm}$$

$$(I) Q_1 = \frac{977.61}{220 * 220} - \frac{6 * 3.46}{220^2 * 220} - \frac{6 * 4.58}{220^2 * 220} = 197.46 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$(II) Q_2 = \frac{977.61}{220 * 220} + \frac{6 * 3.46}{220^2 * 220} - \frac{6 * 4.58}{220^2 * 220} = 201.35 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$(III)Q_3 = \frac{977.61}{220 * 220} + \frac{6 * 3.46}{220^2 * 220} + \frac{6 * 4.58}{220^2 * 220} = 206.52 \frac{kN}{m^2}$$

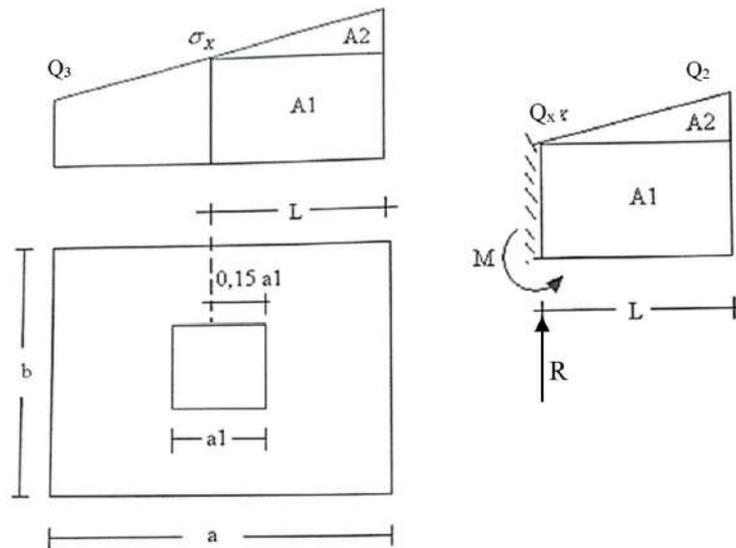
$$(IV)Q_4 = \frac{977.61}{220 * 220} - \frac{6 * 3.46}{220^2 * 220} + \frac{6 * 4.58}{220^2 * 220} = 202.61 \frac{kN}{m^2}$$

$$Q_{max} = 206.52 \frac{kN}{m^2} = 0.0206 \frac{kN}{cm^2} < Q_{adm} = 0.022 \frac{kN}{cm^2} \text{ (Cumple)}$$

Cálculo del momento de diseño

Para el cálculo del momento flector en la dirección X, se escoge el sector más comprimido y se halla el momento a una distancia igual al vuelo de la zapata más el 0.15 de a1 como se muestra en la siguiente figura.

Figura A.3.6.2: Idealización para el momento de diseño.



Fuente: Elaboración propia.

De la figura 3.37 se puede reducir la longitud de cálculo para el momento como sigue.

$$L = \frac{a - a1}{2} + 0.15 * a1 = \frac{220 - 0.4}{2} + 0.15 * 0.4 = 0.96 \text{ m}$$

$$Q_x = Q_3 - \frac{L}{a} (Q_3 - Q_2) = 206.52 - \frac{0.96}{2.2} * (206.52 - 201.35) = 204.26 \text{ kN/m}^2$$

El momento en la dirección X es:

$$M = \frac{Q_x * L * L}{2} + \frac{(Q_3 - Q_x) * L * 0.5 * 2 * L}{3} = 94.82 \text{ kN.m/m}$$

Finalmente, el momento de diseño en la dirección X es:

$$M_{xd} = 1.6 * 94.82 = 151.72 \text{ kN.m/m}$$

Se precede de la misma forma para la dirección Y; el momento de diseño en esta dirección es:

$$\begin{aligned}L &= 0.995 \text{ m} \\Q_y &= 204.18 \text{ kN/m}^2 \\M &= 101.84 \text{ kN.m/m} \\M_{yd} &= 162.94 \text{ kN.m/m}\end{aligned}$$

Diseño a flexión de la zapata

Se diseña para el momento máximo M_{yd} .

$$\begin{aligned}M_{xd} &= 162.94 \text{ kN.m/m} \\f_{cd} &= 1.67 \text{ kN/cm}^2 \\f_{yd} &= 43.48 \text{ kN/cm}^2 \\h &= 50 \text{ cm} \\d &= 44.4 \text{ cm} \\d_1 &= 5.6 \text{ cm} \\&\text{recubrimiento } 5 \text{ cm.}\end{aligned}$$

El momento reducido de cálculo con es:

$$\mu d = \frac{162.94 * 100}{100 * 44.4^2 * 1.67} = 0.049 < \mu_{lim} = 0.319 \text{ (Cumple)}$$

Con el momento reducido de obtiene la cuantía mecánica de la tabla 3.9, interpolando para $\mu d=0.049$ en la tabla la cuantía mecánica es, $w=0.051$

La armadura de cálculo a tracción necesaria es:

$$A_s = 0.051 * 100 * 44.4 * \frac{1.67}{43.48} = 8.7 \text{ cm}^2/\text{m}$$

La armadura mínima según la norma CBHA-87 es:

$$A_{smin} = 0.0015 * 100 * 50 = 7.5 \text{ cm}^2/\text{m}$$

La armadura de cálculo necesaria es:

$$A. nec \geq \left[\begin{matrix} A_s \\ A_{smin} \end{matrix} \right] = 8.7 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Para diámetro 12 mm, $A_s=1.13 \text{ cm}^2$

$$\#Barras = \frac{8.7}{1.13} = 7.7 \approx 8$$

$A_{real}=8*1.13=9.04 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{nec}$ (Cumple)

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100}{8} = 12.5 \text{ cm}$$

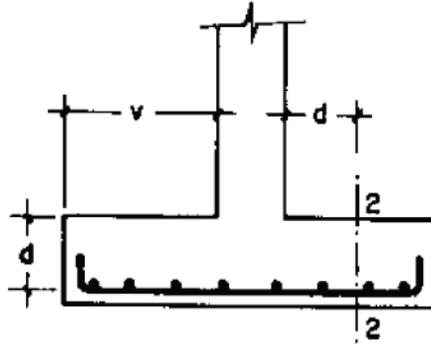
$$Barras total = \frac{220 - 2 * 5}{12.5} = 16.8 \approx 17$$

Disposición de la armadura en ambas direcciones es, **17φ12 mm c/12.5 cm.**

Verificación a cortante

Se verifica una distancia igual al canto útil (d) del paramento de la columna como se muestra en la siguiente figura.

Figura A.3.6.3: Verificación a esfuerzo cortante.



Fuente: Pedro Jiménez Montoya Hormigón Armado.

Datos para la verificación

$f_{ck}=25$ MPa

$d=44.4$ cm

$\rho=0.002$

La reacción en el apoyo de la viga idealizada en la figura 3.37 es:

$$R_y = \frac{Q_3 - Q_x}{2} * L + Q_x * L = 208.71 \text{ kN}$$

$$R_x = 204.32$$

El vuelo de la zapata en ambas direcciones es:

$$V_x = 0.90m$$

$$V_y = 0.95m$$

La cortante a una distancia igual al canto útil “d” de la columna en ambas direcciones es:

$$q_x = R_x * a * (v_x - d) = 204.32 * 2.2 * (0.9 - 0.444) = 204.97 \text{ kN}$$

$$Q_{dx} = 1.6 * 204.97 = 327.95 \text{ kN}$$

$$q_y = R_y * a * (v_y - d) = 208.71 * 2.2 * (0.95 - 0.444) = 232.34 \text{ kN}$$

$$Q_{dy} = 1.6 * 232.34 = 371.74 \text{ kN}$$

La resistencia virtual a cortante es:

$$f_{cv} = \frac{0.18}{1.5} * \left(1 + \sqrt{\frac{200}{444}} \right) * (100 * 0.002 * 25)^{\frac{1}{3}} = 0.343 \text{ MPa}$$

El valor mínimo de la resistencia virtual a cortante es:

$$f_{cv} = \frac{0.075}{1.5} * \left(1 + \sqrt{\frac{200}{444}} \right)^{1.5} * 25^{\frac{1}{2}} = 0.56 \text{ MPa}$$

Entonces la resistencia virtual a cortante $f_{cv}=0.56 \text{ MPa}=560 \text{ kN/m}^2$

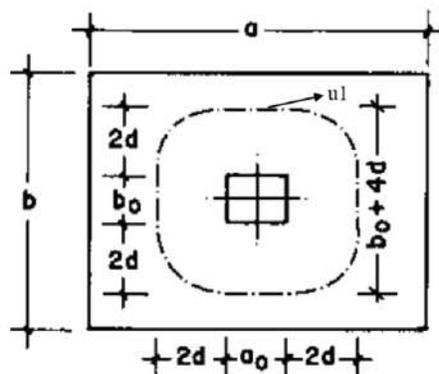
En la verificación a cortante debe cumplir la siguiente desigualdad:

$$V_{cu} = f_{cv} * b * d = 560 * 2.2 * 0.444 = 547.01 \text{ kN} \geq Q_{dy} = 34.71 \text{ kN} \text{ (Cumple)}$$

Verificación a punzonamiento

La verificación a punzonamiento se realiza de acuerdo con la siguiente figura.

Figura A.3.6.4: Sección crítica a punzonamiento.



Fuente: Pedro Jiménez Montoya Hormigón Armado.

Datos para la verificación

$$d=0.444 \text{ m}$$

$$a=b=2.20 \text{ m}$$

$$a_0=0.4 \text{ m}$$

$$b_0=0.3 \text{ m}$$

El área interna perímetro de punzonamiento es:

$$A_i = 4 * \pi * 0.444^2 + 0.3 * (0.4 + 4 * 0.444) + 0.4 * (0.3 + 4 * 0.444) = 3.96 \text{ m}^2$$

El área externa perímetro de punzonamiento es:

$$A_e = 2.2 * 2.2 - 3.96 = 0.88 \text{ m}^2$$

La presión máxima del terreno del terreno es:

$$Q_d = 1.6 * 206.52 = 330.43 \text{ kN/m}^2$$

La carga de punzonamiento es:

$$Fsd = Qd * Ae = 330.43 * 0.88 = 290.78 \text{ kN}$$

El perímetro crítico de punzonamiento es:

$$u1 = 4 * \pi * 0.444 + 2 * (0.3 + 0.4) = 6.98 \text{ m}$$

En la verificación a punzonamiento debe cumplir la siguiente desigualdad:

$$\frac{Fsd}{u1 * d} = \frac{290.78}{6.98 * 0.444} = 93.83 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} < fcv = 560 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \text{ (Cumple)}$$

Verificación a vuelco

Datos:

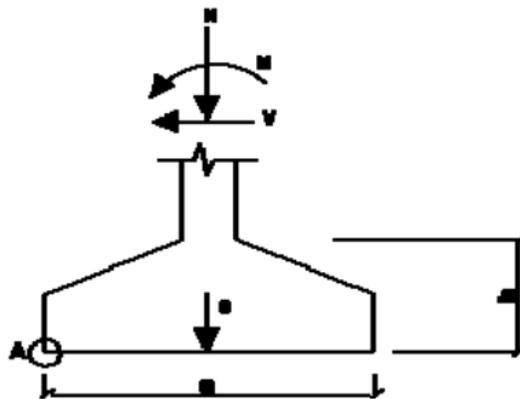
$$N = 977.61 \text{ kN}$$

$$My' = -4.88 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$Qy = +4.67 \text{ kN}$$

La comprobación consistirá en verificar que los momentos estabilizadores de las fuerzas exteriores respecto al punto "A" como se muestra en la siguiente figura

Figura A.3.6.7: Sección crítica a punzonamiento



Fuente: (NORMA BOLIVIANA CBH-87, 1987)

La que verifique a vuelco según la norma CBH-87 se debe cumplir:

$$(N + G) * \left(\frac{a}{2}\right) \geq (M + V * h) * Y1$$

Donde:

N, M, V = esfuerzo normal, momento flector y esfuerzo cortante, en la cara superior de la cimentación

G = peso propio de la cimentación

a = ancho del elemento de cimentación

h = altura total del elemento de cimentación

Y1 = coeficiente de seguridad al vuelco, para el que se recomienda adoptar el valor 1.5

$$G = \frac{25kN}{m^3} * 2.2m * 2.2m * 0.50m = 60.5 kN$$

$$a = 2.20m; h = 0.50m$$

Reemplazando en la desigualdad se tiene:

$$(977.61 + 60.5) * \left(\frac{2.20}{2}\right) \geq (4.88 + 4.67 * 0.50) * 1.5$$

$$1141.92 kN * m \geq 10.82 kN * m \text{ (Cumple a vuelco)}$$

Verificación a deslizamiento

Según la norma CBH-87, para suelos cohesivos(arcillas) la verificación a deslizamiento debe cumplir la siguiente desigualdad.

$$A * Cd \geq \gamma_2 * V$$

$Cd = 0,5 c$ = valor de cálculo de la cohesión

A = área de la base del elemento de cimentación

γ_2 = coeficiente de seguridad al deslizamiento, para el que puede tomarse el valor 1,5.

La cohesión según el informe geotécnico del suelo es $c=113.39 kN/m^3$

$$Cd = 0.5 * 113.39 = 56.7 \frac{kN}{m^3}$$

$$A = 2.20 * 2.20 = 4.84 m^2$$

Reemplazando en la desigualdad se tiene:

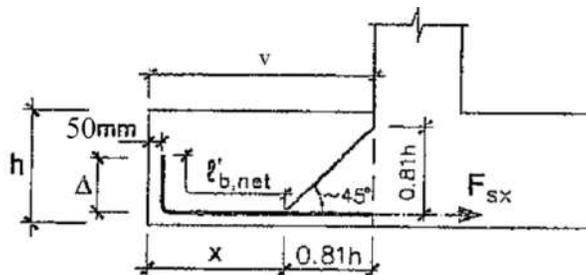
$$4.84 * 59.7 \geq 1.5 * 4.67$$

$$288.95kN \geq 7.0 kN \text{ (Cumple a deslizamiento)}$$

Comprobación de los anclajes

Se realiza de acuerdo con la siguiente figura

Figura A.3.6.8: Longitud de anclaje en zapatas.



Fuente: J. Calavera Proyecto y Calculo de Estructuras de Hormigón (Tomo II).

Datos para la verificación.

$f_{yk}=500$ MPa

$h=0.5$ m

$m=15$ para hormigón H-25, según norma CBH-87

Diámetro 1.2 cm

Según la norma CBH-87, la longitud de anclaje en zapatas en la posición I es:

$$l_{bl} = \frac{f_{yk}}{20} * \emptyset = 30 > m * \emptyset^2 = 21.6 > 15 \text{ cm}$$

$$l_{bl} = \frac{500}{20} * 1.2 = 30 > 15 * 1.2^2 = 21.6 > 15 \text{ cm}$$

Entonces se toma $l_{bl}=30$ cm.

($l_{b,neta}$) es:

$$l_{b,neta} = (1 - 0.66 * \left(\frac{0.4}{a}\right)^2) * l_b$$

$$l_{b,neta} = (1 - 0.66 * \left(\frac{0.4}{2.2}\right)^2) * l_b$$

El espacio disponible para anclar es:

$$e = v - 0.81 * h - d_1$$

$$e = 0.875 - 0.81 * 0.5 - 0.056 = 0.45 \text{ m}$$

Verificación, para que las barras de acero en la zapata no necesiten gancho debe cumplir que:

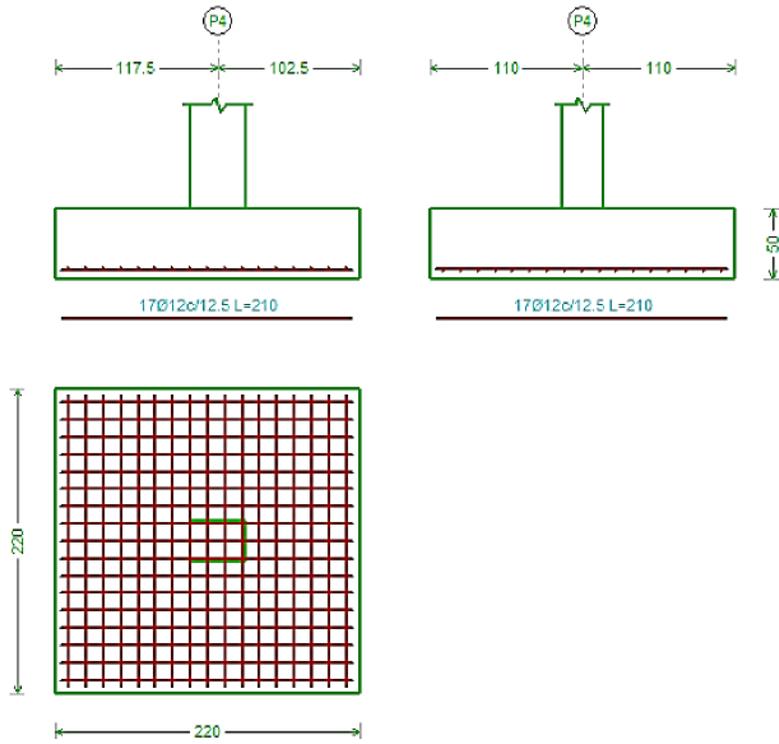
$$l_{b,neta} < e$$

Cumple la siguiente desigualdad se dispone anclaje recto, no necesita patilla.

$$l_{b,neta} = 0.29 \text{ m} < 0.45 \text{ m} \text{ (Cumple)}$$

Los resultados obtenidos manualmente son iguales al del paquete estructural. La disposición de armaduras en la zapata P4 analizada se muestra en la siguiente figura.

Figura A.3.6.8: Disposición de armado en la zapata.

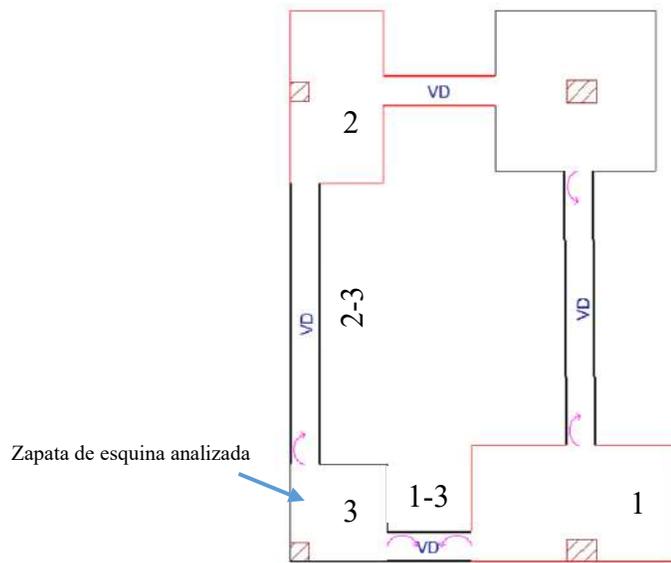


Fuente: Adaptado del paquete estructural CYPECAD.

A.3.7 DISEÑO DE ZAPATA DE CANTO DE HORMIGÓN ARMADO

Se diseña la siguiente zapata

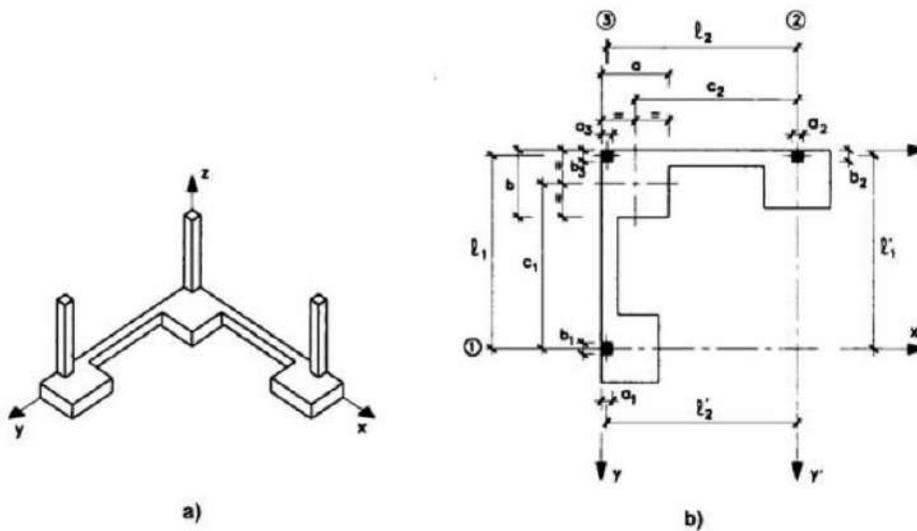
Figura A.3.7.1: Zapata de esquina analizada.



Fuente: Adaptado del paquete estructural CYPECAD.

Se plantea la zapata esquinera con dos vigas centradoras para tener una distribución uniforme de presiones como se muestra en la siguiente figura.

Figura A.3.7.2: Planteamiento zapata de esquina



Fuente: (Calavera Ruiz, 2000)

Pre dimensionado de zapata esquinera

$N=306.25$ kN (Carga en servicio)

$N_u=N_p3= 490$ kN

El área de la zapata (A_z) es:

$$A_z = a * b \geq \frac{N}{k * Q_{adm}} = \frac{306.25}{0.95 * 0.022} = 15130.93 \text{ cm}^2$$
$$a = b = \sqrt{A_z} = 123 \text{ cm}$$

Se adopta $a=b=130 \text{ cm}$

$$A_z = 130 * 130 = 16900 \text{ cm}^2 > 15130.93 \text{ cm}^2 \text{ (Cumple)}$$

El canto (h) de la zapata de adopta el mismo canto de la zapata aislada

$$h = 50 \text{ cm}$$

Dimensiones de la columna de esquina

$$b_3=25\text{cm}$$

$$a_3=25\text{cm}$$

Distancias entre ejes de columnas

$$l_1=6.30\text{m}$$

$$l_2=3.9\text{m}$$

De la anterior imagen

$$c_1 = l_1 + \frac{b_3}{2} - \frac{b}{2} = 5.78 \text{ m}$$

$$c_2 = l_2 + \frac{a_3}{2} - \frac{a}{2} = 3.38 \text{ m}$$

Peso de la zapata

$$N_{c3} = 1.6 * \frac{25\text{kN}}{\text{m}^3} * a * b * h = 33.8 \text{ kN}$$

Reacciones en los pilares adyacentes.

$$R_1 = N_{p3} * \frac{l_2 * (l_1' - c_1) + c_2 * (l_1 - l_1')}{l_1' * c_2 + l_2' * c_1 - l_1' * l_2'} = 52.2 \text{ kN}$$

$$R_2 = N_{p3} * \frac{l_1 * (l_2' - c_2) + c_1 * (l_2 - l_2')}{l_1' * c_2 + l_2' * c_1 - l_1' * l_2'} = 84.34 \text{ kN}$$

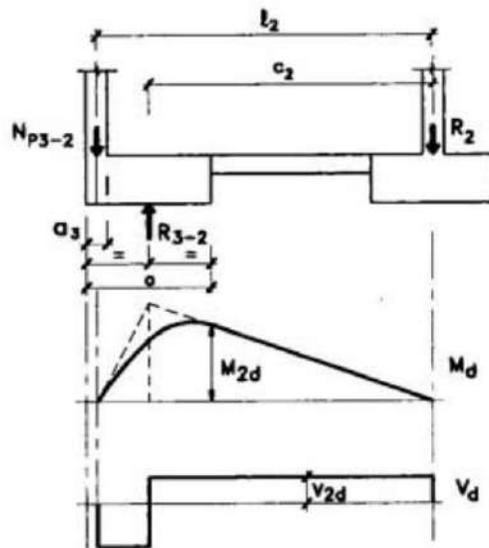
Reacción en la zapata de esquina

$$R = N_{c3} + N_{p3} * \frac{l_1 * l_2' + l_2 * l_1' - l_1' * l_2'}{l_1' * c_2 + l_2' * c_1 - l_1' * l_2'} = 660.4 \text{ kN}$$

Diseño viga centradora 2-3

Se diseña de acuerdo a la siguiente figura

Figura A.3.7.3: Viga centradora 2-3



Fuente: (Calavera Ruiz, 2000)

$$M_{2d} = R_2 * \left(c_2 - \frac{a}{2} \right) = 229.84 \text{ kN} * \text{m}$$

$$V_{2d} = R_2 = 84.34 \text{ kN}$$

Diseño a flexión armadura negativa

$$M_{2d} = 229.84 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$f_{cd} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{yd} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

$$b_w = 40 \text{ cm}$$

$$h = 50 \text{ cm}$$

$$d = 44.6 \text{ cm}$$

$$d_1 = 5.4 \text{ cm}$$

El momento reducido de cálculo con la siguiente fórmula.

$$\mu_d = \frac{229.84 * 100}{40 * 44.6^2 * 1.67} = 0.17 < \mu_{lim} = 0.319 \text{ (Cumple)}$$

Con el momento reducido se obtiene la cuantía mecánica (w) de la tabla 3.9, interpolando $w = 0.1884$

La armadura de cálculo a tracción necesaria es:

$$A_s = 0.1884 * 40 * 44.6 * \frac{1.67}{43.48} = 12.91 \text{ cm}^2$$

La armadura mínima según la norma CBH-87 es:

$$A_{smin} = 0.0028 * 40 * 50 = 5.6 \text{ cm}^2$$

La armadura de cálculo necesaria es:

$$A. nec \geq \left[\frac{As}{Asmin} \right] = 12.91 \text{ cm}^2$$

Considerando diámetro 16 mm A acero=2.01 cm²

$$\#Barras = \frac{12.91}{2.01} = 6.42 \approx 7$$

A.real= 7*2.01=14.07 cm² > A. nec (**Cumple**)

La disposición de la armadura negativa en la viga centradora es de **7φ16**

El espaciamiento entre barras es:

$$l1 = 40 - 2 * 3.5 - 1.6 = 27.6 \text{ cm}$$

$$e = \frac{27.6 - 5 * 1.6}{6} = 3.27 \text{ cm}$$

El espaciamiento entre barras según la norma CBH-87 debe cumplir que:

- 2 cm < 3.27 cm (Cumple)
- El diámetro mayor 1.6 cm < 3.27 cm (Cumple)
- 1.2 veces el tamaño máximo del árido 1.2*1.5=1.8 cm < 3.27 cm (Cumple)

Diseño a flexión armadura positiva

No tiene momento positivo la viga centradora, por lo tanto, se dispone armadura mínima como sigue:

La armadura mínima según la norma CBH-87 es:

$$Asmin = 0.0028 * 40 * 50 = 5.6 \text{ cm}^2$$

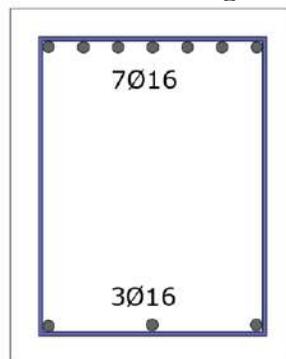
$$\#Barras = \frac{5.6}{2.01} = 2.6 \approx 3$$

A.real= 3*2.01=6.03 cm² > Amin (**Cumple**)

La disposición de la armadura negativa en la viga centradora es de **3φ16**

La disposición de la armadura longitudinal de la viga centradora de muestra en la siguiente figura

Figura A.3.7.4: Disposición de armadura longitudinal en la viga centradora 2-3



Fuente: Elaboración propia.

Diseño a cortante

$V_{2d}=84.34 \text{ kN}$
 $f_{cd}=1.67 \text{ kN/cm}^2$
 $b_w=40 \text{ cm}$
 $h=50 \text{ cm}$
 $d=44.6 \text{ cm}$
 $d_1=5.4 \text{ cm}$

La resistencia de cálculo del acero transversal debe cumplir la siguiente desigualdad.

$$f_{yd} \leq \left[\begin{array}{l} \frac{50}{1.15} = 43.48 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \\ 42 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \end{array} \right] = 42 \text{ kN/cm}^2$$

El agotamiento por compresión oblicua en el alma (V_{ou}), debe cumplir la siguiente desigualdad.

$$V_{ou} = 0.3 * 1.67 * 40 * 44.6 = 749.28 \text{ kN} > 84.31 \text{ kN (Cumple)}$$

La resistencia virtual de cálculo del hormigón es:

$$f_{vd} = 0.05 * \sqrt[3]{1.67} = 0.0646 \text{ kN/cm}^2$$

La contribución del hormigón a la resistencia a esfuerzo cortante es:

$$V_{cu} = 0.0646 * 40 * 44.6 = 115.25 \text{ kN}$$

$$V_{cu} > V_{2d} \text{ (Se coloca armadura minima)}$$

$$A_{smin} = 0.02 * 40 * 100 * \frac{1.67}{42} = 3.18 \text{ cm}^2/\text{m}$$

El número de piernas son dos.

$$A_{st} = \frac{3.18}{2} = 1.59 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Se asume diámetro 6 mm con A acero= 0.283 cm²

$$\#Barras = \frac{1.59}{0.283} = 5.52 \approx 6$$

$$s = \frac{100}{6} = 16.67 \approx 15 \text{ cm}$$

$$A_{real} = 6 * 0.283 = 1.7 \text{ cm}^2 > A_{st} = 1.59 \text{ cm}^2 \text{ (Cumple)}$$

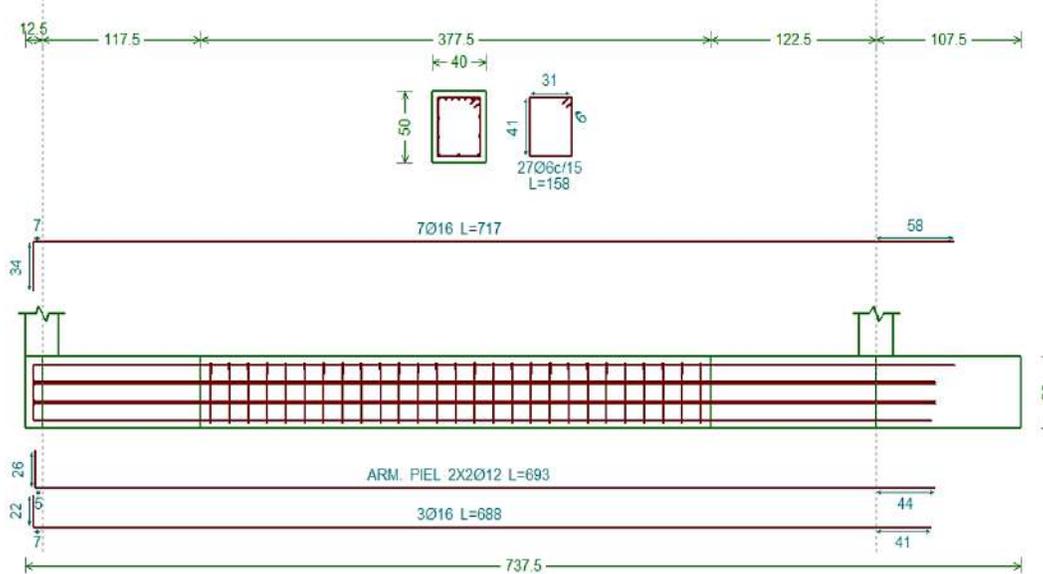
La separación de estribos (s), según la norma CBH-87 debe cumplir que:

- $15 \text{ cm} \leq 30 \text{ cm}$ (Cumple)
- $15 \text{ cm} \leq 0.85 * 44.6 = 37.91 \text{ cm}$ (Cumple)

Se dispone ϕ 6 mm c/15 cm.

El armado de la viga centradora 2-3, se muestra en la siguiente figura.

Figura A.3.7.5: Disposición de armadura longitudinal en la viga centradora 2-3

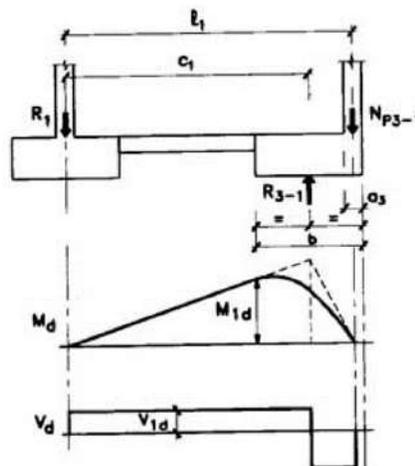


Fuente: Adaptado del paquete estructural CYPECAD.

Diseño viga centradora 1-3

Se diseña de acuerdo a la siguiente figura

Figura A.3.7.6: Viga centradora 1-3



Fuente: (Calavera Ruiz, 2000)

$$M1d = R1 * \left(c1 - \frac{b}{2} \right) = 267.59 \text{ kN} * \text{m}$$

$$V1d = R1 = 52.21 \text{ kN}$$

Diseño a flexión armadura negativa

$$M2d = 267.59 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$fcd = 1.67 \text{ kN/cm}^2$$

$$fyd = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

$b_w = 40 \text{ cm}$

$h = 50 \text{ cm}$

$d = 44.6 \text{ cm}$

$d_1 = 5.4 \text{ cm}$

El momento reducido de cálculo con la siguiente fórmula.

$$\mu d = \frac{267.59 * 100}{40 * 44.6^2 * 1.67} = 0.2 < \mu_{lim} = 0.319 \text{ (Cumple)}$$

Con el momento reducido de obtiene la cuantía mecánica (w) de la tabla 3.9, interpolando $w = 0.2263$

La armadura de cálculo a tracción necesaria es:

$$A_s = 0.2263 * 40 * 44.6 * \frac{1.67}{43.48} = 15.51 \text{ cm}^2$$

La armadura mínima según la norma CBH-87 es:

$$A_{smin} = 0.0028 * 40 * 50 = 5.6 \text{ cm}^2$$

La armadura de cálculo necesaria es:

$$A_{nec} \geq \left[\begin{matrix} A_s \\ A_{smin} \end{matrix} \right] = 15.51 \text{ cm}^2$$

Considerando diámetro 16 mm $A_{acero} = 2.01 \text{ cm}^2$

$$\#Barras = \frac{15.51}{2.01} = 7.7 \approx 8$$

$A_{real} = 8 * 2.01 = 16.08 \text{ cm}^2 > A_{nec}$ **(Cumple)**

La disposición de la armadura negativa en la viga centradora es de **8φ16**

El espaciamiento entre barras es:

$$l_1 = 40 - 2 * 3.5 - 1.6 = 27.6 \text{ cm}$$

$$e = \frac{27.6 - 6 * 1.6}{7} = 2.57 \text{ cm}$$

El espaciamiento entre barras según la norma CBH-87 debe cumplir que:

- $2 \text{ cm} < 2.57 \text{ cm}$ (Cumple)
- El diámetro mayor $1.6 \text{ cm} < 2.57 \text{ cm}$ (Cumple)
- 1.2 veces el tamaño máximo del árido $1.2 * 1.5 = 1.8 \text{ cm} < 2.57 \text{ cm}$ (Cumple)

Diseño a flexión armadura positiva

No tiene momento positivo la viga centradora, por lo tanto, se dispone armadura mínima como sigue:

La armadura mínima según la norma CBH-87 es:

$$A_{min} = 0.0028 * 40 * 50 = 5.6 \text{ cm}^2$$

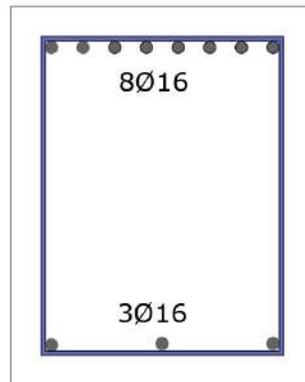
$$\#Barras = \frac{5.6}{2.01} = 2.6 \approx 3$$

A.real= 3*2.01=6.03 cm² > Amin (**Cumple**)

La disposición de la armadura negativa en la viga centradora es de **3φ16**

La disposición de la armadura longitudinal de la viga centradora de muestra en la siguiente figura

Figura A.3.7.7: Disposición de armadura longitudinal en la viga centradora 1-3



Fuente: Elaboración propia.

Diseño a cortante

V_{1d}=52.21 kN
f_{cd}=1.67 kN/cm²
b_w=40cm
h=50 cm
d=44.6 cm
d₁=5.4 cm

La resistencia de cálculo del acero transversal debe cumplir la siguiente desigualdad.

$$f_{yd} \leq \left[\begin{array}{l} \frac{50}{1.15} = 43.48 \frac{kN}{cm^2} \\ 42 \frac{kN}{cm^2} \end{array} \right] = 42 \text{ kN/cm}^2$$

El agotamiento por compresión oblicua en el alma (V_{ou}), debe cumplir la siguiente desigualdad.

$$V_{ou} = 0.3 * 1.67 * 40 * 44.6 = 749.28 \text{ kN} > 52.21 \text{ kN (Cumple)}$$

La resistencia virtual de cálculo del hormigón es:

$$fvd = 0.05 * \sqrt{1.67} = 0.0646 \text{ kN/cm}^2$$

La contribución del hormigón a la resistencia a esfuerzo cortante es:

$$Vcu = 0.0646 * 40 * 44.6 = 115.25 \text{ kN}$$

$Vcu > V1d$ (Se coloca armadura minima)

$$Asmin = 0.02 * 40 * 100 * \frac{1.67}{42} = 3.18 \text{ cm}^2/m$$

El número de piernas son dos.

$$Ast = \frac{3.18}{2} = 1.59 \text{ cm}^2/m$$

Se asume diámetro 6 mm con A acero= 0.283 cm²

$$\#Barras = \frac{1.59}{0.283} = 5.52 \approx 6$$

$$s = \frac{100}{6} = 16.67 \approx 15 \text{ cm}$$

$$A. \text{real} = 6 * 0.283 = 1.7 \text{ cm}^2 > Ast = 1.59 \text{ cm}^2 \text{ (Cumple)}$$

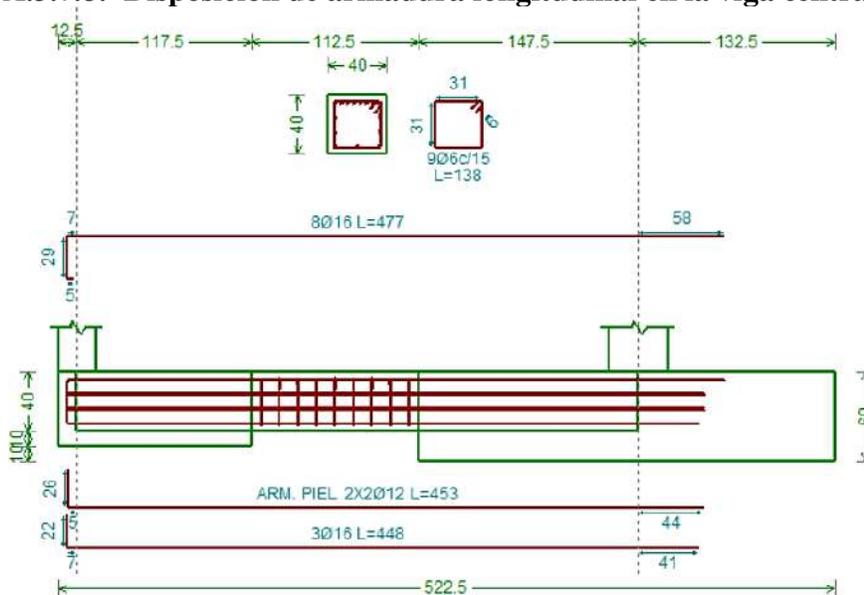
La separación de estribos (s), según la norma CBH-87 debe cumplir que:

- 15 cm ≤ 30 cm (Cumple)
- 15 cm ≤ 0.85*44.6=37.91 cm (Cumple)

Se dispone ϕ 6 mm c/15 cm.

El armado de la viga centradora 1-3, se muestra en la siguiente figura.

Figura A.3.7.8: Disposición de armadura longitudinal en la viga centradora 1-3



Fuente: Adaptado del paquete estructural CYPECAD.

Diseño a flexión de la zapata

Como se tiene vigas centradoras que hacen la presión uniforme sobre la zapata, la presión de diseño es:

$$\sigma_t = \frac{R - Nc3}{a * b} = \frac{370.74kN}{m^2}$$

El momento de diseño por metro de ancho en ambas direcciones es:

$$M = \frac{\sigma_t * a^2}{4.8} = 130.53kN * m/m$$

fcd=1.67 kN/cm²

fyd=43.48 kN/cm²

h=50 cm

d=44.4 cm

d1=5.6 cm

recubrimiento 5 cm.

El momento reducido de cálculo con es:

$$\mu d = \frac{130.53 * 100}{100 * 44.4^2 * 1.67} = 0.04 < \mu_{lim} = 0.319 \text{ (Cumple)}$$

Con el momento reducido de obtiene la cuantía mecánica de la tabla 3.9, para $\mu d=0.049$ en la tabla la cuantía mecánica es, $w=0.0414$

La armadura de cálculo a tracción necesaria es:

$$A_s = 0.0414 * 100 * 44.4 * \frac{1.67}{43.48} = 7.06 \text{ cm}^2/m$$

La armadura mínima según la norma CBH-87 es:

$$A_{smin} = 0.0015 * 100 * 50 = 7.5 \text{ cm}^2/m$$

La armadura de cálculo necesaria es:

$$A. nec \geq \left[\begin{matrix} A_s \\ A_{smin} \end{matrix} \right] = 7.5 \text{ cm}^2/m$$

Para diámetro 12 mm, $A_s=1.13 \text{ cm}^2$

$$\#Barras = \frac{7.5}{1.13} = 6.64 \approx 7$$

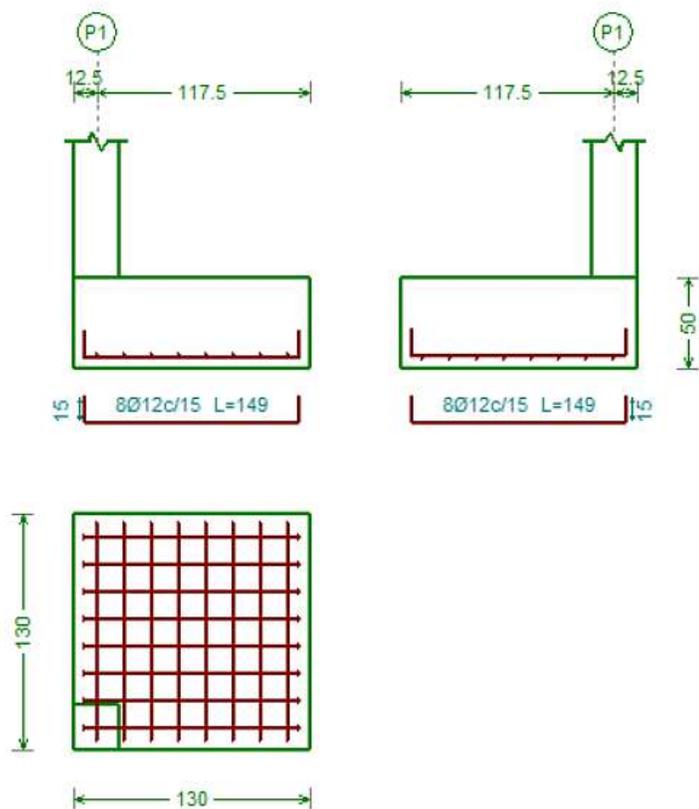
A.real=7*1.13=7.91 cm²/m > A.nec (Cumple)

$$Espaciamiento = \frac{100}{7} = 14.3 \approx 15 \text{ cm}$$

$$Barras total = \frac{130 - 2 * 5}{15} = 8$$

Disposición de la armadura en ambas direcciones es, $8\phi 12 \text{ mm c}/15 \text{ cm}$.

Figura A.3.7.9: Disposición de armado en la zapata de esquina



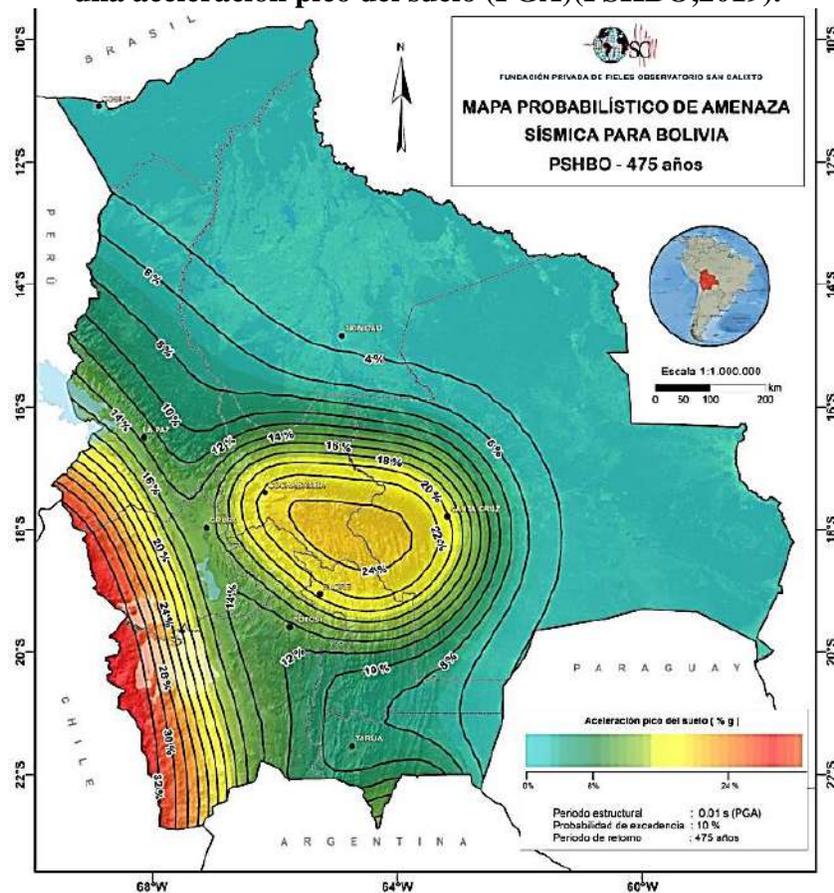
Fuente: Adaptado del paquete estructural CYPECAD.

A.3.8 EFECTO DEL SISMO (FEQ).

No se aplica la acción de sismo en la estructura, pero se muestra los parámetros y datos para aplicarlo según la NBDS 2023.

Se toma a la aceleración máxima del suelo (S_0) del mapa probabilístico de amenaza sísmica para Bolivia que se muestra en la siguiente imagen.

Figura A.3.8.1: Mapa probabilístico de amenaza sísmica para un periodo de retorno de 475 años; correspondiente a un 10% de probabilidad de excedencia en 50 años, con una aceleración pico del suelo (PGA)(PSHBO,2019).



Fuente: Norma boliviana de diseños sísmico 2023

De la anterior figura $S_0=0.09$ para la ciudad de Tarija

Clasificación de suelo de fundación

Se adopta en función a $N_{60}=23.1$ (Adoptado del informe geotécnico) de la siguiente tabla.

Tabla A.3.8.1: Parámetros del suelo.

Tipo de suelo	V_{s30} (m/s)	N_{60} (golpes)	S_u (kPa)
S0	> 1 500		
S1	760 a 1 500		
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		

Fuente: Norma boliviana de diseños sísmico 2023

$N_{60}=23.1$ esta entre 15-50, por lo tanto, la clasificación del suelo según NBDS Se trata de un suelo S3 (Suelo rígido).

Coefficientes Fv, Fa

Se calculan en función a S_0 y S2 de las siguientes tablas interpolando para $S_0=0.09$.

Tabla A.3.8.2: Coeficiente de sitio periodo corto Fa.

Tipo de suelo	S_0					
	< 0.067	0.133	0.200	0.267	0.333	> 0.400
S0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
S1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
S2	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1
S3	1.6	1.4	1.2	1.1	1.1	1.1
S4	2.4	1.7	1.3	1.2	1.2	1.2

Fuente: Norma boliviana de diseños sísmico 2023

Fa=1.3

Tabla A.3.8.3: Coeficiente de sitio periodo largo Fv.

Tipo de suelo	S_0					
	< 0.053	0.107	0.160	0.213	0.267	> 0.320
S0	0.64	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
S1	0.64	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
S2	1.2	1.3	1.5	1.5	1.5	1.4
S3	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8	1.7
S4	3.5	3.0	2.8	2.4	2.4	2.4

Fuente: Norma boliviana de diseños sísmico 2023

Fv=1.27

Efecto topográfico y de pendientes

El proyecto no está situado al borde de una cresta, por lo tanto, el factor amplificador es:

$$\tau=1$$

Factor de importancia (Ie)

Este factor está en función al tipo de estructura analizada, según la NBDS 2023, la estructura analizada es:

Tipo II (Edificaciones habitacionales, tales como: viviendas, oficinas, **hoteles**, restaurantes, depósitos, galpones, almacenes e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes).

Por lo tanto, el factor de importancia se determina de la siguiente tabla.

Tabla A.3.8.4: Factor de importancia.

Tipo	I_e
IV	1.5
III	1.3
II	1.0
I	Nota ¹

Nota¹: Edificaciones cuya resistencia y rigidez sean adecuadas para resistir acciones laterales a criterio del proyectista.

Fuente: Norma boliviana de diseños sísmico 2023

$I_e=1$

Categoría de diseño sísmico (CDS)

Se realizan los siguientes cálculos para entrar a las tablas de la norma.

$$F_a * S_0 = 1.3 * 0.09 = 0.117$$

$$F_v * S_0 = 1.27 * 0.09 = 0.114$$

Tabla A.3.8.5: Categoría de diseño sísmico en función de, $F_a \cdot S_0$ y tipo de estructura.

$F_a \cdot S_0$	Tipo de estructura	
	I, II, III	IV
$F_a \cdot S_0 < 0.067$	A	A
$0.067 \leq F_a \cdot S_0 < 0.133$	B	C
$0.133 \leq F_a \cdot S_0 < 0.200$	B, C	D
$0.200 \leq F_a \cdot S_0$	C, D	D

Fuente: Norma boliviana de diseños sísmico 2023

Tabla A.3.8.6: Categoría de diseño sísmico en función de, $F_v \cdot S_0$ y tipo de estructura.

$F_v \cdot S_0$	Tipo de estructura	
	I, II, III	IV
$F_v \cdot S_0 < 0.054$	A	A
$0.054 \leq F_v \cdot S_0 < 0.106$	B	C
$0.106 \leq F_v \cdot S_0 < 0.160$	B, C	D
$0.160 \leq F_v \cdot S_0$	C, D	D

Fuente: Norma boliviana de diseños sísmico 2023

De las dos tablas anteriores se toma el más desfavorable sienta el tipo C, entonces:

$$CDS = C$$

Sistemas estructurales, factores de modificación de respuesta y de sitio.

Se adoptan de la siguiente tabla.

Tabla A.3.8.7: Coeficientes de reducción, amplificación C_d y valores de distorsión Δ .

Sistema Estructural	R	C_d	Δ^1
Hormigón²			
Sistema de Pórticos			
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos	8	5.5	0.012
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos	5	4.5	0.011
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos	3	2.5	0.010
Sistema de Entrepiso sin Viga			
Entrepisos planos compuestos por losas macizas o nervadas bidireccionales con ábacos, apoyados en columnas con o sin capiteles. Altura máxima, 30 m.	2.5	1.8	0.007
Entrepisos planos compuestos por losas macizas o nervadas bidireccionales con ábacos, apoyados en columnas con o sin capiteles y muros de corte ordinarios. Altura máxima, 30 m.	4	3.6	0.008
Sistema de Entrepiso con Vigas Planas			
Entrepisos planos apoyados en vigas planas y columnas. Altura máxima, 30 m.	2.5	1.8	0.007
Entrepisos planos apoyados en vigas planas ($b \geq 400$ mm) y columnas. Altura máxima, 30 m.	4	3.6	0.008
Entrepisos planos de losas macizas o nervadas bidireccionales con ábacos apoyados en un sistema dual de columnas especiales con o sin capiteles y muros de corte especiales y vigas planas ($b \geq 400$ mm).	5.5	4.5	0.009
Sistema de Muros			
Muros estructurales Especiales	6	5	0.009
Muros estructurales Ordinarios	5	4.5	0.008
Sistemas Duales			
Pórticos Especiales con Muros Especiales	7	5.5	0.010
Pórticos Especiales con Muros Especiales acoplados	8	8	0.010
Pórticos Especiales con Muros Ordinarios	6	5	0.009
Pórticos Intermedios con Muros Especiales	6.5	5	0.009
Pórticos Intermedios con Muros Ordinarios	5.5	4.5	0.008
Pórticos Ordinarios con Muros Ordinarios	4.5	4	0.007
Sistemas de muros de ductilidad limitada	4	3.6	0.006

Fuente: Norma boliviana de diseños sísmico 2023

De la tabla de adopta “Pórticos intermedios resistentes a momentos” donde:

$$R=5; C_d=4.5; \Delta=0.011$$

Factores de irregularidad

Los factores de irregularidad de altura I_a , y de planta I_p , para una primera aplicación con el programa CYPECAD se puede adoptar igual a la unidad, como en este proyecto no se aplica sismo a la estructura, solo se calculan las irregularidades geométricas.

Las irregularidades de altura (Ia)

- **Irregularidad de masa o peso.** Para esta irregularidad se realiza un metrado de las cargas aplicadas sobre la estructura, la carga muerta se toma al 100% y la sobrecarga de uso 25%.

Las cargas por nivel son:

Tabla A.3.8.8: Metrado de cargas.

Nivel	PP (100%) kN	CM (100%) kN	SC (25%) kN	PP+CM+SC
Cubierta +14.25	1127	320.*	66.85	1193.85
Piso 3+11.65	1127	775.43	133.7	2036.13
Piso 2+8.65	1127	775.43	133.7	2036.13
Piso 1+5.80	1345.25	947.87	163.23	2456.35
PB+3.05	523.25	357.8	61.69	942.74
PB+2.2	803.75	508.23	131.44	1443.42

Fuente: Elaboración propia

En la irregularidad de masa o peso según la norma NBDS 2023 se debe verificar que: “Se tiene irregularidad de masa o peso, cuando el peso de un piso determinado según I del artículo 13, es mayor que 1.50 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos”.

Tabla A.3.8.9: Metrado de cargas.

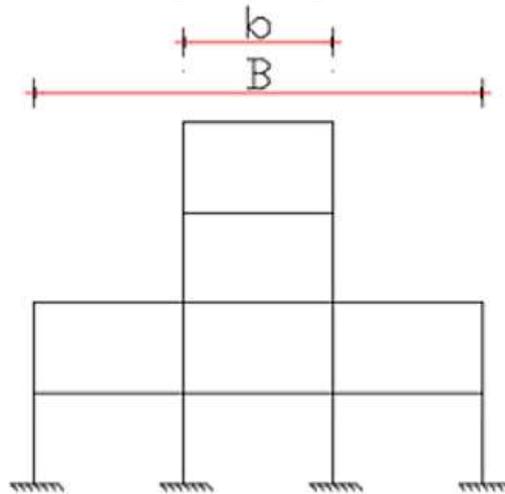
PISO	DIRECCIÓN X e Y		
	M (kN)	Lim (kN-s ² /m)	VERIFICACIÓN
Cubierta +14.25	1193.85	3054.2	REGULAR
Piso 3+ 11.45	2036.13	3055.7	REGULAR
Piso 2 +8.65	2037.13	3684.5	REGULAR
Piso 1 +5.80	2456.35	3055.7	REGULAR
PB+3.05	942.74	3684.5	REGULAR
PB+2.2	1443.42	1414.1	IRREGULAR

Fuente: Elaboración propia

Ia=0.05

- **Irregularidad geométrica vertical.** La NBDS 2023 para esta irregularidad menciona: “La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1.30 veces la correspondiente dimensión de un piso adyacente. El criterio no se aplica para azoteas ni en sótanos”.

Figura A.3.8.2: Irregularidad geométrica vertical



Fuente: Elaboración propia

Si $B > 1.3b$ se aplica la regularidad`

Para la estructura en la dirección X, $B=10.70$ m, $b=6.75$ m

$$B = 10.0m > 1.3 * 6.75 = 8.8 m \text{ (Cumple, se aplica)}$$

Para la estructura en la dirección Y, $B=33.30$ m, $b=27.8$ m

$$B = 33.30 m < 1.3 * 27.8 = 36.14 m \text{ (No cumple, no se aplica)}$$

Como en una dirección X, tiene la irregularidad se aplica $Ia=0.05$

- **Discontinuidad en los sistemas resistentes.** No se aplica
- **Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes** No se aplica

$$\sum Ia = 0.05 + 0.05 = 0.1$$

Las irregularidades de planta (I_p)

- **Esquinas entrantes** No aplica
- **Discontinuidad de diafragma** No aplica
- **Sistemas no paralelos** No aplica

$$\sum I_p = 0$$

No todo lo anterior se calcula el factor FIT, según la NBDS 2023 es:

$$FIT = 1 - \sum Ia - \sum I_p = 1 - 0.1 - 0 = 0.9$$

Donde FIT no debe ser menor que 0.5.

El resultado de FIT se aplica a la deriva máxima que de piso que se calcula de la siguiente forma.

$$\Delta = \frac{\delta i}{h i} * FIT$$

Construcción del espectro elástico (S_{ae}) y de diseño (S_a)

- **Espectro elástico (S_{ae}).** Para la construcción del espectro se debe calcular los periodos limite inicial (T₀), corto (T_s) y largo (T_L) con:

$$T_0 = 0.15 * \frac{Fv}{Fa} = 0.15 \text{ seg}$$

$$T_s = 0.5 * \frac{Fv}{Fa} = 0.49 \text{ seg}$$

$$T_L = 4 * \frac{Fv}{Fa} = 3.9 \text{ seg}$$

Para la parametrización del espectro elástico de pseudoaceleracion se calcula con las fórmulas de la siguiente tabla.

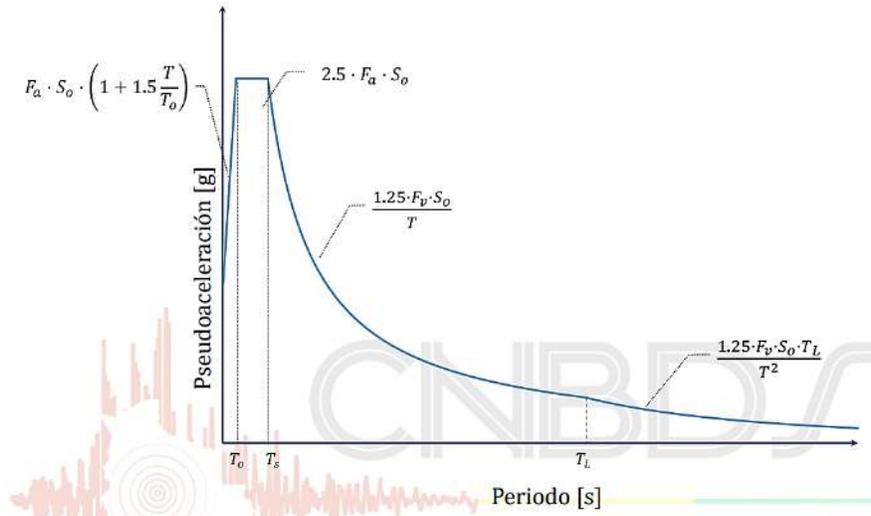
Tabla A.3.8.9: Parametrización del espectro elástico de pseudoaceleracion.

Rama	Pseudoaceleración (S _{ae})
$T < T_0$	$F_a \cdot S_0 \cdot \left(1 + 1.5 \cdot \frac{T}{T_0}\right)$
$T_0 \leq T \leq T_s$	$2.5 \cdot F_a \cdot S_0$
$T_s < T \leq T_L$	$\frac{1.25 \cdot F_v \cdot S_0}{T}$
$T_L < T$	$\frac{1.25 \cdot F_v \cdot S_0 \cdot T_L}{T^2}$

Fuente: Norma boliviana de diseños sísmico 2023

La construcción de la gráfica para el espectro elástico según la NBDS 2023 será como se muestra en la siguiente imagen.

Figura A.3.8.3: Espectro elástico de pseudoaceleración en unidades de, g.



Fuente: Norma boliviana de diseños sísmico 2023

- **Espectro de diseño (Sa).** El espectro de diseño es el espectro elástico (Sae) afectado por unos factores como se muestra la siguiente formula.

$$S_a = \frac{S_{ae} * I_e * \tau}{R}$$

Se realiza la gráfica para un periodo T=10seg, todos los datos y parámetros que se usan para la gráfica de los espectros elásticos y de diseño se muestran en la siguiente tabla.

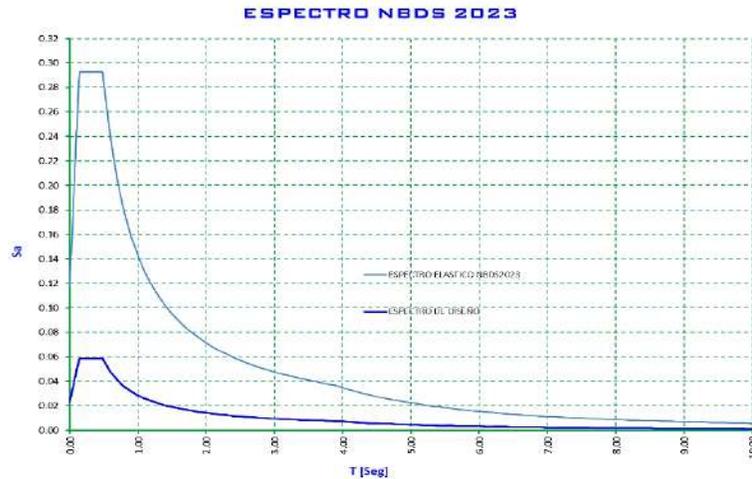
Tabla A.3.8.10: Parámetros para los espectros sísmicos.

ESPECTRO SISMICO	
Ubicación:	Tarija
Pseudo Aceleración Sísmica:	$S_0 = 0.090$
Tipo de suelo:	S2
Factor de Amplificación Topográfica:	$\tau = 1.00$
Tipo de estructura:	II
Factor de Importancia:	$I_e = 1.00$
Categoría de diseño sísmico:	CSD= C
Sistema estructural:	Sistemas de porticos Sistemas intermedios resistentes a momentos
Factor de Reducción Sísmica de diseño:	$R = 5.00$
Coefficiente de amplificación:	$C_d = 4.50$
Deriva:	$= 0.011$
Suma factor de Irregularidad en Planta:	$I_p = 0.00$
Suma factor de Irregularidad en Altura:	$I_a = 0.10$
Coefficiente De Sitio "PERIODO CORTO":	$F_s = 1.30$
Coefficiente De Sitio "PERIODO LARGO":	$F_L = 1.27$
Factor de irregularidad total:	FIT: 0.90
Meseta Pseudoaceleración espectro elastico:	Sae= 0.29
Meseta Pseudoaceleración espectro diseño:	Sa= 0.059
Periodos límites:	
Periodo inicial:	T0 = 0.15
Periodo corto:	Ts = 0.49
Periodo largo:	TL = 3.90

Fuente: Elaboración propia

El espectro elástico y de diseño para un periodo $T=10$ Seg., se muestran en la siguiente imagen, los valores de las mesetas o valores máximos de cada espectro se muestran en la anterior tabla.

Figura A.3.8.4: Espectro elástico (Sae) y espectro de diseño (Sa)



Fuente: Elaboración propia

Para el análisis comparativo de las cuantías de acero de los elementos estructurales de hormigón armado en la estructura contemplando la acción del sismo, se realizó el modelado de la estructura dentro del programa CYPECAD 2018 utilizando las siguientes normativas: ACI 318M-11 y para la acción sísmica la normativa americana ASCE 7-10.

Figura A.3.8.5: Normativas utilizadas para acción del sismo en el programa CYPECAD 2018

Arch.: DISEÑO HOTEL AYRES SISMO

Descripción: DISEÑO HOTEL AYRE

Normas: ACI 318M-11, AISI S100-2007 (LRFD), ANS/AISC 360-10 (LRFD), Eurocódigo 5 y Eurocódigo 9

Hormigón armado

Hormigón

Losas: $f_c=250$

Fundación: $f_c=250$

Pozos romanos: $f_c=250$

Columnas: $f_c=250$

Muros: $f_c=250$

Características del árido: 20 mm

Acero

Baras: Grado 60

Pernos: A-307

Perfiles de Acero

Laminados y armados: A36

Conformados: ASTM A 36 36 ksi

Madera

Vigas: C24 - Viguetas: C24 - Estructuras 3D: C24

Aluminio extruido

EN AW-5083 - F

Acciones

Carga permanente y sobrecarga de uso

Con acción de viento: CTE DB SE-AE (España)

Con acción sísmica: ASCE 7-10 (USA)

Criterio de armado por ductilidad: Categoría C

Elementos constructivos: No se consideran

Comprobar resistencia al fuego

Estados límite (combinaciones)

Hipótesis adicionales (cargas especiales)

Coeficientes de pandeo

Pilares de hormigón y mixtos

β_x : 1.000 β_y : 1.000

Columnas de acero

β_x : 1.000 β_y : 1.000

Fuente: Adaptado del paquete estructural CYPECAD.

Tabla A.3.8.11: Comparación de cuantías

	Cuantías (kgf/m ³)		Incd. Cuantías	N°	%×N°E
	SIN SISMO	CON SISMO	%(+/-)	elementos	
Zapatas de H°A° H25	52.72	98.83	+46.66	31	1446,46
Viga centradora de zapatas H25	250	455.60	+45.12	12	541.44
Muros de H°A° H25	76.86	138.40	+44.47	3	134.1
Columnas de H°A° H25	153.37	232.15	+51.37	215	11044.55
Viga de H°A° H25	67.73	123.98	+45.37	355	16106.35
Total	600.42	1048.96		616	2927.29
PROMEDIO	46.64 %	MEDIA PONDERADA			47.52 %

Fuente: Elaboración propia

Los porcentajes de variación obtenidos para cada elemento estructural se encuentran alrededor del 50%; Para toda la estructura se calculó un porcentaje de variación del 47.52% teniendo en cuenta que las secciones de los elementos estructurales no fueron modificadas, sin embargo, debido a la acción de sismo aplicada y como las normativas utilizadas fueron distintas al modelo inicial se puede observar esa variación significativa entre ambos modelos así también los costos que se generarían resultando una estructura más costosa.

Considerando la amenaza sísmica en Bolivia, es recomendable diseñar las estructuras sismorresistentes de acuerdo a la normativa vigente NBDS-2023 con el objetivo de brindar seguridad para salvaguardar la vida de las personas reduciendo a un mínimo las pérdidas de vidas humanas, daños materiales y pérdidas económicas producido por la acción del sismo frecuentes u ocasionales que se puedan presentar en la vida útil de las estructuras; sin embargo se debe realizar un análisis técnico-económico de acuerdo a el uso que tendrán estas estructuras para determinar si los costos elevados de las mismas resultan convenientes.

A.4.

Especificaciones técnicas para la construcción

ITEM: DEMOLICION

UNIDAD: M2

1.DESCRIPCIÓN DE ITEM

Este ítem se refiere a los trabajos de demolición de los muros existentes que la obra demande, incluye también la demolición de cualquier estructura de concreto, reforzado o no, existente en el muro incluyendo el retiro de los escombros generados.

2. EJECUCION

- Es necesario establecer medidas de seguridad para evitar daños en las viviendas aledañas y accidentes a personas que transitan por el lugar donde se trabaja.
- Se debe retirar todos los elementos como puertas, ventanas, marcos de estas u otros materiales recuperables en el sitio, antes de comenzar la demolición.
- En caso de existir aún instalaciones de servicios en funcionamiento, estas deberán suspenderse antes de la iniciación de las demoliciones.
- La demolición de muros debe hacer por pisos de arriba hacia abajo y por hiladas completas.
- Asegurar los muros que no están bien sustentados, por medio de puntales, para que no se desplomen bruscamente.
- El muro se divide en dos, cada parte se demuele desde el centro hacia los lados.
- Demoler el muro con maceta y puntero el ladrillo, bloque o concreto que lo conforman.
- Si la interventoría requiere mantener un muro en pie, se debe dejar como mochetas los otros muros que acceden a éste. No derribar los completamente.

3. TOLERANCIA PARA ACEPTACION

- Las demoliciones deben ejecutarse con las normas de seguridad, tomando las precauciones necesarias para evitar accidentes de los trabajadores o terceras personas, y daños a las obras que se construyen en propiedades vecinas.
- No someter los muros a una presión peligrosa por acumulación excesiva de escombros contra ellos.

4. EQUIPO

- Volqueta.
- Maceta.
- Puntero.
- Pala.

5. MATERIALES

- No requiere

6. MEDIDA Y FORMA DE PAGO

La unidad de medida de pago será por metro cuadrado (M2) de demolición de muro con retiro de

escombros y material sobrante, recibido a satisfacción por la Interventoría. El pago se hará por precios unitarios ya establecidos en el contrato que incluyen herramienta, mano de obra, equipos y transporte necesario para su ejecución.

ITEM: LIMPIEZA Y DESBROCE

UNIDAD: GLOBAL (GLB)

1.DESCRIPCIÓN DE ITEM

Consistirá en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada, de acuerdo con las presentes especificaciones y demás documentos, en las zonas indicadas por el fiscalizador y/o señalados en los planos. Se procederá a cortar, desenraizar y retirar de los sitios de construcción, los árboles incluidos sus raíces, arbustos, hierbas, etc. y cualquier vegetación en: las áreas de construcción, áreas de servidumbre de mantenimiento, en los bancos de préstamos indicados en los planos y proceder a la disposición final en forma satisfactoria al Fiscalizador, de todo el material proveniente del desbroce y limpieza.

2.PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

La limpieza deberá ser realizada manualmente. Se debe desalojar todo el material no usado proveniente del desbroce y la limpieza, este debe colocarse fuera del área de construcción debiendo depositarse en los sitios determinados por la Fiscalización. Los huecos y cortes dejados por la remoción de árboles y arbustos, se debe rellenar con material seleccionado compactado y de acuerdo al criterio de la Fiscalización. Se deberá mantener el área de trabajo, libre de agua mediante la utilización de bombas, drenajes temporales u otro medio, de acuerdo como se requiera para el buen desarrollo del proyecto.

3. MATERIALES

Ninguno

4. EQUIPO MINIMO

Herramientas generales

5. MEDICION Y FORMA DE PAGO

Una vez que el rubro haya sido ejecutado y recibido a satisfacción por supervisión, este se pagará culminado el hito correspondiente. Se pagará en global.

ITEM: INSTALACION DE FAENAS

UNIDAD: GLOBAL (GLB)

1.DESCRIPCIÓN DE ITEM

Este ítem comprende la construcción de instalaciones mínimas provisionales que sean necesarias para el buen desarrollo de las actividades de la construcción. Estas instalaciones estarán constituidas por una oficina de obra, galpones para depósitos, caseta para el cuidador, sanitarios para obreros y para el personal, cercos de protección, portón de ingreso para vehículos, instalación de agua, electricidad y otros servicios. Asimismo, comprende el traslado oportuno de todas las herramientas, maquinarias y equipo para la adecuada y correcta ejecución de las obras y su retiro cuando ya no sean necesarios.

2.MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO

El CONTRATISTA debe proporcionar todos los materiales, herramientas y equipo necesarios para las construcciones auxiliares, los mismos que deberán ser aprobados previamente por el SUPERVISOR. En ningún momento estos materiales serán utilizados en las obras principales. El CONTRATISTA deberá dotar a todo el personal de todo el equipo de protección personal y seguridad industrial requerido para la ejecución de la actividad, que considere necesario el Supervisor.

3.PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN

- Antes de iniciar los trabajos de instalación de faenas, el CONTRATISTA solicitará al SUPERVISOR la autorización y ubicación respectiva, así como la aprobación del diseño propuesto.
- El SUPERVISOR tendrá cuidado que la superficie de las construcciones esté de acuerdo con lo presupuestado.
- El CONTRATISTA dispondrá de serenos en número suficiente para el cuidado del material y equipo que permanecerán bajo su total responsabilidad.
- En la oficina de obra, se mantendrá en forma permanente el Libro de Órdenes respectivo y un juego de planos para uso del CONTRATISTA y del SUPERVISOR.

- Al concluir la obra, las construcciones provisionales contempladas en este ítem, deberán retirarse, limpiándose completamente las áreas ocupadas. Para la ejecución de los trabajos, el contratista deberá disponer de personal calificado y con aprobación del Supervisor de Obra.

4.MEDICIÓN

La instalación de faenas será medida en forma global, en concordancia con lo establecido en el formulario de presentación de propuestas.

5.FORMA DE PAGO

El pago será realizado una vez verificado el cumplimiento de todos los trabajos para la ejecución del ítem. La verificación debe ser realizada en forma conjunta por el CONTRATISTA y el SUPERVISOR. Este ítem será cancelado únicamente si es ejecutado en obra.

ÍTEM: REPLANTEO Y TRAZADO

UNIDAD: M2

1. DESCRIPCIÓN DE ÍTEM

Este Ítem comprende todos los trabajos de replanteo, ubicación, alineamiento, trazado, control de cotas, control de pendientes, nivelación, etc., necesarios para la localización y la definición física en el terreno, en general y en detalle, del área a pavimentar, en estricta sujeción a los planos de construcción, documentos técnicos del contrato y/o las indicaciones del Supervisor.

2. MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

El Contratista dispondrá y proveerá de todo el material propio de esta actividad necesario para la ejecución de los trabajos de replanteo de la superficie, tales como: estacas, clavos, pinturas, cal, etc. y todo aquello que considere necesario para la buena ejecución del trabajo y los deberá mantener a disposición del Supervisor mientras dure la ejecución del proyecto. Todas las herramientas menores y el equipo topográfico necesario para las actividades de replanteo, deberán ser provistos en obra al momento de iniciar las actividades correspondientes al ítem y el Contratista proveerá todo el equipo necesario, tanto para el replanteo, trazado y nivelación del eje del área, como para el mejoramiento de los puntos de referencia de planimetría y altimetría y garantizará la capacidad del personal dispuesto para la ejecución de los trabajos de replanteo. El Contratista deberá mantener en obra, en forma permanente y mientras duren los trabajos de ejecución, los equipos y herramientas que sean necesarios para este trabajo, poniéndolos a disposición del Supervisor, cuando éste así lo requiera.

3. PROCEDIMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN

El replanteo y trazado de las fundaciones tanto aisladas como continuas, serán realizadas por el Contratista con estricta sujeción a las dimensiones señaladas en los planos respectivos.

El contratista demarcará toda el área donde se realizará el movimiento de tierras, de manera que, posteriormente, no existan dificultades para medir los volúmenes de tierra movida. Preparado el terreno de acuerdo al nivel y rasante establecidos, el contratista

procederá a realizar el estacado y colocación de caballetes a una distancia no menor a 1.50 mts. De los bordes exteriores de las excavaciones a ejecutarse. Los ejes de las zapatas y los anchos de las cementaciones corridas se definirán con alambre o lienzas firmemente tensas y fijadas a clavos colocados en los caballetes de madera, sólidamente anclados en el terreno. Las lienzas serán dispuestas con escuadra y nivel, a objeto de obtener un perfecto paralelismo entre las mismas. Seguidamente los anchos de cimentación y/o el perímetro de las fundaciones aisladas se marcarán con yeso o cal. El contratista será el único responsable del cuidado y reposición de las estacas y marcas requeridas para la medición de los volúmenes de obra ejecutada.

El trazado deberá recibir aprobación escrita del Supervisor de Obra, antes de proceder con los trabajos siguientes.

4.MEDICIÓN

El replanteo de las construcciones será medido en metros cuadrados, tomando en cuenta únicamente la superficie total neta de la construcción. El replanteo de las aceras será medido en metros cuadrados.

5.FORMA DE PAGO

Este ítem ejecutado en un todo de acuerdo con los planos y las presentes especificaciones, medido de acuerdo a lo señalado y aprobado por el Supervisor de Obra, será pagado al precio unitario de la propuesta aceptada.

Dicho precio será compensación total por los materiales, mano de obra, herramientas, equipo y otros gastos que sean necesarios para la adecuada y correcta ejecución de los trabajos.

ÍTEM: EXCAVACION CON MAQUINARIA

UNIDAD: M3

1. DESCRIPCION DEL ITEM

Se entiende por excavación en general, el remover o quitar volúmenes de tierra u otros materiales

con la finalidad de conformar espacios para alojar estructuras, pueden ser cimientos, muros, etc.

2. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

Este trabajo consistirá en la excavación y disposición de todo el material cuya remoción sea necesaria para formar la obra básica. Se incluye en la construcción de cunetas laterales, taludes, terraplenes, escalones para terraplenado a media ladera, zonas de empalmes y accesos, la remoción y reemplazo de material inadecuado para la construcción de la obra, la excavación y acarreo de material designado para uso como suelo seleccionado, la remoción de desprendimientos y deslizamientos, y el desecho de todo material excedente. Todo lo cual se deberá ejecutar de acuerdo a las presentes Especificaciones, las disposiciones especiales y con los alineamientos, pendientes y secciones transversales señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador. La excavación podrá ser sin clasificación o clasificada de acuerdo a las definiciones que se presentan a continuación. Si se autorizara efectuar excavación de préstamo, para contar con el material adecuado requerido para el terraplenado y rellenos, tal excavación se llevará a cabo previa autorización de la fiscalización.

3. EQUIPO

Retroexcavadora, volqueta, herramientas menores

4. FORMA DE PAGO

Sera pagado por metro cubico de excavación.

ÍTEM: RELLENO Y COMPACTACION C/SALTARIN

UNIDAD: M3

1.DESCRIPCION DE ITEM

Este ítem comprende todos los trabajos de relleno y compactado que deberán realizarse con material excavado después de haber sido concluidas las excavaciones ejecutadas para estructuras como fundaciones, zanjas, de acuerdo a lo establecido en el formulario de presentación de propuestas, planos y/o instrucciones del SUPERVISOR, esta actividad se iniciará una vez concluidos y aceptados los trabajos de tendido de tuberías y otras obras.

2.MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO.

Las herramientas y equipo serán también adecuadas para el relleno y serán descritos en el formulario de presentación de propuestas para su provisión por el CONTRATISTA y usados previa aprobación por parte del SUPERVISOR.

No se permitirá la utilización de suelos con excesivo contenido de humedad, considerándose como tales, aquéllos que igualen o sobrepasen el límite plástico del suelo. Igualmente se prohíbe el empleo de suelos con piedras mayores a 10 [cm] de diámetro.

Para efectuar el relleno, el CONTRATISTA debe disponer en obra del número suficiente de

saltarines.

El equipo de compactación a ser empleado será el ofertado en la propuesta; en caso de no estar especificado, el SUPERVISOR aprobará por escrito el equipo a ser empleado. En todos los casos se exigirá el cumplimiento de la densidad de compactación especificada.

En ningún caso se admitirán capas compactadas mayores de 0.20 [m] de espesor.

3.PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN

El material de relleno deberá colocarse en capas no mayores a 20 cm, con un contenido óptimo de humedad, procediéndose al compactado manual o mecánico, según se especifique.

Para el relleno y compactado del terreno donde se realice la fundación de alguna estructura la compactación efectuada deberá alcanzar una densidad relativa no menor al 90% del ensayo.

Proctor Modificado. Los ensayos de densidad en sitio deberán ser efectuados en cada tramo a diferentes profundidades.

Las pruebas de compactación serán llevadas a cabo por el CONTRATISTA o podrá solicitar la realización de este trabajo a un laboratorio especializado, quedando a su cargo el costo de las mismas.

En caso de no haber alcanzado el porcentaje requerido, se deberá exigir el grado de compactación indicado.

El equipo de compactación a ser empleado será el exigido en la propuesta, en caso de no estar especificado, el SUPERVISOR aprobará por escrito el equipo a ser empleado. En ambos casos se exigirá el cumplimiento de la densidad de compactación especificada.

4.MEDICION

El relleno y compactado será medido en metros cúbicos compactados en su posición final de secciones autorizadas y reconocidas por el SUPERVISOR. En la medición se deberá descontar los volúmenes de tierra que desplazan las tuberías, cámaras, estructuras y otros. La medición se efectuará sobre la geometría del espacio relleno.

5.FORMA DE PAGO

El pago será realizado una vez verificado el cumplimiento de todos los trabajos para la ejecución del ítem. La verificación debe ser realizada en forma conjunta por el CONTRATISTA y el SUPERVISOR. Se cancelará por metro cubico.

ÍTEM: CARPETA DE HORMIGON POBRE.

UNIDAD: M3

1.DESCRIPCIÓN DE ÍTEM

Este ítem se refiere al vaciado de una capa de hormigón pobre con dosificación 1: 3: 4, que servirá de cama o asiento de h=5cm. para la construcción de diferentes estructuras o para otros fines como el de colocado sobre el pedraplén, de acuerdo a la altura y sectores singularizados en los planos de detalle, formulario de presentación de propuestas y/o instrucciones del Supervisor de Obra.

2.MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO

El cemento y los áridos deberán cumplir con los requisitos de calidad exigidos para los hormigones. El hormigón pobre se preparará con un contenido mínimo de cemento de 225 kilogramos por metro cúbico de hormigón.

El agua deberá ser razonablemente limpia, y libre de aceites, sales, ácidos o cualquier otra sustancia perjudicial. No se permitirá el empleo de aguas estancadas provenientes de pequeñas lagunas o aquéllas que provengan de pantanos o desagües.

3.PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN

Una vez limpia el área respectiva, se efectuará el vaciado del hormigón de limpieza en el espesor o altura señalada en los planos. El hormigón se deberá compactar (chuceado) con barretas o varillas de fierro. Efectuada la compactación se procederá a realizar el enrasado y nivelado mediante una regla de madera, dejando una superficie lisa y uniforme. El Hormigón de limpieza deberá de cumplir con una resistencia aproximada de 11 Mpa con un contenido mínimo de cemento de 180 -200 kg/m³. Para la ejecución de los trabajos, el contratista deberá disponer de personal calificado y con aprobación del Supervisor de Obra.

4.MEDICIÓN

El hormigón de limpieza se medirá en metros cúbicos, teniendo en cuenta únicamente los volúmenes netos ejecutados y aprobados por el Supervisor de Obra.

5.FORMA DE PAGO

Este ítem ejecutado en un todo de acuerdo con las presentes especificaciones, medido según lo señalado en el punto anterior y aprobado por el SUPERVISOR de Obra, será pagado al precio unitario de la propuesta aceptada una vez verificado el cumplimiento de todos los trabajos para la ejecución del ítem. La verificación debe ser realizada en forma conjunta por el CONTRATISTA y el SUPERVISOR. El pago será realizado una vez verificado el cumplimiento de todos los trabajos para la ejecución del ítem. La verificación debe ser realizada en forma conjunta por el CONTRATISTA y el SUPERVISOR. Sera cancelado por metro cubico.

HORMIGÓN ARMADO H-25

1.DESCRIPCIÓN DE ÍTEM

Este ítem comprende la ejecución de estructuras de Hormigón Armado como ser: zapatas, sobrecimientos, columnas, vigas de cimentación, vigas, losas, escaleras, botaguas, dinteles, muros, tapas, etc

2.ALCANCE DE LOS TRABAJOS

Este ítem se refiere a todas las construcciones de hormigón armado que están comprendidas en el proyecto.

Los trabajos abarcan el suministro y puesta a disposición de todos los materiales y equipos requeridos, disponibilidad de mano de obra necesaria, preparación de hormigón, transporte y colocación adecuada, así como los trabajos preparatorios y el curado del hormigón.

También o están incluidos en esta cláusula los ensayos de calidad, las medidas de curado, la elaboración de las juntas de construcción y extensión, los trabajos de encofrado, así como también el empotrado de los anclajes y piezas de acero de toda clase, según los planos estructurales o las instrucciones del SUPERVISOR.

Requisitos del Hormigón

Si no se estipulara lo contrario, el hormigón se preparará de acuerdo a la Norma Boliviana del Hormigón CBH-87 para el hormigón armado y cemento Portland, agregados graduados de acuerdo a normas y agua.

La composición de la mezcla de hormigón será tal que:

- a) Demuestre una buena consistencia plástica de acuerdo a las exigencias de la norma boliviana del hormigón o prescripciones similares para las condiciones determinantes en caso de vaciado.
- b) Que garantice del fraguado las exigencias de resistencia, durabilidad e impermeabilidad de las construcciones de hormigón.

- c) El contenido de agua de la mezcla de hormigón se determinará previamente a la iniciación de los trabajos, para lo cual el CONTRATISTA presentará al SUPERVISOR para su aprobación y en cada caso el diseño de mezcla correspondiente.

Las calidades de hormigón exigidas para cada una de las estructuras estarán indicadas en el índice de medidas o en los planos, y se acogen a la norma boliviana del hormigón aprobada por el SUPERVISOR.

De acuerdo a la Norma CBH-87 se empleará el siguiente tipo de hormigón:gg

Hormigón Tipo	Resist. nominal mínima de probetas cilíndricas a 28 días (Kg/cm ²)	Cantidad mínima de cemento (Kg/m ³)
H 25	250	325 Est. de HoAo

Materiales para la preparación de hormigón Cemento

Tipos de cemento

Se empleará cemento Portland.

El CONTRATISTA deberá conseguir un certificado de calidad del cemento a ser empleado en las OBRAS, emitido por el fabricante o un laboratorio especializado, de reputación conocida, y presentarlo antes del primer vaciado.

Las muestras de hormigón preparadas con este cemento serán convenientemente identificadas, fraguadas y almacenadas para su posterior ensayo. Con el objeto de conseguir información adelantada de la resistencia, se aceptarán ensayos fraguados al vapor. Las pruebas y ensayos de resistencia tendrán lugar en el laboratorio de las OBRAS y serán realizados por el CONTRATISTA bajo la supervisión del SUPERVISOR, de acuerdo a la Norma CBH - 87 o similar.

Los trabajos de vaciado de hormigón podrán comenzarse después de que los ensayos hayan dado resultados satisfactorios y previa autorización del SUPERVISOR

Transporte y almacenamiento del cemento

El cemento se transportará al lugar de las OBRAS en seco y protegido contra la humedad. En caso de transporte de bolsas, éstas tendrán que estar perfectamente cerradas.

Se rechazará el cemento que llegue en bolsas rotas.

El CONTRATISTA queda obligado a entregar al SUPERVISOR una guía de expedición o suministro.

Los recintos y superficies de almacenamientos ofrecerán un fácil acceso con objeto de poder controlar en todo momento las existencias almacenadas.

El cemento deberá emplearse, de ser posible, dentro de los 60 días siguientes a su llegada. Si el almacenaje se extendiera por un período superior a 4 meses, el cemento deberá someterse a las pruebas requeridas que confirmen la aptitud para su empleo.

Para períodos cortos de almacenaje (30 días como máximo), el cemento suministrado en bolsas se apilará en altura no mayor de 14 bolsas. Dicha altura se reducirá a 7 bolsas si el tiempo de almacenaje fuera mayor.

Aditivo.

En el caso para hormigón armado en losas expuestas a la intemperie se usará aditivos impermeabilizantes de hormigón armado, libres de cloruros con el fin de sellar los poros del hormigón, el aditivo no debe exceder el 5% de relación a la masa del cemento. El supervisor debe verificar que la cantidad de aditivo no afecte a la resistencia del hormigón.

Agregados

Requisitos para los materiales

Los agregados necesarios para la fabricación de hormigón (arena, grava y piedra) se extraerán de las canteras próximas a la obra previa verificación de las características de cada material

especificadas en la dosificación de hormigones o de otras fuentes previamente aprobadas por el SUPERVISOR.

Los agregados llenarán los requisitos de limpieza y calidad de la Norma boliviana del hormigón; el SUPERVISOR tendrá el derecho de rechazar todo material que no reúna estas condiciones.

Granulometría

Para el hormigón se empleará como agregados, solamente agregados lavados de acuerdo a la norma boliviana del hormigón, excluyendo los componentes capaces de entrar en suspensión, con un diámetro inferior a 0.02 mm, cuando estos sobrepasen un 3% del peso total.

La granulometría de la mezcla de arena y grava para la fabricación de hormigón habrá de corresponder a lo prescrito por la Norma CBH-86. La mezcla deberá contener una cantidad mínima de arena fina (diámetro menor a 4 mm) de un 19%, 23%, 36% o 61% y una cantidad máxima de arena fina de 59%, 65%, 74% u 85%, según diámetros máximos del agregado de 63, 32, 16 y 8mm respectivamente.

Los agregados no deberán contener mayor porcentaje, de materias orgánicas o húmicas, o partículas de carbón, ni tampoco compuestos sulfatados, de los especificados por DIN.

Los diámetros máximos de los componentes de los agregados no deberán sobrepasar, en relación al uso del hormigón, las dimensiones siguientes:

- 63 mm para hormigón y muros de contención de un espesor igual o superior a 0.3 m.

- 32 mm para estructuras con un espesor inferior a 0.3 m.

- Según indicación del SUPERVISOR para hormigón ciclópeo.

Los agregados se almacenarán limpios, separados según granulometría y protegidos en el lugar de las OBRAS, de manera tal que no se alteren sus propiedades ni que se mezclen las diferentes granulometrías.

El CONTRATISTA deberá tener a disposición, en el lugar de las diferentes obras, una reserva suficiente de agregados, con el objeto de que sea posible, en caso necesario, una fabricación continua de hormigón.

Agua

Para las mezclas de hormigón se dispondrá de agua limpia o El CONTRATISTA queda obligado a realizar, por cuenta propia, análisis químicos para fin de demostrar su bondad.

Preparación del hormigón Composición de la mezcla

La mezcla de hormigón se hará de tal forma que pueda ser bien acomodada, según la forma de colocación y objeto de empleo.

Los agregados y el contenido de cemento habrán de combinarse en una forma que garanticen la calidad del hormigón exigida y demás requisitos. Las pruebas serán realizadas por personal especializado y se hará de acuerdo a las prescripciones de las Normas DIN o similares aprobadas; así mismo, el CONTRATISTA ha de procurar que se observen, en el lugar de las OBRAS, las proporciones de la mezcla obtenidas de acuerdo a los resultados de los ensayos de dosificación de hormigones y aprobados por el SUPERVISOR. El SUPERVISOR podrá instruir la modificación de las proporciones de la mezcla con el objeto de garantizar los requisitos de calidad de las obras.

El cemento, agregados, agua y posibles aditivos deberán dosificarse para la fabricación del hormigón, quedando obligados el CONTRATISTA a suministrar y poner a disposición los aparatos correspondientes a satisfacción del SUPERVISOR para la composición de la mezcla de hormigón. Se facilitará debidamente y en todo momento la comprobación de la dosificación.

Proceso de mezclado

Mezcladora y dispositivos de pesado

El proceso de mezclado se hará con mezcladoras de hormigón, los componentes de la mezcla Si se empleara el cemento en bolsas, el volumen de la mezcla se calculará en forma tal que en ella se empleen contenidos completos de bolsas.

Todo el equipo mecánico de mezclado, con sus correspondientes dispositivos de pesado, deberá ser aprobado por el SUPERVISOR. El CONTRATISTA tiene la obligación de

realizar periódicamente controles del mecanismo de pesado y del proceso de mezclado, que se llevará a cabo por iniciativa propia o por orden del SUPERVISOR, corriendo los costos a cargo del CONTRATISTA. Cualquier corrección que resultará necesaria será obligación del CONTRATISTA hacerla oportunamente.

El método de agregar el agua deberá garantizar una dosificación perfecta, incluso en caso de necesitarse volúmenes pequeños de agua.

Por lo general y salvo otras instrucciones del SUPERVISOR la dosificación del cemento, agua y agregados no deberá exceder las siguientes tolerancias:

Cemento 3% Agua 3%

Agregados 3%

Para atenerse a las tolerancias especificadas deberán emplearse mezcladoras con dosificador regulado con el fin de tener un control permanente sobre las cantidades de cemento y agua a emplearse.

Para poder verificar la cantidad de la mezcla, en cualquier momento, el SUPERVISOR está facultado para extraer de la mezcladora una muestra representativa.

Los resultados deberán corresponder a las propiedades requeridas del hormigón que se haya especificado para las OBRAS.

Tiempos de mezclado

La mezcladora ha de estar equipada con un dispositivo automático para registrar el número de mezclas ejecutadas, y con un mando automático para interrumpir el proceso de mezclado una vez transcurrido el tiempo fijado.

El período de mezclado comienza después de haber introducido en la mezcladora todos los componentes sólidos (por ejemplo, cemento y agregados). El uso de la capacidad del tambor de la mezcladora y el número de revoluciones han de limitarse en todo momento a las especificaciones de fábrica. El SUPERVISOR tendrá el derecho de modificar el proceso y tiempo de mezclado si se comprobara que la forma de carga de los componentes de la mezcla

y el proceso de mezclado no produce la deseada uniformidad, composición y consistencia del hormigón. No estará permitido cargar la mezcladora excediendo su capacidad, ni posteriormente agregar agua con el fin de obtener una determinada consistencia.

El SUPERVISOR está facultado para prohibir el empleo de aquellas mezcladoras que no cumplieran con los requisitos exigidos.

Consistencia del hormigón

La consistencia del hormigón será de tal manera que permita un buen manejo de la mezcla durante el tiempo que dure el colocado de la misma, de acuerdo con los ensayos de consistencia que efectuará el CONTRATISTA.

Ensayos de calidad de los Materiales Generalidades

Con el objeto de verificar la calidad de los materiales a ser empleados en las OBRAS, y constatar el cumplimiento de las Especificaciones Técnicas, las normas y reglamentos y Disposiciones del SUPERVISOR, el CONTRATISTA será responsable de instalar y mantener un laboratorio a disposición del personal adecuado.

El personal encargado de la toma de muestras y ensayos de materiales deberá ser idóneo y especializado, pudiendo el SUPERVISOR rechazar el personal que considere inadecuado.

El SUPERVISOR está autorizado para supervisar los ensayos. En caso de existir dudas, estos ensayos serán rechazados y el CONTRATISTA está en la obligación de realizar nuevas pruebas.

Antes de la instalación del laboratorio, el CONTRATISTA remitirá al SUPERVISOR, para su aprobación, una lista detallada de todos los equipos e instrumentos que dispondrán en el laboratorio.

El CONTRATISTA deberá hacer un formulario donde se anotará los resultados de los ensayos que después de firmado serán entregados al SUPERVISOR.

Cemento y aditivos

Antes del inicio de las labores de hormigón, el CONTRATISTA presentará certificados de calidad del cemento y aditivos que serán empleados en las OBRAS. Estos certificados podrán ser preparados por los fabricantes, pudiendo el SUPERVISOR exigir la constatación por otro laboratorio de la calidad certificada.

El cemento podrá llegar a las OBRAS en bolsas debiendo el CONTRATISTA certificar la calidad de cada despacho, según guía de remisión.

Los aditivos deberán llegar al lugar de las OBRAS y ser almacenados en sus envases originales.

Agregados

Antes de iniciar la preparación de probetas de prueba de hormigón y cada vez que se cambie el material o lugares de préstamo el CONTRATISTA efectuará los ensayos de agregados gruesos (grava, cascajo, piedra chancada) como para los agregados finos (arena), rigiéndose por lo dispuesto por la Norma CBH-86.

El SUPERVISOR podrá exigir al CONTRATISTA que se realicen pruebas de desgaste de los agregados, si así lo estima conveniente.

Agua

El CONTRATISTA deberá realizar o encargar ensayos de calidad del agua que empleará en la preparación del hormigón. Estos ensayos deberán repetirse por lo menos cada 3 meses, durante el tiempo que duren los trabajos de hormigón.

Hormigón

Ensayos de la calidad del hormigón

Los ensayos de calidad del hormigón serán efectuados durante todo el tiempo que duren los trabajos de hormigón en las OBRAS.

a) Contenido de cemento

El contenido en kg de cemento por m³ de hormigón será controlado por lo menos por cada 50 m³, de hormigón producido

b) Consistencia

La consistencia del hormigón fresco será medida al inicio de los trabajos de hormigón y cada vez que el SUPERVISOR lo solicite.

Los valores aceptables de consistencia serán obtenidos de los resultados de los ensayos de probetas de hormigón.

c) Resistencia a la comprensión

La resistencia a la comprensión del hormigón será determinada mediante ensayos de rotura de por lo menos 3 probetas para los hormigones requeridos en las diferentes obras.

La toma de muestras y los ensayos consecuentes serán efectuados por lo menos cada 50 m³ de hormigón colocado o cuando lo solicite el SUPERVISOR.

Con el objeto de adelantar información de las probetas, las roturas podrán efectuarse a los 7 días de tomada la muestra estimar la resistencia a los 28 días mediante las fórmulas indicadas en la Norma CBH-86.

En caso de emplearse probetas cilíndricas, las conversiones de resultados serán realizadas a su equivalencia en probetas cúbicas, de acuerdo a lo estipulado por la Norma CBH-86.

Control estadístico de los resultados

Para el caso de hormigón empleado en obras mayores, la resistencia característica resultará de la interpretación estadística de los resultados obtenidos en por lo menos 9 ensayos, o sea 36 cilindros de prueba, y será definida por las relaciones o ecuaciones contenidas en la Norma CBH-87:

$f_k = f_m - K \cdot S - f_m (1 - K \cdot V)$ donde:

f_m = media aritmética de los diferentes resultados de ensayos de rotura a los 28 días.

S = desviación standard

V = desviación cuadrática media relativa, o coeficiente de dispersión = S / f_m

K = coeficiente que depende, por un lado, de la probabilidad aceptada "a priori" de tener los resultados de ensayos inferiores al valor f_K y por otro, del número de ensayos que definen f_m .

El valor $(1 - KV)$ no debe ser, en ningún caso, superior a 0,87; es decir que se requiere: $f_m = f_K / 0,87 = 1,15 f_K$ o un valor mayor

Si después de construido un elemento, el valor es inferior al especificado, pero aún es suficiente para resistir las tensiones calculadas, el elemento será aceptado, debiendo el CONTRATISTA mejorar ya sea la dosificación o el control de los trabajos, a fin de que no se repita la situación. Si el valor es inferior al especificado e insuficiente para resistir las tensiones calculadas, se procederá a extraer una muestra o probeta cilíndrica del mismo elemento para ser sometido a ensayo; si el resultado del ensayo es desfavorable, el elemento será puesto en observación hasta llegar a una decisión.

En todo caso, el CONTRATISTA deberá cubrir los gastos que ocasionan las situaciones mencionadas.

La frecuencia del control estadístico deberá ser determinada por el SUPERVISOR.

Para el caso de hormigones empleados en obras menores, no será necesario el control estadístico, para su aceptación, considerándose los valores absolutos de los resultados obtenidos.

Acero de construcción

El CONTRATISTA debería presentar al SUPERVISOR, previa adquisición del acero estructural a ser empleado en las estructuras certificados de calidad del producto realizados por un laboratorio competente.

El certificado deberá contener, por lo menos, los siguientes valores para los diferentes tipos y diámetros de barras a emplearse en la OBRA: Resistencia a la ruptura, Valor de la fluencia del acero, Elongación.

Transporte del hormigón

El hormigón deberá llevarse directamente y lo antes posible de la mezcladora al lugar de su colocación, poniéndose especial cuidado en que no se produzca segregación alguna ni pérdida de materiales.

Se evitará el vaciado desde las alturas superiores a los 1.50 m.

Colocación del hormigón Condiciones especiales

Condiciones previas y aprobación del SUPERVISOR

Antes de comenzar los trabajos deberán quedar cumplidos todos los requisitos que, a juicio del SUPERVISOR, sean necesarios para garantizar una colocación perfecta del hormigón y una ejecución adecuada de los trabajos.

El vaciado del hormigón no comenzará antes que el SUPERVISOR haya dado su conformidad.

3.EQUIPOS Y SISTEMAS DE COLOCACIÓN

El CONTRATISTA propondrá los equipos y sistemas de colocación y el SUPERVISOR dará su conformidad, o en su defecto, dispondrá la modificación de ellos.

Vaciado correcto

El vaciado debería efectuarse de forma tal que se eviten cavidades, debiendo quedar debidamente llenados todos los ángulos y esquinas de encofrado, así como también en deber perfectamente los esfuerzos metálicos y piezas empotradas. El hormigón será debidamente vibrado.

Lugar de colocación en las estructuras

Se pondrá especial cuidado en que el hormigón fresco sea vaciado en las proximidades inmediatas de su lugar definitivo de colocación, con el objeto de evitar un flujo controlado de la masa de hormigón y el peligro consecuente de la segregación de los agregados, debiéndose mantener, en lo posible, una superficie horizontal, salvo que el SUPERVISOR autorice lo contrario.

Colocación en las zonas de cimentación

Limpieza, humedecimiento y recubrimiento de las cimentaciones

El hormigón sólo debe vaciarse en excavaciones de cimentación humedecidas y limpias, debiendo eliminarse toda agua empozada.

Protección de piezas empotradas

El CONTRATISTA ha de asegurar las tuberías, drenes y demás instalaciones que sirvan para mantener las cimentaciones libres de aguas detenidas o corrientes, de forma tal, que al colocar el hormigón no se suelten o desplacen.

Vaciado en capas horizontales Espesor de vaciado

Tratándose de hormigón armado, las alturas de vaciado se limitarán a un espesor de 30 cm., mientras que en el caso de hormigón ciclópeo los espesores pueden alcanzar una altura de 50 cm., salvo otras instituciones del SUPERVISOR.

Fraguado del hormigón vaciado

La colocación y compactación de los vaciados sucesivos para una capa han de quedar terminados antes de que fragüe el hormigón, con el objeto de obtener una unión perfecta.

También las capas superpuestas que no hayan fraguado, serán vibradas en igual forma, para evitar juntas visibles de construcción.

Interrupción del proceso de hormigonado

En caso de que el proceso de hormigonado tuviera que ser interrumpido temporalmente y en consecuencia, el hormigón vaciado se hubiera endurecido, la superficie de la capa deberá escarificarse y limpiarse de toda partícula suelta de los ingredientes del hormigón o materias extrañas antes de comenzar con el próximo vaciado.

Especial cuidado dedicara el acabado de las superficies que quedaran posteriormente visibles. De igual manera se eliminarán los restos de hormigón y demás materiales extraños de las barras metálicas descubiertas, de las piezas empotradas y de los encofrados, antes de continuar con los trabajos interrumpidos. Esta limpieza se hará, de ser posible, antes de que se comience a fraguar el hormigón. Si se realizara más tarde habrá de ponerse atención en que no se dañe la unión entre el acero y el hormigón en las zonas donde se termino el vaciado.

Límites permisibles de la altura

Los límites permisibles de la parte de construcción ejecutada en una fase de hormigonado no deberán sobrepasar los valores que detallan en el cuadro que sigue salvo en el caso de que existan otras instrucciones del SUPERVISOR o que la construcción de la parte de las Obras exigiera tomar medidas. Igualmente, habrían de conservarse los tiempos intermedios para la ejecución de las diversas fases de hormigonado.g

Elementos	Altura máxima de la parte de construcción ejecutada en una fase de hormigonado.	Intervalos a los min. en la ejecución de las diversas fases de hormigonado
Columnas, pilares y paredes antes de hormigonar los techos y vigas superpuestas.	Según instrucciones del SUPERVISOR	2 Horas
Todas las demás partes de estructuras	Según instrucciones del SUPERVISOR	Según instrucciones del SUPERVISOR.

La ejecución de partes de construcción adyacentes, las cuales fueron realizadas en fases diferentes y que deberán unirse entre si por medio de juntas de construcción, tendrán un intervalo de 72 horas como mínimo.

Colocado de hormigón masivo

Cuando se coloquen bloques masivos de hormigón y en especial durante el segundo vaciado, el CONTRATISTA deberá mantener el área del hormigón fresco a un mínimo, vaciando en capas horizontales sucesivas en todo el ancho del bloque. El talud formado entre la capa de hormigón fresco y la siguiente deberá ser lo más empinada posible, a fin de reducir el área al mínimo. Durante la operación de vibrado, deberá tenerse especial cuidado de vibrar capas ya anteriormente concluidas.

Las piedras del agregado grueso que queden sueltas deberán ser retiradas antes de recibir la siguiente capa de hormigón.

El vaciado de hormigón masivo será planificado y ejecutado de modo que se asegure que no se interrumpirá el trabajo hasta la conclusión del vaciado de todo el bloque.

Vaciado del hormigón en columnas, vigas, y muros de contención

El hormigón para muros de contención se vaciará en capas horizontales. Las juntas de construcción serán igualmente horizontales; en este caso, antes del vaciado de hormigón se colocará una capa de mortero de 1.5 cm. de espesor promedio.

El vaciado tendrá lugar igualmente en capas horizontales para columnas y pilares. **Colocación del hormigón en las zonas armadas con anclajes y otras piezas empotradas Situación de las piezas empotradas antes del revestimiento**

Antes de proceder a recubrir de hormigón, según los planos o instrucciones del SUPERVISOR, las piezas empotradas de acero o cualquier otro material se asegurarán para que no se desplacen. También se comprobará que estén completamente limpias y libres de aceite, suciedad o cualquier otro componente suelto.

En ningún caso deberán recubrir con concreto los elementos de madera.

Refuerzos metálicos cerca del encofrado

Se tendrá sumo cuidado de que no se produzca segregación alguna del hormigón si; este hubiera de vaciarse a través de armaduras metálicas. En techos, losas y vigas donde las armaduras van colocadas en el lado inferior cerca del encofrado, a fin de conseguir una superficie inferior llana y compacta del hormigón por lo que se prepararán dados de mortero de 4 x 4 cm. y un espesor igual al recubrimiento especificado.

Este mortero habrá de tener las mismas proporciones de cemento y arena que las de la mezcla de hormigón, el hormigón deberá colocarse antes de que fragüe el mortero.

En casos especiales estén indicados en los planos y el CONTRATISTA habrá de prever medidas que posibiliten una inyección del mortero por debajo o lateralmente, según convenga, a los elementos de construcción. Todos los trabajos de esta índole necesitan aprobación del SUPERVISOR.

Colocación a bajas temperaturas

En caso de periodos de heladas continuas el CONTRATISTA tomará las medidas más apropiadas para proteger el hormigón contra estos efectos negativos.

Compactación del hormigón Elección de los aparatos vibratorios

El hormigón se compactará durante y después del vaciado en forma mecánica, mediante aparatos vibratorios de aplicación interior, cuyas frecuencias, tipos y tamaños deberán ser aprobados por el SUPERVISOR.

El CONTRATISTA está obligado a tener a disposición un número de vibradores suficiente cada vaciado de hormigón, antes de que fragüe.

Transporte de hormigón mediante aparatos vibratorios

El efecto de vibración no deberá ser aprovechado, en ningún caso, para transportar el hormigón fresco a lo largo del encofrado por el peligro de una segregación.

Trabajo de encofrado Requisitos generales

Los encofrados se emplearán en todos los lugares donde las estructuras de hormigón los requieran. El material que se usará en los encofrados podrá ser de metal, madera o ambos. Estos tendrán que ser lo suficientemente fuertes para resistir las presiones y empujes del hormigón durante los procesos de vaciado y compactación, sin cambiar su forma o desalinearse en forma alguna

El CONTRATISTA podría elegir, con la aprobación del SUPERVISOR, el tipo de encofrado, metal o madera. Determinante es el acabado que se exige para las superficies del hormigón en las estructuras terminadas.

Se colocarán encofrados en forma tal que las dimensiones de las estructuras de hormigón terminadas correspondan exactamente a los planos o instrucciones del SUPERVISOR. Por otro lado, habrían de tomarse igualmente en consideración los asentamientos y deformaciones que tendrían lugar bajo las cargas.

Para los encofrados que se encuentren en cavidades de difícil acceso, se preverán orificios especiales que permitirán un acceso adecuado para su posterior remoción.

Tratamiento de los elementos de encofrado Limpieza

Las planchas de encofrado se limpiarán con el esmero debido y se acoplarán de forma que no permitan pérdidas de mortero, ni de agua.

En caso de que se vuelvan a emplear los tablonos y tablas usadas, se ha de proceder a una limpieza detenida de los mismos y al reacondicionamiento respectivo.

Humedecimiento del encofrado de madera

Las planchas de madera se humedecerán lo suficiente por ambas caras, poco antes de proceder al vaciado del hormigón. Se librarán de toda partícula suelta y dañina, así como también de charcos de agua. El SUPERVISOR inspeccionará el encofrado antes de cada vaciado de hormigón.

Desencofrado y reparación de fallas Tiempos

Los tiempos mínimos del desencofrado se guían por el elemento constructivo, por las cargas existentes, por los soportes provisionales y por la calidad del hormigón (Vea sus Normas DIN 1045). Sin embargo, no deberán ser inferiores a 3 días, teniendo que ser fijados de conformidad con el SUPERVISOR y de acuerdo a las condiciones prevalecientes.

El desencofrado de las estructuras de hormigón ya terminadas, solo podrán tener lugar con la autorización o aprobación del SUPERVISOR.

Rellenos detrás de las estructuras no se harán antes de los 21 días de haber vaciado el hormigón y reparación de la misma:

El CONTRATISTA deberá ejecutar los trabajos de desencofrado de tal forma que el hormigón no sufra deterioros. Para el caso de que no pudieran evitarse deterioros, el CONTRATISTA corregirá por cuenta propia y a plena satisfacción del SUPERVISOR todas las imperfecciones en la superficie del hormigón, debidas al desencofrado, lo mismo que todos aquellos otros daños que no provengan de los trabajos de desencofrado.

Los amarres, zunchos y anclajes que unen entre si las planchas del encofrado, han de tener la propiedad de dejar en las superficies de hormigón agujeros lo más pequeños posibles. Las caras visibles de las estructuras se rasparán o someterán a un tratamiento posterior, si hubiera necesidad de ello. Los alambres de amarre se cortarán a 3 cm. de profundidad de la superficie exterior, revocando debidamente los agujeros.

La superficie de hormigón expuesta a la vista (cara vista), deberá quedar libre de manchas desigualdades; las irregularidades de superficie no podrán exceder a 10mm.

ARMADURA

Las barras de hierro se cortarán y doblarán ajustándose a las dimensiones y formas indicadas en los planos y las planillas de hierros, las mismas que deberán ser verificadas por el Supervisor de Obra antes de su utilización.

El doblado de las barras se realizará en frío, mediante el equipo adecuado y velocidad limitada, sin golpes ni choques.

Queda terminantemente prohibido el cortado y el doblado en caliente.

Las barras de hierro que fueron dobladas no podrán ser enderezadas, ni podrán ser utilizadas nuevamente sin antes eliminar la zona doblada.

El radio mínimo de doblado, salvo indicación contraria en los planos será:

- Acero 4200 Kg/cm² (fatiga de fluencia): 13 veces el diámetro

La tendencia a la rectificación de las barras con curvatura dispuesta en zona de tracción, será evitada mediante estribos adicionales convenientemente dispuestos.

Limpieza y colocación.

Antes de introducir las armaduras en los encofrados, se limpiarán adecuadamente, mediante cepillos de acero, librándolas de polvo, barro, grasas, pinturas y todo aquello que disminuya la adherencia.

Si en el momento de colocar el hormigón existieran barras con mortero u hormigón endurecido, éstos se deberán eliminar completamente.

Todas las armaduras se colocarán en las posiciones precisas establecidas en los planos estructurales. Para sostener, separar y mantener los recubrimientos de las armaduras, se emplearán soportes de mortero (galletas) con ataduras metálicas que se construirán con la debida anticipación, de manera que tengan formas, espesores y resistencia adecuada. Se colocarán en número suficiente para conseguir las posiciones adecuadas, quedando terminantemente prohibido el uso de piedras como separadores.

Se cuidará especialmente que todas las armaduras queden protegidas mediante los recubrimientos mínimos especificados en los planos.

La armadura superior de las losas se asegurará adecuadamente, para lo cual el Contratista tendrá la obligación de construir caballetes en un número conveniente pero no menor a 4 piezas por m².

La armadura de los muros se mantendrá en su posición mediante fierros especiales en forma de S, en un número adecuado, pero no menor a 4 por m², los cuales deberán agarrar las barras externas de ambos lados.

Todos los cruces de barras deberán atarse en forma adecuada.

Previamente al vaciado, el Supervisor de Obra deberá verificar cuidadosamente la armadura y autorizar mediante el Libro de Ordenes, si corresponde, el vaciado del hormigón.

Empalmes en las barras

Queda prohibido efectuar empalmes en barras sometidas a tracción.

Si fuera necesario realizar empalmes, éstos se ubicarán en aquellos lugares donde las barras tengan menores sollicitaciones.

En una misma sección de un elemento estructural solo podrá aceptarse un empalme cada cinco barras.

La resistencia del empalme deberá ser como mínimo igual a la resistencia que tiene la barra. Se realizarán empalmes por superposición de acuerdo al siguiente detalle:

- a) Los extremos de las barras se colocarán en contacto directo en toda su longitud de empalme, los que podrán ser rectos o con ganchos de acuerdo a lo especificado en los planos, no admitiéndose dichos ganchos en armaduras sometidas a compresión.
- b) En toda la longitud del empalme se colocarán armaduras transversales suplementarias para mejorar las condiciones del empalme.
- c) Los empalmes mediante soldadura eléctrica, solo serán autorizados cuando el Contratista demuestre satisfactoriamente mediante ensayos, que el acero a soldar reúne las características necesarias y su resistencia no se vea disminuida, debiendo recabar una autorización escrita de parte del Supervisor de Obra.

Toda recepción deberá ser autorizada por el SUPERVISOR.

4.MEDICIÓN

La medición del hormigón armado corresponderá al volumen de material colocado en metros cúbicos, comprendiendo el suministro de materiales, equipos, mano de obra, colocación, instalación, remoción de los encofrados, acero estructural y curado del hormigón de acuerdo con las presentes especificaciones y en general todo gasto necesario para terminar el trabajo a entera satisfacción del SUPERVISOR.

5.FORMA DE PAGO.

Estas actividades serán pagadas en su totalidad al contratista en los ítems:

DESCRIPCIÓN DEL ITEMS	UNIDAD
ZAPATA DE HORMIGÓN ARMADO	m ³
VIGA CENTRADORA DE ZAPATA H25	m ³
MUROS DE H°A° H25	m ³
COLUMNAS DE HORMIGÓN ARMADO H25	m ³
VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO H25	m ³
LOSA MACIZA DE HORMIGON ARMADO	m ²
ESCALERAS DE HORMIGÓN ARMADO	m ³

ÍTEM: LOSA ALIVIANA DE VIGUETAS PRETENSADAS

MUNIDAD: M2

1.DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM.

Este ítem consiste en la construcción de losa alivianada con 20 centímetros de espesor terminado, para ello deberá utilizarse viguetas prefabricadas con complemento de plastoform N° 15. Material a utilizar: Viguetas prefabricadas, complementos de plastoform N° 15, cemento, arenilla, ripio, alambre, hierro 1/4", puntales, encofrado y puntales.

2.PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN.

Para la ejecución de la losa previamente se deberá contar con la aprobación de todas las armaduras de las vigas de hormigón armado, las cuales constituirán parte de la losa a construir. Para el armado de losa se deberá prever que las viguetas sean provistas por las fábricas reconocidas en nuestro medio de tal manera que garanticen la calidad de la misma, los complementos a utilizar deberán ser de plastoform N° 15, una vez armada la losa se colocará una parrilla con hierro de 1/4" con una separación de 30 centímetros en ambos sentidos de acuerdo a planos de detalle.

Una vez armada la parrilla se ejecutará las instalaciones eléctricas e hidro-sanitarias, para finalmente proceder con el vaciado de la losa con un espesor uniforme de 5 centímetros utilizando reglas para garantizar el espesor, utilizando para ello un hormigón H25, con las características señaladas en el plano estructural, el terminado final deberá ser frotachado. El curado de la losa se lo deberá realizar durante siete días consecutivos, utilizando un método propuesto por la empresa y aprobado por la Supervisión.

3.MEDICIÓN

La losa alivianada de 20 centímetros con viguetas pretensadas y complementos de plastoform N° 15, se medirá por metro cuadrado (m2) terminado, en medida neta sin incluir las vigas.

4.FORMA DE PAGO

Los trabajos realizados tal como lo prescriben las presentes Especificaciones Técnicas y aprobadas por el Supervisor de obras, medido de acuerdo al acápite anterior, serán pagados

de acuerdo a los precios unitarios de la propuesta aceptada y serán compensación total por todos los materiales, mano de obra, equipo, herramientas y otros gastos directos e indirectos que incidan en su costo. **Este ítem será pagado por metro cuadrado (m²).**

ÍTEM: MURO DE LADRILLO 6H E12 DOSIF.1:5

UNIDAD: M2

1.DESCRIPCION DE ITEM

Este ítem se refiere a la construcción de muros con diferentes tipos de ladrillo (gambote, cerámico 6H), de dimensiones comerciales previa instrucción del Supervisor de Obra. Se define como ladrillo cerámico, a aquel mampuesto o elemento de construcción constituido esencialmente por tierra arcillosa de características apropiadas, moldeado en forma de rectangular y sometido a un adecuado proceso de secado y cocción. Los ladrillos cerámicos se deben adecuar en todo a las normas N.B. 065 - 74 y N.B. 066 - 74.

2.MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

Bloques de ladrillo

(Especificaciones adecuadas a la Norma Boliviana 065-74 y 066-74)

Características de las materias primas

Los ladrillos deberán fabricarse de arcilla o tierra arcillosa bien preparada, con o sin adición de materias áridas, de suficiente plasticidad y consistencia para que pueda tomar forma permanente y secarse sin que presente grietas, nódulos o deformaciones, no deba contener material alguno que pueda causar eflorescencia o manchas en el acabado.

Características del ladrillo terminado

Los ladrillos se fabricarán por el procedimiento de cocción al rojo y una vez terminados deben estar libres de grietas, sales o granos y de carbonato cálcico y otros defectos que puedan influir en su calidad, reducir su resistencia o limitar su uso. Cuando se les golpea deben emitir un sonido metálico de campana, las superficies deben ser planas y los ángulos deben ser rectos.

3.PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN

Los ladrillos de cerámico 6H y ladrillo Gambote se mojarán abundantemente antes de su colocación e igualmente antes de la aplicación del mortero sobre ellos, colocándose en hiladas perfectamente horizontales y a plomada. El espesor de las juntas de mortero tanto vertical como horizontal deberá ser de 1.5 cm. Los ladrillos de cerámico 6H y ladrillo Gambote deberán tener una trabazón adecuada en las hiladas sucesivas, de tal manera de evitar la continuidad de las juntas verticales. Para el efecto, de acuerdo al ancho de los muros, el Contratista deberá acatar y cumplir con las siguientes recomendaciones:

Cuando los ladrillos sean colocados de soga (muros de media asta-espesor del muro iguala lado menor de un ladrillo), las juntas verticales de cada hilada deberán coincidir con el medio ladrillo de las hiladas superior e inferior.

Cuando el espesor de los muros sea mayor al lado mayor de un ladrillo se podrá emplear aparejo de asta y media, que consistirá en colocar en una hilada un ladrillo de soga en un paramento y uno de tizón en el otro paramento, invirtiendo esta posición en la siguiente hilada, de tal manera que las juntas verticales de las hiladas de un mismo tipo en cualquiera de los paramentos se correspondan. Se cuidará que los ladrillos tengan una correcta trabazón en los cruces entre muros y tabiques. Cuando los paños de los muros de ladrillo se encuentren limitados por columnas, vigas o losas, previa la colocación del mortero se picará adecuadamente la superficie de los elementos estructurales de hormigón armado, de tal manera que se obtenga una superficie rugosa que asegure una buena adherencia. Una vez que el muro haya absorbido todos los asentamientos posibles, se rellenará este espacio acunando firmemente los ladrillos o los bloques de cemento correspondientes a la hilada superior final.

El mortero de cemento en la proporción 1: 5 será mezclado en las cantidades necesarias para su empleo inmediato. Se rechazará todo mortero que tenga treinta minutos o más a partir del momento de mezclado.

El mortero será de una consistencia tal que se asegure su trabajabilidad y la manipulación de masas compactas, densas y con un aspecto y coloración uniformes. Los espesores de muros deberán ajustarse estrictamente a las dimensiones señaladas en los planos respectivos, a menos que el Supervisor de Obra instruya por escrito otra cosa.

A tiempo de construirse muros, en los casos que sea posible, se dejarán los espacios necesarios para las tuberías de los diferentes tipos de instalaciones, al igual que cajas, tacos de madera y otros accesorios que pudieran requerirse.

En los vanos de puertas y ventanas se preverá la colocación de dinteles.

4.MEDICION

Los muros de serán medidos en metros cuadrados, tomando en cuenta únicamente el área neta del trabajo ejecutado. Los vanos para puertas, ventanas y elementos estructurales que no sean construidos con ladrillo o bloques deberán ser descontados.

5.FORMA DE PAGO

Este ítem ejecutado en un todo de acuerdo con los planos y las presentes especificaciones, medido según lo señalado y aprobado por el Supervisor de Obra, será pagado a los precios unitarios de la propuesta aceptada para cada clase de muro y/o tabique.

Dichos precios serán compensación total por los materiales, mano de obra, herramientas, equipo y otros gastos que sean necesarios para la adecuada y correcta ejecución de los trabajos.

**FORMULARIO B-2
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

DATOS GENERALES				
Proyecto: HOTEL AYRE (MODULO 1: Obras Preliminares)				
Actividad: Demolicion				
Cantidad: 525.00				
Unidad: m ²				
Moneda: Bolivianos				
1.- MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
TOTAL MATERIALES:				0.0000
2.- MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1 Peon	hr	0.3500	12.500	4.3750
SUBTOTAL MANO DE OBRA:				4.3750
CARGAS SOCIALES (55.00% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)				2.4063
IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)				1.0131
TOTAL MANO DE OBRA:				7.7944
3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)				0.3897
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:				0.3897
4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
GASTOS GENERALES (10.00% de 1 + 2 + 3)				0.8184
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:				0.8184
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)				0.9003
TOTAL UTILIDAD:				0.9003
6.- IMPUESTOS				
IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				0.3060
TOTAL IMPUESTOS:				0.3060
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):				10.2088
PRECIO UNITARIO ADOPTADO:				10.21

Son: Diez con 21/100 Bolivianos

**FORMULARIO B-2
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

DATOS GENERALES				
Proyecto: HOTEL AYRE (MODULO 1: Obras Preliminares)				
Actividad: Limpieza y desbroce				
Cantidad: 1.00				
Unidad: glb				
Moneda: Bolivianos				
1.- MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
TOTAL MATERIALES:				0.0000
2.- MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1 Peon	hr	10.0000	12.500	125.0000
SUBTOTAL MANO DE OBRA:				125.0000
CARGAS SOCIALES (55.00% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)				68.7500
IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)				28.9462
TOTAL MANO DE OBRA:				222.6962
3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)				11.1348
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:				11.1348
4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
GASTOS GENERALES (10.00% de 1 + 2 + 3)				23.3831
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:				23.3831
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)				25.7214
TOTAL UTILIDAD:				25.7214
6.- IMPUESTOS				
IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				8.7427
TOTAL IMPUESTOS:				8.7427
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):				291.6782
PRECIO UNITARIO ADOPTADO:				291.68

Son: Doscientos Noventa y Uno con 68/100 Bolivianos

**FORMULARIO B-2
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

DATOS GENERALES				
Proyecto: HOTEL AYRE (MODULO 1: Obras Preliminares)				
Actividad: Instalacion de faenas				
Cantidad:	1.00			
Unidad:	glb			
Moneda:	Bolivianos			
1.- MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1 Madera de construccion	pie ²	550.0000	8.000	4,400.0000
2 Calamina N° 28	m ²	36.0000	35.000	1,260.0000
3 Puerta corriente de cedro	pza	1.0000	280.000	280.0000
4 Ventana simple	pza	1.0000	150.000	150.0000
5 Clavos	kg	4.0000	14.000	56.0000
6 Alambre de amarre	kg	4.0000	13.000	52.0000
TOTAL MATERIALES:				6,198.0000
2.- MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1 Albañil	hr	24.0000	18.750	450.0000
2 Ayudante	hr	24.0000	15.000	360.0000
SUBTOTAL MANO DE OBRA:				810.0000
CARGAS SOCIALES (55.00% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)				445.5000
IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)				187.5717
TOTAL MANO DE OBRA:				1,443.0717
3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)				72.1536
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:				72.1536
4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS	GASTOS GENERALES (10.00% de 1 + 2 + 3)			771.3225
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:				771.3225
5.- UTILIDAD	UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)			848.4548
TOTAL UTILIDAD:				848.4548
6.- IMPUESTOS	IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)			288.3898
TOTAL IMPUESTOS:				288.3898
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):				9,621.3924
PRECIO UNITARIO ADOPTADO:				9,621.39

Son: Nueve Mil Seiscientos Veintiuno con 39/100 Bolivianos

**FORMULARIO B-2
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

DATOS GENERALES				
Proyecto: HOTEL AYRE (MODULO 2: Movimiento de tierras)				
Actividad: Excavacion con maquinaria				
Cantidad: 332.63				
Unidad: m ³				
Moneda: Bolivianos				
1.- MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
TOTAL MATERIALES:				0.0000
2.- MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1 Operador E. Pesado	hr	0.0600	18.750	1.1250
2 Ayudante	hr	0.0600	15.000	0.9000
SUBTOTAL MANO DE OBRA:				2.0250
CARGAS SOCIALES (55.00% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)				1.1138
IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)				0.4689
TOTAL MANO DE OBRA:				3.6077
3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1 Retroexcavadora	hr	0.0500	210.000	10.5000
2 Volqueta 6 m3	hr	0.2000	130.000	26.0000
HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)				0.1804
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:				36.6804
4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
GASTOS GENERALES (10.00% de 1 + 2 + 3)				4.0288
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:				4.0288
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)				4.4317
TOTAL UTILIDAD:				4.4317
6.- IMPUESTOS				
IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				1.5063
TOTAL IMPUESTOS:				1.5063
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):				50.2549
PRECIO UNITARIO ADOPTADO:				50.25

Son: Cincuenta con 25/100 Bolivianos

**FORMULARIO B-2
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

DATOS GENERALES				
Proyecto: HOTEL AYRE (MODULO 2: Movimiento de tierras)				
Actividad: Relleno y compactado c/vibro compactador manual				
Cantidad: 277.23				
Unidad: m ³				
Moneda: Bolivianos				
1.- MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
TOTAL MATERIALES:				0.0000
2.- MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1 Albañil	hr	0.4000	18.750	7.5000
2 Ayudante	hr	1.5000	15.000	22.5000
3 Peon	hr	1.5000	12.500	18.7500
SUBTOTAL MANO DE OBRA:				48.7500
CARGAS SOCIALES (55.00% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)				26.8125
IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)				11.2890
TOTAL MANO DE OBRA:				86.8515
3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1 Vibro compactadora manual	hr	0.3500	30.000	10.5000
HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)				4.3426
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:				14.8426
4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
GASTOS GENERALES (10.00% de 1 + 2 + 3)				10.1694
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:				10.1694
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)				11.1864
TOTAL UTILIDAD:				11.1864
6.- IMPUESTOS				
IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				3.8022
TOTAL IMPUESTOS:				3.8022
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):				126.8521
PRECIO UNITARIO ADOPTADO:				126.85

Son: Ciento Veintiseis con 85/100 Bolivianos

**FORMULARIO B-2
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

DATOS GENERALES					
Proyecto: HOTEL AYRE (MODULO 3:Fundaciones)					
Actividad: Carpeta de Hormigon Pobre					
Cantidad:	11.10				
Unidad:	m ³				
Moneda:	Bolivianos				
1.- MATERIALES		Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Cemento	kg	320.0000	0.920	294.4000
2	Arena	m ³	0.5200	130.000	67.6000
3	Grava	m ³	0.9000	130.000	117.0000
4	Agua	l	170.0000	0.060	10.2000
TOTAL MATERIALES:					489.2000
2.- MANO DE OBRA		Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Albañil	hr	5.0000	18.750	93.7500
2	Ayudante	hr	10.0000	15.000	150.0000
SUBTOTAL MANO DE OBRA:					243.7500
CARGAS SOCIALES (55.00% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)					134.0625
IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)					56.4452
TOTAL MANO DE OBRA:					434.2577
3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Mezcladora	hr	0.3500	30.000	10.5000
HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)					21.7129
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:					32.2129
4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
GASTOS GENERALES (10.00% de 1 + 2 + 3)					95.5671
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:					95.5671
5.- UTILIDAD					
UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)					105.1238
TOTAL UTILIDAD:					105.1238
6.- IMPUESTOS					
IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)					35.7316
TOTAL IMPUESTOS:					35.7316
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):					1,192.0931
PRECIO UNITARIO ADOPTADO:					1,192.09

Son: Un Mil Ciento Noventa y Dos con 09/100 Bolivianos

**FORMULARIO B-2
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

DATOS GENERALES				
Proyecto: HOTEL AYRE (MODULO 3:Fundaciones)				
Actividad: Zapatas de hormigon armado H 25				
Cantidad: 50.30				
Unidad: m ³				
Moneda: Bolivianos				
1.- MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1 Cemento	kg	350.0000	0.920	322.0000
2 Arena	m ³	0.5000	130.000	65.0000
3 Grava	m ³	0.7000	130.000	91.0000
4 Agua	l	170.0000	0.060	10.2000
5 Acero corrugado	kg	52.7200	8.100	427.0320
6 Madera de construccion	pie ²	30.0000	8.000	240.0000
7 Alambre de amarre	kg	1.0000	13.000	13.0000
8 Clavos	kg	0.5000	14.000	7.0000
TOTAL MATERIALES:				1,175.2320
2.- MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1 Albañil	hr	12.0000	18.750	225.0000
2 Ayudante	hr	18.0000	15.000	270.0000
3 Encofrador	hr	10.0000	20.500	205.0000
4 Armador	hr	10.0000	20.500	205.0000
SUBTOTAL MANO DE OBRA:				905.0000
CARGAS SOCIALES (55.00% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)				497.7500
IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)				209.5708
TOTAL MANO DE OBRA:				1,612.3208
3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1 Mezcladora	hr	0.5000	30.000	15.0000
2 Vibradora	hr	0.3500	20.000	7.0000
HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)				80.6160
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:				102.6160
4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS	GASTOS GENERALES (10.00% de 1 + 2 + 3)			289.0169
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:				289.0169
5.- UTILIDAD	UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)			317.9186
TOTAL UTILIDAD:				317.9186
6.- IMPUESTOS	IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)			108.0605
TOTAL IMPUESTOS:				108.0605
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):				3,605.1648
PRECIO UNITARIO ADOPTADO:				3,605.16

Son: Tres Mil Seiscientos Cinco con 16/100 Bolivianos

**FORMULARIO B-2
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

DATOS GENERALES					
Proyecto: HOTEL AYRE (MODULO 3:Fundaciones)					
Actividad: Viga centradora de zapatas H25					
Cantidad:	4.53				
Unidad:	m ³				
Moneda:	Bolivianos				
1.- MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total	
1	Cemento	kg	350.0000	0.920	322.0000
2	Arena	m ³	0.5000	130.000	65.0000
3	Grava	m ³	0.8000	130.000	104.0000
4	Madera de construccion	pie ²	25.0000	8.000	200.0000
5	Acero corrugado	kg	250.0000	8.100	2,025.0000
6	Agua	l	170.0000	0.060	10.2000
7	Clavos	kg	0.4000	14.000	5.6000
8	Alambre de amarre	kg	0.4000	13.000	5.2000
TOTAL MATERIALES:				2,737.0000	
2.- MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total	
1	Albañil	hr	12.0000	18.750	225.0000
2	Ayudante	hr	18.0000	15.000	270.0000
3	Encofrador	hr	10.0000	20.500	205.0000
4	Armador	hr	10.0000	20.500	205.0000
SUBTOTAL MANO DE OBRA:				905.0000	
CARGAS SOCIALES (55.00% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)				497.7500	
IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)				209.5708	
TOTAL MANO DE OBRA:				1,612.3208	
3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total	
1	Mezcladora	hr	0.5000	30.000	15.0000
2	Vibradora	hr	0.3500	20.000	7.0000
HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)				80.6160	
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:				102.6160	
4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS	GASTOS GENERALES (10.00% de 1 + 2 + 3)			445.1937	
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:				445.1937	
5.- UTILIDAD	UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)			489.7131	
TOTAL UTILIDAD:				489.7131	
6.- IMPUESTOS	IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)			166.4535	
TOTAL IMPUESTOS:				166.4535	
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):				5,553.2971	
PRECIO UNITARIO ADOPTADO:				5,553.30	

Son: Cinco Mil Quinientos Cincuenta y Tres con 30/100 Bolivianos

**FORMULARIO B-2
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

DATOS GENERALES					
Proyecto: HOTEL AYRE (MODULO 4: Obra gruesa)					
Actividad: Muros de H ³ A ² H25					
Cantidad: 35.13					
Unidad: m ³					
Moneda: Bolivianos					
1.- MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total	
1	Cemento	kg	380.0000	0.920	349.6000
2	Arena	m ³	0.6000	130.000	78.0000
3	Grava	m ³	0.7600	130.000	98.8000
4	Agua	l	180.0000	0.060	10.8000
5	Madera de construccion	pie ²	100.0000	8.000	800.0000
6	Acero corrugado	kg	76.8600	8.100	622.5660
7	Clavos	kg	1.5000	14.000	21.0000
8	Alambre de amarre	kg	1.5000	13.000	19.5000
TOTAL MATERIALES:				2,000.2660	
2.- MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total	
1	Albañil	hr	15.0000	18.750	281.2500
2	Ayudante	hr	10.0000	15.000	150.0000
3	Encofrador	hr	15.0000	20.500	307.5000
4	Armador	hr	5.0000	20.500	102.5000
5	Peon	hr	7.0000	12.500	87.5000
SUBTOTAL MANO DE OBRA:				928.7500	
CARGAS SOCIALES (55.00% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)				510.8125	
IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)				215.0706	
TOTAL MANO DE OBRA:				1,654.6331	
3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total	
1	Vibradora	hr	0.2500	20.000	5.0000
2	Mezcladora	hr	0.2500	30.000	7.5000
HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)				82.7317	
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:				95.2317	
4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS	GASTOS GENERALES (10.00% de 1 + 2 + 3)			375.0131	
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:				375.0131	
5.- UTILIDAD	UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)			412.5144	
TOTAL UTILIDAD:				412.5144	
6.- IMPUESTOS	IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)			140.2136	
TOTAL IMPUESTOS:				140.2136	
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):				4,677.8719	
PRECIO UNITARIO ADOPTADO:				4,677.87	

Son: Cuatro Mil Seiscientos Setenta y Siete con 87/100 Bolivianos

**FORMULARIO B-2
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

DATOS GENERALES				
Proyecto: HOTEL AYRE (MODULO 4: Obra gruesa)				
Actividad: Columnas de hormigon armado H25				
Cantidad: 43.58				
Unidad: m ³				
Moneda: Bolivianos				
1.- MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1 Cemento	kg	350.0000	0.920	322.0000
2 Arena	m ³	0.5000	130.000	65.0000
3 Grava	m ³	0.7000	130.000	91.0000
4 Agua	l	170.0000	0.060	10.2000
5 Madera de construccion	pie ²	80.0000	8.000	640.0000
6 Acero corrugado	kg	153.3700	8.100	1,242.2970
7 Clavos	kg	2.0000	14.000	28.0000
8 Alambre de amarre	kg	2.0000	13.000	26.0000
TOTAL MATERIALES:				2,424.4970
2.- MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1 Albañil	hr	10.0000	18.750	187.5000
2 Encofrador	hr	17.0000	20.500	348.5000
3 Armador	hr	10.0000	20.500	205.0000
4 Ayudante	hr	22.0000	15.000	330.0000
SUBTOTAL MANO DE OBRA:				1,071.0000
CARGAS SOCIALES (55.00% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)				589.0500
IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)				248.0115
TOTAL MANO DE OBRA:				1,908.0615
3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1 Mezcladora	hr	0.5000	30.000	15.0000
2 Guinche	hr	0.5000	42.000	21.0000
3 Vibradora	hr	0.3500	20.000	7.0000
HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)				95.4031
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:				138.4031
4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS	GASTOS GENERALES (10.00% de 1 + 2 + 3)			447.0962
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:				447.0962
5.- UTILIDAD	UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)			491.8058
TOTAL UTILIDAD:				491.8058
6.- IMPUESTOS	IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)			167.1648
TOTAL IMPUESTOS:				167.1648
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):				5,577.0284
PRECIO UNITARIO ADOPTADO:				5,577.03

Son: Cinco Mil Quinientos Setenta y Siete con 03/100 Bolivianos

**FORMULARIO B-2
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

DATOS GENERALES					
Proyecto: HOTEL AYRE (MODULO 4: Obra gruesa)					
Actividad: Vigas de hormigon armado H25					
Cantidad:	133.08				
Unidad:	m ³				
Moneda:	Bolivianos				
1.- MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total	
1	Cemento	kg	350.0000	0.920	322.0000
2	Arena	m ³	0.5000	130.000	65.0000
3	Grava	m ³	0.7000	130.000	91.0000
4	Acero corrugado	kg	67.7300	8.100	548.6130
5	Madera de construccion	pie ²	96.0000	8.000	768.0000
6	Alambre de amarre	kg	2.0000	13.000	26.0000
7	Clavos	kg	2.0000	14.000	28.0000
8	Agua	l	170.0000	0.060	10.2000
TOTAL MATERIALES:				1,858.8130	
2.- MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total	
1	Encofrador	hr	17.0000	20.500	348.5000
2	Armador	hr	9.0000	20.500	184.5000
3	Albañil	hr	9.0000	18.750	168.7500
4	Ayudante	hr	18.0000	15.000	270.0000
SUBTOTAL MANO DE OBRA:				971.7500	
CARGAS SOCIALES (55.00% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)				534.4625	
IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)				225.0281	
TOTAL MANO DE OBRA:				1,731.2406	
3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total	
1	Mezcladora	hr	0.5000	30.000	15.0000
2	Vibradora	hr	0.3500	20.000	7.0000
3	Guinche	hr	1.0000	42.000	42.0000
HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)				86.5620	
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:				150.5620	
4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS	GASTOS GENERALES (10.00% de 1 + 2 + 3)			374.0616	
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:				374.0616	
5.- UTILIDAD	UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)			411.4677	
TOTAL UTILIDAD:				411.4677	
6.- IMPUESTOS	IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)			139.8579	
TOTAL IMPUESTOS:				139.8579	
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):				4,666.0028	
PRECIO UNITARIO ADOPTADO:				4,666.00	

Son: Cuatro Mil Seiscientos Sesenta y Seis Bolivianos

**FORMULARIO B-2
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

DATOS GENERALES					
Proyecto: HOTEL AYRE (MODULO 4: Obra gruesa)					
Actividad: Losa maciza de Hormigon Armado					
Cantidad:	12.17				
Unidad:	m ³				
Moneda:	Bolivianos				
1.- MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total	
1	Cemento	kg	350.0000	0.920	322.0000
2	Arena	m ³	0.5000	130.000	65.0000
3	Grava	m ³	0.7000	130.000	91.0000
4	Agua	l	170.0000	0.060	10.2000
5	Acero corrugado	kg	20.0000	8.100	162.0000
6	Madera de construccion	pie ²	100.0000	8.000	800.0000
7	Alambre de amarre	kg	2.0000	13.000	26.0000
8	Clavos	kg	2.0000	14.000	28.0000
TOTAL MATERIALES:				1,504.2000	
2.- MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total	
1	Albañil	hr	8.0000	18.750	150.0000
2	Encofrador	hr	18.0000	20.500	369.0000
3	Armador	hr	10.0000	20.500	205.0000
4	Ayudante	hr	18.0000	15.000	270.0000
SUBTOTAL MANO DE OBRA:				994.0000	
CARGAS SOCIALES (55.00% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)					546.7000
IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)					230.1806
TOTAL MANO DE OBRA:				1,770.8806	
3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total	
1	Mezcladora	hr	0.5000	30.000	15.0000
2	Vibradora	hr	0.3500	20.000	7.0000
3	Guinche	hr	1.0000	42.000	42.0000
HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)					88.5440
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:				152.5440	
4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				GASTOS GENERALES (10.00% de 1 + 2 + 3)	342.7625
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:				342.7625	
5.- UTILIDAD				UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)	377.0387
TOTAL UTILIDAD:				377.0387	
6.- IMPUESTOS				IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)	128.1555
TOTAL IMPUESTOS:				128.1555	
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):				4,275.5813	
PRECIO UNITARIO ADOPTADO:				4,275.58	

Son: Cuatro Mil Doscientos Setenta y Cinco con 58/100 Bolivianos

**FORMULARIO B-2
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

DATOS GENERALES					
Proyecto: HOTEL AYRE (MODULO 4: Obra gruesa)					
Actividad: Losa alivianada de viguetas pretensadas					
Cantidad:	1,340.34				
Unidad:	m ²				
Moneda:	Bolivianos				
1.- MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total	
1	Agua	l	14.4000	0.060	0.8640
2	Alambre de amarre	kg	0.4000	13.000	5.2000
3	Arena	m ³	0.0480	130.000	6.2400
4	Cemento	kg	28.0000	0.920	25.7600
5	Clavos	kg	0.4000	14.000	5.6000
6	Acero corrugado	kg	1.0700	8.100	8.6670
7	Grava	m ³	0.0610	130.000	7.9300
8	Madera de construccion	pie ²	2.5000	8.000	20.0000
9	Viguetas pretensadas	m	2.0500	35.000	71.7500
10	Tira de plastoforno 100x43x15	pza	2.0900	14.700	30.7230
TOTAL MATERIALES:				182.7340	
2.- MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total	
1	Encofrador	hr	0.8000	20.500	16.4000
2	Armador	hr	0.8000	20.500	16.4000
3	Albañil	hr	1.0000	18.750	18.7500
4	Ayudante	hr	1.5000	15.000	22.5000
SUBTOTAL MANO DE OBRA:				74.0500	
CARGAS SOCIALES (55.00% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)				40.7275	
IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)				17.1478	
TOTAL MANO DE OBRA:				131.9253	
3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total	
1	Vibradora	hr	0.0400	20.000	0.8000
2	Guinche	hr	0.1000	42.000	4.2000
3	Mezcladora	hr	0.0800	30.000	2.4000
HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)				6.5963	
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:				13.9963	
4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS	GASTOS GENERALES (10.00% de 1 + 2 + 3)			32.8656	
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:				32.8656	
5.- UTILIDAD	UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)			36.1521	
TOTAL UTILIDAD:				36.1521	
6.- IMPUESTOS	IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)			12.2881	
TOTAL IMPUESTOS:				12.2881	
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):				409.9614	
PRECIO UNITARIO ADOPTADO:				409.96	

Son: Cuatrocientos Nueve con 96/100 Bolivianos

**FORMULARIO B-2
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

DATOS GENERALES				
Proyecto: HOTEL AYRE (MODULO 4: Obra gruesa)				
Actividad: Escalera de H ² A ² H25				
Cantidad: 9.95				
Unidad: m ³				
Moneda: Bolivianos				
1.- MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1 Cemento	kg	350.0000	0.920	322.0000
2 Arena	m ³	0.5000	130.000	65.0000
3 Grava	m ³	0.7000	130.000	91.0000
4 Agua	l	180.0000	0.060	10.8000
5 Acero corrugado	kg	89.4000	8.100	724.1400
6 Madera de construccion	pie ²	70.0000	8.000	560.0000
7 Clavos	kg	2.0000	14.000	28.0000
8 Alambre de amarre	kg	2.0000	13.000	26.0000
TOTAL MATERIALES:				1,826.9400
2.- MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1 Encofrador	hr	18.0000	20.500	369.0000
2 Armador	hr	10.0000	20.500	205.0000
3 Albañil	hr	10.0000	18.750	187.5000
4 Ayudante	hr	18.0000	15.000	270.0000
SUBTOTAL MANO DE OBRA:				1,031.5000
CARGAS SOCIALES (55.00% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)				567.3250
IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)				238.8644
TOTAL MANO DE OBRA:				1,837.6894
3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1 Mezcladora	hr	1.0000	30.000	30.0000
2 Vibradora	hr	0.5000	20.000	10.0000
HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)				91.8845
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:				131.8845
4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS	GASTOS GENERALES (10.00% de 1 + 2 + 3)			379.6514
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:				379.6514
5.- UTILIDAD	UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)			417.6165
TOTAL UTILIDAD:				417.6165
6.- IMPUESTOS	IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)			141.9479
TOTAL IMPUESTOS:				141.9479
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):				4,735.7297
PRECIO UNITARIO ADOPTADO:				4,735.73

Son: Cuatro Mil Setecientos Treinta y Cinco con 73/100 Bolivianos

**FORMULARIO B-2
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

DATOS GENERALES				
Proyecto: HOTEL AYRE (MODULO 4: Obra gruesa)				
Actividad: Muro de ladrillo 6H E12 Dosif. 1:5				
Cantidad:	1,571.07			
Unidad:	m ²			
Moneda:	Bolivianos			
1.- MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1 Ladrillo 6H (24X18X12)	pza	22.0000	0.820	18.0400
2 Cemento	kg	6.4100	0.920	5.8972
3 Arena	m ³	0.0250	130.000	3.2500
4 Agua	l	5.1000	0.060	0.3060
TOTAL MATERIALES:				27.4932
2.- MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1 Albañil	hr	1.2000	18.750	22.5000
2 Ayudante	hr	1.6000	15.000	24.0000
SUBTOTAL MANO DE OBRA:				46.5000
CARGAS SOCIALES (55.00% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)				25.5750
IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)				10.7680
TOTAL MANO DE OBRA:				82.8430
3.- EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)				4.1422
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:				4.1422
4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS	GASTOS GENERALES (10.00% de 1 + 2 + 3)			11.4478
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:				11.4478
5.- UTILIDAD	UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)			12.5926
TOTAL UTILIDAD:				12.5926
6.- IMPUESTOS	IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)			4.2802
TOTAL IMPUESTOS:				4.2802
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):				142.7990
PRECIO UNITARIO ADOPTADO:				142.80

Son: Ciento Cuarenta y Dos con 80/100 Bolivianos

A.5.
Presupuesto General y Precios
Unitarios

A.6. Cómputos métricos

COMPUTOS METRICOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	DIMENSIONES (M)			ÁREA	VOLUMEN	LONG.	PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTURA					
Modulo 1: Obras preliminares											
1	Demolicion	M2								525	
	Cerramiento perimetral		1	37.39		3.6	130.00	-	-	130.00	
			1	4.44		3.6	131.00	-	-	131.00	
			1	6.99		3.6	132.00	-	-	132.00	
			1	40.39		3.6	133.00	-	-	133.00	
			1	10.62		3.6	134.00	-	-	134.00	
	reduccion porton		-1	4		2.5	135.00	-	-	(135.00)	
2	Limpieza y desbroce	glb								1	
			1				-	-	-	1.00	
3	Instalacion de faenas	glb								1	
			1				-	-	-	1.00	
4	Trazado y replanteo	M2								110.88	
	Zapatas						-	-	-	-	
	P1		1	1.3	1.3		1.69	-	-	1.69	
	P2		1	2.8	1.55		4.34	-	-	4.34	
	P3		1	1.25	2.3		2.88	-	-	2.88	
	P4		1	2.15	2.15		4.62	-	-	4.62	
	P5		1	1.5	1.5		2.25	-	-	2.25	
	P6		1	1.7	2.9		4.93	-	-	4.93	
	P7		1	1.15	2		2.30	-	-	2.30	
	P8		1	1.8	1.8		3.24	-	-	3.24	
	P9		1	1.6	1.6		2.56	-	-	2.56	
	P10		1	1.2	2.2		2.64	-	-	2.64	
	P11		1	1.5	0.9		1.35	-	-	1.35	
	P12,P13		2	1.6	1.6		2.56	-	-	5.12	
	P14		1	1.2	2.2		2.64	-	-	2.64	
	Combinada P44y P43		1	1.4	1.2		1.68	-	-	1.68	
	Combinada P41y P42		1	1.7	1.6		2.72	-	-	2.72	
	Combinada P39y P40		1	2.4	1.25		3.00	-	-	3.00	
	P19		1	1	1.8		1.80	-	-	1.80	
	P20		1	1.6	1.6		2.56	-	-	2.56	
	P21		1	1.6	1.6		2.56	-	-	2.56	
	P22		1	1.1	1.8		1.98	-	-	1.98	
	P24		1	1.8	1.8		3.24	-	-	3.24	
	P36		1	1.6	1.6		2.56	-	-	2.56	
	P27		1	1.5	1.5		2.25	-	-	2.25	
	P38		1	1.4	1.4		1.96	-	-	1.96	
	P37		1	1	1		1.00	-	-	1.00	
	P30		1	1	1		1.00	-	-	1.00	
	Zapata corrida P23-P26-P29-P32		1	11.12	1.2		13.34	-	-	13.34	
	Zapata corrida P32-P33-P34-P35		1	10.5	0.6		6.30	-	-	6.30	
	Zapata corrida P35-P31-P28-P25		1	11.12	1.2		13.34	-	-	13.34	
	Vigas de arriostre						-	-	-	-	
	P1-P2		1	1.15	0.4		0.46	-	-	0.46	
	P1-P3		1	3.75	0.4		1.50	-	-	1.50	
	P2-P4		1	3.75	0.4		1.50	-	-	1.50	
	P3-P4		1	1.5	0.4		0.60	-	-	0.60	
	P5-P6		1	0.9	0.4		0.36	-	-	0.36	
	P7-P8		1	1.8	0.4		0.72	-	-	0.72	
	P9-P10		1	1.35	0.4		0.54	-	-	0.54	
	P11-P12		1	2.12	0.4		0.85	-	-	0.85	
	P13-P14		1	1.4	0.4		0.56	-	-	0.56	
	P41,P42-P39,P40		1	1.32	0.4		0.53	-	-	0.53	
	P19-P20		1	2.02	0.4		0.81	-	-	0.81	
	P21-P22		1	1.5	0.4		0.60	-	-	0.60	
Modulo 2: Movimiento de tierras											
1	Escavacion con maquinaria	M3								332.63	
	Zapatas						-	-	-	-	
	P1		1	1.3	1.3	3	-	5.07	-	5.07	
	P2		1	2.8	1.55	3	-	13.02	-	13.02	
	P3		1	1.25	2.3	3	-	8.63	-	8.63	
	P4		1	2.15	2.15	3	-	13.87	-	13.87	
	P5		1	1.5	1.5	3	-	6.75	-	6.75	
	P6		1	1.7	2.9	3	-	14.79	-	14.79	
	P7		1	1.15	2	3	-	6.90	-	6.90	
	P8		1	1.8	1.8	3	-	9.72	-	9.72	
	P9		1	1.6	1.6	3	-	7.68	-	7.68	
	P10		1	1.2	2.2	3	-	7.92	-	7.92	
	P11		1	1.5	0.9	3	-	4.05	-	4.05	
	P12,P13		2	1.6	1.6	3	-	7.68	-	15.36	
	P14		1	1.2	2.2	3	-	7.92	-	7.92	
	Combinada P44y P43		1	1.4	1.2	3	-	5.04	-	5.04	

Combinada P41y P42		1	1.7	1.6	3	-	8.16	-	8.16
Combinada P39y P40		1	2.4	1.25	3	-	9.00	-	9.00
P19		1	1	1.8	3	-	5.40	-	5.40
P20		1	1.6	1.6	3	-	7.68	-	7.68
P21		1	1.6	1.6	3	-	7.68	-	7.68
P22		1	1.1	1.8	3	-	5.94	-	5.94
P24		1	1.8	1.8	3	-	9.72	-	9.72
P36		1	1.6	1.6	3	-	7.68	-	7.68
P27		1	1.5	1.5	3	-	6.75	-	6.75
P38		1	1.4	1.4	3	-	5.88	-	5.88
P37		1	1	1	3	-	3.00	-	3.00
P30		1	1	1	3	-	3.00	-	3.00
Zapata corrida P23-P26-P29-P32		1	11.12	1.2	3	-	40.03	-	40.03
Zapata corrida P32-P33-P34-P35		1	10.5	0.6	3	-	18.90	-	18.90
Zapata corrida P35-P31-P28-P25		1	11.12	1.2	3	-	40.03	-	40.03
Vigas de arriostre						-	-	-	-
P1-P2		1	1.15	0.4	3	-	1.38	-	1.38
P1-P3		1	3.75	0.4	3	-	4.50	-	4.50
P2-P4		1	3.75	0.4	3	-	4.50	-	4.50
P3-P4		1	1.5	0.4	3	-	1.80	-	1.80
P5-P6		1	0.9	0.4	3	-	1.08	-	1.08
P7-P8		1	1.8	0.4	3	-	2.16	-	2.16
P9-P10		1	1.35	0.4	3	-	1.62	-	1.62
P11-P12		1	2.12	0.4	3	-	2.54	-	2.54
P13-P14		1	1.4	0.4	3	-	1.68	-	1.68
P41,P42-P39,P40		1	1.32	0.4	3	-	1.58	-	1.58
P19-P20		1	2.02	0.4	3	-	2.42	-	2.42
P21-P22		1	1.5	0.4	3	-	1.80	-	1.80
2 Relleno y compactado c/saltarin	M3								277.23
Zapatas						-	-	-	-
P1		1	1.3	1.3	2.5	-	4.23	-	4.23
P2		1	2.8	1.55	2.5	-	10.85	-	10.85
P3		1	1.25	2.3	2.5	-	7.19	-	7.19
P4		1	2.15	2.15	2.5	-	11.56	-	11.56
P5		1	1.5	1.5	2.5	-	5.63	-	5.63
P6		1	1.7	2.9	2.5	-	12.33	-	12.33
P7		1	1.15	2	2.5	-	5.75	-	5.75
P8		1	1.8	1.8	2.5	-	8.10	-	8.10
P9		1	1.6	1.6	2.5	-	6.40	-	6.40
P10		1	1.2	2.2	2.5	-	6.60	-	6.60
P11		1	1.5	0.9	2.5	-	3.38	-	3.38
P12,P13		2	1.6	1.6	2.5	-	6.40	-	12.80
P14		1	1.2	2.2	2.5	-	6.60	-	6.60
Combinada P44y P43		1	1.4	1.2	2.5	-	4.20	-	4.20
Combinada P41y P42		1	1.7	1.6	2.5	-	6.80	-	6.80
Combinada P39y P40		1	2.4	1.25	2.5	-	7.50	-	7.50
P19		1	1	1.8	2.5	-	4.50	-	4.50
P20		1	1.6	1.6	2.5	-	6.40	-	6.40
P21		1	1.6	1.6	2.5	-	6.40	-	6.40
P22		1	1.1	1.8	2.5	-	4.95	-	4.95
P24		1	1.8	1.8	2.5	-	8.10	-	8.10
P36		1	1.6	1.6	2.5	-	6.40	-	6.40
P27		1	1.5	1.5	2.5	-	5.63	-	5.63
P38		1	1.4	1.4	2.5	-	4.90	-	4.90
P37		1	1	1	2.5	-	2.50	-	2.50
P30		1	1	1	2.5	-	2.50	-	2.50
Zapata corrida P23-P26-P29-P32		1	11.12	1.2	2.5	-	33.36	-	33.36
Zapata corrida P32-P33-P34-P35		1	10.5	0.6	2.5	-	15.75	-	15.75
Zapata corrida P35-P31-P28-P25		1	11.12	1.2	2.5	-	33.36	-	33.36
Vigas de arriostre						-	-	-	-
P1-P2		1	1.15	0.4	2.5	-	1.15	-	1.15
P1-P3		1	3.75	0.4	2.5	-	3.75	-	3.75
P2-P4		1	3.75	0.4	2.5	-	3.75	-	3.75
P3-P4		1	1.5	0.4	2.5	-	1.50	-	1.50
P5-P6		1	0.9	0.4	2.5	-	0.90	-	0.90
P7-P8		1	1.8	0.4	2.5	-	1.80	-	1.80
P9-P10		1	1.35	0.4	2.5	-	1.35	-	1.35
P11-P12		1	2.12	0.4	2.5	-	2.12	-	2.12
P13-P14		1	1.4	0.4	2.5	-	1.40	-	1.40
P41,P42-P39,P40		1	1.32	0.4	2.5	-	1.32	-	1.32
P19-P20		1	2.02	0.4	2.5	-	2.02	-	2.02
P21-P22		1	1.5	0.4	2.5	-	1.50	-	1.50
Modulo 3: Fundaciones									
1 Carpeta de hormigon pobre	M3								11.1
Zapatas						-	-	-	-
P1		1	1.3	1.3	0.1	-	0.17	-	0.17
P2		1	2.8	1.55	0.1	-	0.43	-	0.43
P3		1	1.25	2.3	0.1	-	0.29	-	0.29

P4		1	2.15	2.15	0.1	-	0.46	-	0.46
P5		1	1.5	1.5	0.1	-	0.23	-	0.23
P6		1	1.7	2.9	0.1	-	0.49	-	0.49
P7		1	1.15	2	0.1	-	0.23	-	0.23
P8		1	1.8	1.8	0.1	-	0.32	-	0.32
P9		1	1.6	1.6	0.1	-	0.26	-	0.26
P10		1	1.2	2.2	0.1	-	0.26	-	0.26
P11		1	1.5	0.9	0.1	-	0.14	-	0.14
P12,P13		2	1.6	1.6	0.1	-	0.26	-	0.52
P14		1	1.2	2.2	0.1	-	0.26	-	0.26
Combinada P44y P43		1	1.4	1.2	0.1	-	0.17	-	0.17
Combinada P41y P42		1	1.7	1.6	0.1	-	0.27	-	0.27
Combinada P39y P40		1	2.4	1.25	0.1	-	0.30	-	0.30
P19		1	1	1.8	0.1	-	0.18	-	0.18
P20		1	1.6	1.6	0.1	-	0.26	-	0.26
P21		1	1.6	1.6	0.1	-	0.26	-	0.26
P22		1	1.1	1.8	0.1	-	0.20	-	0.20
P24		1	1.8	1.8	0.1	-	0.32	-	0.32
P36		1	1.6	1.6	0.1	-	0.26	-	0.26
P27		1	1.5	1.5	0.1	-	0.23	-	0.23
P38		1	1.4	1.4	0.1	-	0.20	-	0.20
P37		1	1	1	0.1	-	0.10	-	0.10
P30		1	1	1	0.1	-	0.10	-	0.10
Zapata corrida P23-P26-P29-P32		1	11.12	1.2	0.1	-	1.33	-	1.33
Zapata corrida P32-P33-P34-P35		1	10.5	0.6	0.1	-	0.63	-	0.63
Zapata corrida P35-P31-P28-P25		1	11.12	1.2	0.1	-	1.33	-	1.33
Vigas de arriostre						-	-	-	-
P1-P2		1	1.15	0.4	0.1	-	0.05	-	0.05
P1-P3		1	3.75	0.4	0.1	-	0.15	-	0.15
P2-P4		1	3.75	0.4	0.1	-	0.15	-	0.15
P3-P4		1	1.5	0.4	0.1	-	0.06	-	0.06
P5-P6		1	0.9	0.4	0.1	-	0.04	-	0.04
P7-P8		1	1.8	0.4	0.1	-	0.07	-	0.07
P9-P10		1	1.35	0.4	0.1	-	0.05	-	0.05
P11-P12		1	2.12	0.4	0.1	-	0.08	-	0.08
P13-P14		1	1.4	0.4	0.1	-	0.06	-	0.06
P41,P42-P39,P40		1	1.32	0.4	0.1	-	0.05	-	0.05
P19-P20		1	2.02	0.4	0.1	-	0.08	-	0.08
P21-P22		1	1.5	0.4	0.1	-	0.06	-	0.06
2 Zapata de hormigon armado H25	M3								50.3
Zapatas						-	-	-	-
Referencia: P1		1				-	0.84	-	0.84
Referencia: P2		1				-	2.6	-	2.60
Referencia: P3		1				-	1.44	-	1.44
Referencia: P4		1				-	2.31	-	2.31
Referencia: P5		1				-	1.35	-	1.35
Referencia: P6		1				-	2.96	-	2.96
Referencia: P7		1				-	1.15	-	1.15
Referencia: P8		1				-	1.62	-	1.62
Referencia: P9		1				-	1.54	-	1.54
Referencia: P10		1				-	1.58	-	1.58
Referencia: P11		1				-	0.68	-	0.68
Referencia: P12		2				-	1.28	-	2.56
Referencia: P13		1				-	1.54	-	1.54
Referencia: P14		1				-	1.58	-	1.58
Referencia: P19		1				-	0.9	-	0.90
Referencia: P20		1				-	1.28	-	1.28
Referencia: P21		1				-	1.28	-	1.28
Referencia: P22		1				-	0.99	-	0.99
Referencia: P24		1				-	1.62	-	1.62
Referencia: P27		1				-	0.9	-	0.90
Referencia: P30		1				-	0.4	-	0.40
Referencia: P36		1				-	1.28	-	1.28
Referencia: P37		1				-	0.4	-	0.40
Referencia: P38		1				-	0.78	-	0.78
Referencia: (P39-P40)		1				-	1.5	-	1.50
Referencia: (P41-P42)		1				-	1.36	-	1.36
Referencia: (P43-P44)		1				-	0.84	-	0.84
Zapatas corridas						-	-	-	-
Referencia: M1		1				-	2.31	-	2.31
Referencia: M2		1				-	5.35	-	5.35
Referencia: M3		1				-	5.36	-	5.36
3 Viga centradora de zapatas H25	M3								4.53
Referencia: [P1 - P2]		1				-	0.22	-	0.22
Referencia: [P1 - P3]		1				-	0.76	-	0.76
Referencia: [P9 - P10]		1				-	0.28	-	0.28
Referencia: [P13 - P14]		1				-	0.28	-	0.28
Referencia: [P7 - P8]		1				-	0.35	-	0.35

Referencia: [P11 - P12]		1					-	0.43	-	0.43
Referencia: [(P41-P42) - (P39-P40)]		1					-	0.27	-	0.27
Referencia: [P21 - P22]		1					-	0.3	-	0.30
Referencia: [P19 - P20]		1					-	0.41	-	0.41
Referencia: [P5 - P6]		1					-	0.19	-	0.19
Referencia: [P2 - P4]		1					-	0.74	-	0.74
Referencia: [P3 - P4]		1					-	0.3	-	0.30
Modulo 4: Obra gruesa										
1 Muros de hormigon armado H25	M3									35.13
Muro M1		1	10	0.25	4.58		-	11.45	-	11.45
Muro M2		1	11.1	0.25	4.58		-	12.71	-	12.71
Muro M3		1	11.1	0.25	4.58		-	12.71	-	12.71
Reduccion columnas		-6	0.25	0.25	4.58		-	0.29	-	(1.74)
2 Columnas de hormigon armado H25	M3									43.58
P1		1	0.25	0.25	16.75		-	1.05	-	1.05
P2		1	0.4	0.3	16.75		-	2.01	-	2.01
P3		1	0.25	0.25	16.75		-	1.05	-	1.05
P4		1	0.3	0.3	16.75		-	1.51	-	1.51
P5		1	0.25	0.25	16.75		-	1.05	-	1.05
P6		1	0.4	0.3	16.75		-	2.01	-	2.01
P7		1	0.25	0.25	16.75		-	1.05	-	1.05
P8		1	0.3	0.25	16.75		-	1.26	-	1.26
P9		1	0.25	0.25	16.75		-	1.05	-	1.05
P10		1	0.25	0.25	16.75		-	1.05	-	1.05
P11		1	0.3	0.3	16.75		-	1.51	-	1.51
P12		1	0.25	0.25	16.75		-	1.05	-	1.05
P13		1	0.25	0.25	16.75		-	1.05	-	1.05
P14		1	0.25	0.3	16.75		-	1.26	-	1.26
P19		1	0.25	0.25	19.55		-	1.22	-	1.22
P20		1	0.25	0.3	19.55		-	1.47	-	1.47
P21		1	0.3	0.3	16.75		-	1.51	-	1.51
P22		1	0.25	0.25	16.75		-	1.05	-	1.05
P23		1	0.25	0.25	19.55		-	1.22	-	1.22
P24		1	0.3	0.3	19.55		-	1.76	-	1.76
P25		1	0.25	0.3	16.75		-	1.26	-	1.26
P26		1	0.25	0.25	16.75		-	1.05	-	1.05
P27		1	0.3	0.25	16.75		-	1.26	-	1.26
P28		1	0.25	0.25	16.75		-	1.05	-	1.05
P29		1	0.25	0.25	8.3		-	0.52	-	0.52
P30		1	0.25	0.25	8.3		-	0.52	-	0.52
P31		1	0.25	0.25	8.3		-	0.52	-	0.52
P32		1	0.25	0.25	8.3		-	0.52	-	0.52
P33		1	0.25	0.25	8.3		-	0.52	-	0.52
P34		1	0.25	0.25	8.3		-	0.52	-	0.52
P35		1	0.25	0.25	8.3		-	0.52	-	0.52
P36		1	0.25	0.3	16.75		-	1.26	-	1.26
P37		1	0.25	0.25	8.3		-	0.52	-	0.52
P38		1	0.25	0.25	16.75		-	1.05	-	1.05
P39		1	0.25	0.25	16.75		-	1.05	-	1.05
P40		1	0.25	0.25	16.75		-	1.05	-	1.05
P41		1	0.25	0.25	16.75		-	1.05	-	1.05
P42		1	0.25	0.25	16.75		-	1.05	-	1.05
P43		1	0.25	0.25	16.75		-	1.05	-	1.05
P44		1	0.25	0.25	16.75		-	1.05	-	1.05
3 Vigas de hormigon armado H25	M3									133.08
Sub suelo -1		-					-	-	-	-
*Pórtico 1		-					-	-	-	-
1(-)		1.00					-	0.16	-	0.16
*Pórtico 2		-					-	-	-	-
1(P19-P23)		1.00					-	0.36	-	0.36
Mezanine +0		-					-	-	-	-
*Pórtico 1		-					-	-	-	-
1(P1-P2)		1.00					-	0.33	-	0.33
*Pórtico 2		-					-	-	-	-
1(P2-P6)		1.00					-	0.75	-	0.75
*Pórtico 3		-					-	-	-	-
1(P3-P4)		1.00					-	0.31	-	0.31
2(P4-P5)		1.00					-	0.26	-	0.26
3(P5-P6)		1.00					-	0.27	-	0.27
*Pórtico 4		-					-	-	-	-
1(P7-P8)		1.00					-	0.31	-	0.31
2(P8-P9)		1.00					-	0.26	-	0.26
3(P9-P10)		1.00					-	0.27	-	0.27
*Pórtico 5		-					-	-	-	-
1(P11-P12)		1.00					-	0.31	-	0.31
2(P12-P13)		1.00					-	0.26	-	0.26
3(P13-P14)		1.00					-	0.27	-	0.27
*Pórtico 6		-					-	-	-	-

1(P1-P3)		1.00				-	0.50	-	0.50
2(P3-P7)		1.00				-	0.43	-	0.43
3(P7-P11)		1.00				-	0.35	-	0.35
*Pórtico 7		-				-	-	-	-
1(P2-P4)		1.00				-	0.50	-	0.50
2(P4-P8)		1.00				-	0.43	-	0.43
3(P8-P12)		1.00				-	0.35	-	0.35
*Pórtico 8		-				-	-	-	-
1(P5-P9)		1.00				-	0.44	-	0.44
2(P9-P13)		1.00				-	0.35	-	0.35
*Pórtico 9		-				-	-	-	-
1(B7-B6)		1.00				-	0.32	-	0.32
*Pórtico 10		-				-	-	-	-
1(P6-P10)		1.00				-	0.44	-	0.44
2(P10-P14)		1.00				-	0.35	-	0.35
PB +2.20		-				-	-	-	-
*Pórtico 1		-				-	-	-	-
1(P11-P12)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P12-P13)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P13-P14)		1.00				-	0.27	-	0.27
*Pórtico 2		-				-	-	-	-
1(P44-P42)		1.00				-	0.27	-	0.27
2(P42-P40)		1.00				-	0.27	-	0.27
*Pórtico 3		-				-	-	-	-
1(P43-P41)		1.00				-	0.27	-	0.27
2(P41-P39)		1.00				-	0.27	-	0.27
*Pórtico 4		-				-	-	-	-
1(P19-P20)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P20-P21)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P21-P22)		1.00				-	0.27	-	0.27
*Pórtico 5		-				-	-	-	-
1(P23-P24)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P24-P36)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P36-P25)		1.00				-	0.27	-	0.27
*Pórtico 6		-				-	-	-	-
1(P26-P27)		1.00				-	0.43	-	0.43
2(P27-P38)		1.00				-	0.37	-	0.37
3(P38-P28)		1.00				-	0.38	-	0.38
*Pórtico 7		-				-	-	-	-
1(P29-P37)		1.00				-	0.43	-	0.43
2(P37-P30)		1.00				-	0.37	-	0.37
3(P30-P31)		1.00				-	0.38	-	0.38
*Pórtico 8		-				-	-	-	-
1(B5-B6)		1.00				-	0.32	-	0.32
*Pórtico 9		-				-	-	-	-
1(P12-P44)		1.00				-	0.49	-	0.49
*Pórtico 10		-				-	-	-	-
1(P43-P20)		1.00				-	0.47	-	0.47
2(P20-P24)		1.00				-	0.47	-	0.47
3(P24-P27)		1.00				-	0.47	-	0.47
4(P27-P37)		1.00				-	0.41	-	0.41
5(P37-P33)		1.00				-	0.42	-	0.42
*Pórtico 11		-				-	-	-	-
1(P13-P42)		1.00				-	0.49	-	0.49
*Pórtico 12		-				-	-	-	-
1(P41-P21)		1.00				-	0.47	-	0.47
2(P21-P36)		1.00				-	0.47	-	0.47
3(P36-P38)		1.00				-	0.47	-	0.47
4(P38-P30)		1.00				-	0.41	-	0.41
5(P30-P34)		1.00				-	0.42	-	0.42
*Pórtico 13		-				-	-	-	-
1(P11-P19)		1.00				-	0.77	-	0.77
2(P19-P23)		1.00				-	0.39	-	0.39
*Pórtico 14		-				-	-	-	-
1(P14-P40)		1.00				-	0.39	-	0.39
*Pórtico 15		-				-	-	-	-
1(P39-P22)		1.00				-	0.38	-	0.38
2(P22-P25)		1.00				-	0.39	-	0.39
PB +3.05		-				-	-	-	-
*Pórtico 1		-				-	-	-	-
1(P1-P3)		1.00				-	0.57	-	0.57
2(P3-P7)		1.00				-	0.49	-	0.49
3(P7-P11)		1.00				-	0.39	-	0.39
*Pórtico 2		-				-	-	-	-
1(P2-P4)		1.00				-	0.71	-	0.71
2(P4-P8)		1.00				-	0.61	-	0.61
3(P8-P12)		1.00				-	0.49	-	0.49
*Pórtico 3		-				-	-	-	-

1(P1-P2)		1.00				-	0.44	-	0.44
2(P2-P6)		1.00				-	1.12	-	1.12
3(P6-P10)		1.00				-	0.61	-	0.61
4(P10-P14)		1.00				-	0.39	-	0.39
*Pórtico 4		-				-	-	-	-
1(P2-P6)		1.00				-	1.40	-	1.40
*Pórtico 5		-				-	-	-	-
1(P3-P4)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P4-P5)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P5-P6)		1.00				-	0.27	-	0.27
*Pórtico 6		-				-	-	-	-
1(P7-P8)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P8-P9)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P9-P10)		1.00				-	0.27	-	0.27
*Pórtico 7		-				-	-	-	-
1(P11-P12)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P12-P13)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P13-P14)		1.00				-	0.27	-	0.27
*Pórtico 8		-				-	-	-	-
1(P5-P9)		1.00				-	0.62	-	0.62
2(P9-P13)		1.00				-	0.49	-	0.49
PISO 1 +5.80		-				-	-	-	-
*Pórtico 1		-				-	-	-	-
1(P44-P42)		1.00				-	0.27	-	0.27
2(P42-P40)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P40-B21)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 2		-				-	-	-	-
1(P43-P41)		1.00				-	0.27	-	0.27
2(P41-P39)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P39-B20)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 3		-				-	-	-	-
1(P23-P24)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P24-P36)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P36-P25)		1.00				-	0.26	-	0.26
4(P25-B10)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 4		-				-	-	-	-
1(B18-B19)		1.00				-	0.07	-	0.07
*Pórtico 5		-				-	-	-	-
1(P29-P37)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P37-P30)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P30-P31)		1.00				-	0.27	-	0.27
*Pórtico 6		-				-	-	-	-
1(P32-P33)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P33-P34)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P34-P35)		1.00				-	0.27	-	0.27
*Pórtico 7		-				-	-	-	-
1(P1-P3)		1.00				-	0.57	-	0.57
2(P3-P7)		1.00				-	0.49	-	0.49
3(P7-P11)		1.00				-	0.39	-	0.39
*Pórtico 8		-				-	-	-	-
1(P19-P23)		1.00				-	0.39	-	0.39
2(P23-P26)		1.00				-	0.38	-	0.38
3(P26-P29)		1.00				-	0.33	-	0.33
4(P29-P32)		1.00				-	0.33	-	0.33
*Pórtico 9		-				-	-	-	-
1(B15-B16)		1.00				-	0.32	-	0.32
*Pórtico 10		-				-	-	-	-
1(P2-P6)		1.00				-	1.40	-	1.40
*Pórtico 11		-				-	-	-	-
1(P3-P4)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P4-P5)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P5-P6)		1.00				-	0.27	-	0.27
*Pórtico 12		-				-	-	-	-
1(P7-P8)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P8-P9)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P9-P10)		1.00				-	0.26	-	0.26
4(P10-B14)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 13		-				-	-	-	-
1(P11-P12)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P12-P13)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P13-P14)		1.00				-	0.26	-	0.26
4(P14-B13)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 14		-				-	-	-	-
1(P19-P20)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P20-P21)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P21-P22)		1.00				-	0.26	-	0.26
4(P22-B11)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 15		-				-	-	-	-

1(P26-P27)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P27-P38)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P38-P28)		1.00				-	0.27	-	0.27
*Pórtico 16		-				-	-	-	-
1(P2-P4)		1.00				-	0.71	-	0.71
2(P4-P8)		1.00				-	0.61	-	0.61
3(P8-P12)		1.00				-	0.47	-	0.47
4(P12-P44)		1.00				-	0.47	-	0.47
*Pórtico 17		-				-	-	-	-
1(P43-P20)		1.00				-	0.47	-	0.47
2(P20-P24)		1.00				-	0.47	-	0.47
3(P24-P27)		1.00				-	0.47	-	0.47
4(P27-P37)		1.00				-	0.41	-	0.41
5(P37-P33)		1.00				-	0.42	-	0.42
*Pórtico 18		-				-	-	-	-
1(P1-P2)		1.00				-	0.44	-	0.44
2(P2-P6)		1.00				-	1.12	-	1.12
3(P6-P10)		1.00				-	0.61	-	0.61
4(P10-P14)		1.00				-	0.38	-	0.38
5(P14-P40)		1.00				-	0.38	-	0.38
*Pórtico 19		-				-	-	-	-
1(P5-P9)		1.00				-	0.62	-	0.62
2(P9-P13)		1.00				-	0.47	-	0.47
3(P13-P42)		1.00				-	0.47	-	0.47
*Pórtico 20		-				-	-	-	-
1(P41-P21)		1.00				-	0.47	-	0.47
2(P21-P36)		1.00				-	0.47	-	0.47
3(P36-P38)		1.00				-	0.47	-	0.47
4(P38-P30)		1.00				-	0.41	-	0.41
5(P30-P34)		1.00				-	0.42	-	0.42
*Pórtico 21		-				-	-	-	-
1(P39-P22)		1.00				-	0.38	-	0.38
2(P22-P25)		1.00				-	0.38	-	0.38
3(P25-P28)		1.00				-	0.38	-	0.38
4(P28-P31)		1.00				-	0.33	-	0.33
5(P31-P35)		1.00				-	0.33	-	0.33
*Pórtico 22		-				-	-	-	-
1(B14-B13)		1.00				-	0.32	-	0.32
2(B13-B21)		1.00				-	0.31	-	0.31
*Pórtico 23		-				-	-	-	-
1(B20-B11)		1.00				-	0.31	-	0.31
*Pórtico 24		-				-	-	-	-
1(B10-)		1.00				-	0.33	-	0.33
2(-B19)		1.00				-	0.06	-	0.06
PISO 2 + 8.65		-				-	-	-	-
*Pórtico 1		-				-	-	-	-
1(P44-P42)		1.00				-	0.27	-	0.27
2(P42-P40)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P40-B19)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 2		-				-	-	-	-
1(P43-P41)		1.00				-	0.27	-	0.27
2(P41-P39)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P39-B18)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 3		-				-	-	-	-
1(P23-P24)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P24-P36)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P36-P25)		1.00				-	0.26	-	0.26
4(P25-B10)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 4		-				-	-	-	-
1(B5-B7)		1.00				-	0.28	-	0.28
2(B7-B20)		1.00				-	0.24	-	0.24
3(B20-B6)		1.00				-	0.25	-	0.25
4(B6-B9)		1.00				-	0.07	-	0.07
*Pórtico 5		-				-	-	-	-
1(P1-P3)		1.00				-	0.57	-	0.57
2(P3-P7)		1.00				-	0.49	-	0.49
3(P7-P11)		1.00				-	0.39	-	0.39
*Pórtico 6		-				-	-	-	-
1(P19-P23)		1.00				-	0.39	-	0.39
2(P23-P26)		1.00				-	0.38	-	0.38
3(P26-B5)		1.00				-	0.07	-	0.07
*Pórtico 7		-				-	-	-	-
1(B15-B16)		1.00				-	0.32	-	0.32
*Pórtico 8		-				-	-	-	-
1(P2-P6)		1.00				-	1.40	-	1.40
*Pórtico 9		-				-	-	-	-
1(P3-P4)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P4-P5)		1.00				-	0.26	-	0.26

3(P5-P6)		1.00				-	0.27	-	0.27
*Pórtico 10		-				-		-	-
1(P7-P8)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P8-P9)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P9-P10)		1.00				-	0.26	-	0.26
4(P10-B14)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 11		-				-		-	-
1(P11-P12)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P12-P13)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P13-P14)		1.00				-	0.26	-	0.26
4(P14-B13)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 12		-				-		-	-
1(P19-P20)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P20-P21)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P21-P22)		1.00				-	0.26	-	0.26
4(P22-B11)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 13		-				-		-	-
1(P26-P27)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P27-P38)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P38-P28)		1.00				-	0.27	-	0.27
*Pórtico 14		-				-		-	-
1(P2-P4)		1.00				-	0.71	-	0.71
2(P4-P8)		1.00				-	0.61	-	0.61
3(P8-P12)		1.00				-	0.47	-	0.47
4(P12-P44)		1.00				-	0.47	-	0.47
*Pórtico 15		-				-		-	-
1(P43-P20)		1.00				-	0.47	-	0.47
2(P20-P24)		1.00				-	0.47	-	0.47
3(P24-P27)		1.00				-	0.47	-	0.47
4(P27-B7)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 16		-				-		-	-
1(P1-P2)		1.00				-	0.44	-	0.44
2(P2-P6)		1.00				-	1.12	-	1.12
3(P6-P10)		1.00				-	0.61	-	0.61
4(P10-P14)		1.00				-	0.38	-	0.38
5(P14-P40)		1.00				-	0.38	-	0.38
*Pórtico 17		-				-		-	-
1(P39-P22)		1.00				-	0.38	-	0.38
2(P22-P25)		1.00				-	0.38	-	0.38
3(P25-P28)		1.00				-	0.38	-	0.38
4(P28-B6)		1.00				-	0.07	-	0.07
*Pórtico 18		-				-		-	-
1(B14-B13)		1.00				-	0.32	-	0.32
2(B13-B19)		1.00				-	0.31	-	0.31
*Pórtico 19		-				-		-	-
1(B18-B11)		1.00				-	0.31	-	0.31
*Pórtico 20		-				-		-	-
1(B10-B9)		1.00				-	0.39	-	0.39
*Pórtico 21		-				-		-	-
1(P5-P9)		1.00				-	0.62	-	0.62
2(P9-P13)		1.00				-	0.47	-	0.47
3(P13-P42)		1.00				-	0.47	-	0.47
*Pórtico 22		-				-		-	-
1(P41-P21)		1.00				-	0.47	-	0.47
2(P21-P36)		1.00				-	0.47	-	0.47
3(P36-P38)		1.00				-	0.47	-	0.47
4(P38-B20)		1.00				-	0.08	-	0.08
PISO 3 + 11.45		-				-		-	-
*Pórtico 1		-				-		-	-
1(P44-P42)		1.00				-	0.27	-	0.27
2(P42-P40)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P40-B19)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 2		-				-		-	-
1(P43-P41)		1.00				-	0.27	-	0.27
2(P41-P39)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P39-B18)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 3		-				-		-	-
1(P23-P24)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P24-P36)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P36-P25)		1.00				-	0.26	-	0.26
4(P25-B10)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 4		-				-		-	-
1(B5-B7)		1.00				-	0.28	-	0.28
2(B7-B20)		1.00				-	0.24	-	0.24
3(B20-B6)		1.00				-	0.25	-	0.25
4(B6-B9)		1.00				-	0.07	-	0.07
*Pórtico 5		-				-		-	-
1(P1-P3)		1.00				-	0.57	-	0.57

2(P3-P7)		1.00				-	0.49	-	0.49
3(P7-P11)		1.00				-	0.39	-	0.39
*Pórtico 6		-				-	-	-	-
1(P19-P23)		1.00				-	0.39	-	0.39
2(P23-P26)		1.00				-	0.38	-	0.38
3(P26-B5)		1.00				-	0.07	-	0.07
*Pórtico 7		-				-	-	-	-
1(B15-B16)		1.00				-	0.32	-	0.32
*Pórtico 8		-				-	-	-	-
1(P2-P6)		1.00				-	1.40	-	1.40
*Pórtico 9		-				-	-	-	-
1(P3-P4)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P4-P5)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P5-P6)		1.00				-	0.27	-	0.27
*Pórtico 10		-				-	-	-	-
1(P7-P8)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P8-P9)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P9-P10)		1.00				-	0.26	-	0.26
4(P10-B14)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 11		-				-	-	-	-
1(P11-P12)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P12-P13)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P13-P14)		1.00				-	0.26	-	0.26
4(P14-B13)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 12		-				-	-	-	-
1(P19-P20)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P20-P21)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P21-P22)		1.00				-	0.26	-	0.26
4(P22-B11)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 13		-				-	-	-	-
1(P26-P27)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P27-P38)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P38-P28)		1.00				-	0.27	-	0.27
*Pórtico 14		-				-	-	-	-
1(P2-P4)		1.00				-	0.71	-	0.71
2(P4-P8)		1.00				-	0.61	-	0.61
3(P8-P12)		1.00				-	0.47	-	0.47
4(P12-P44)		1.00				-	0.47	-	0.47
*Pórtico 15		-				-	-	-	-
1(P43-P20)		1.00				-	0.47	-	0.47
2(P20-P24)		1.00				-	0.47	-	0.47
3(P24-P27)		1.00				-	0.47	-	0.47
4(P27-B7)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 16		-				-	-	-	-
1(P1-P2)		1.00				-	0.44	-	0.44
2(P2-P6)		1.00				-	1.12	-	1.12
3(P6-P10)		1.00				-	0.61	-	0.61
4(P10-P14)		1.00				-	0.38	-	0.38
5(P14-P40)		1.00				-	0.38	-	0.38
*Pórtico 17		-				-	-	-	-
1(P39-P22)		1.00				-	0.38	-	0.38
2(P22-P25)		1.00				-	0.38	-	0.38
3(P25-P28)		1.00				-	0.38	-	0.38
4(P28-B6)		1.00				-	0.07	-	0.07
*Pórtico 18		-				-	-	-	-
1(B14-B13)		1.00				-	0.32	-	0.32
2(B13-B19)		1.00				-	0.31	-	0.31
*Pórtico 19		-				-	-	-	-
1(B18-B11)		1.00				-	0.31	-	0.31
*Pórtico 20		-				-	-	-	-
1(B10-B9)		1.00				-	0.39	-	0.39
*Pórtico 21		-				-	-	-	-
1(P5-P9)		1.00				-	0.62	-	0.62
2(P9-P13)		1.00				-	0.47	-	0.47
3(P13-P42)		1.00				-	0.47	-	0.47
*Pórtico 22		-				-	-	-	-
1(P41-P21)		1.00				-	0.47	-	0.47
2(P21-P36)		1.00				-	0.47	-	0.47
3(P36-P38)		1.00				-	0.47	-	0.47
4(P38-B20)		1.00				-	0.08	-	0.08
CUBIERTA +14.25		-				-	-	-	-
*Pórtico 1		-				-	-	-	-
1(P44-P42)		1.00				-	0.27	-	0.27
2(P42-P40)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P40-B19)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 2		-				-	-	-	-
1(P43-P41)		1.00				-	0.27	-	0.27
2(P41-P39)		1.00				-	0.26	-	0.26

3(P39-B18)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 3		-				-		-	-
1(P23-P24)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P24-P36)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P36-P25)		1.00				-	0.26	-	0.26
4(P25-B10)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 4		-				-		-	-
1(B5-B7)		1.00				-	0.28	-	0.28
2(B7-B20)		1.00				-	0.24	-	0.24
3(B20-B6)		1.00				-	0.25	-	0.25
4(B6-B9)		1.00				-	0.07	-	0.07
*Pórtico 5		-				-		-	-
1(P1-P3)		1.00				-	0.57	-	0.57
2(P3-P7)		1.00				-	0.49	-	0.49
3(P7-P11)		1.00				-	0.39	-	0.39
*Pórtico 6		-				-		-	-
1(P19-P23)		1.00				-	0.39	-	0.39
2(P23-P26)		1.00				-	0.38	-	0.38
3(P26-B5)		1.00				-	0.07	-	0.07
*Pórtico 7		-				-		-	-
1(B15-B16)		1.00				-	0.32	-	0.32
*Pórtico 8		-				-		-	-
1(P2-P6)		1.00				-	1.40	-	1.40
*Pórtico 9		-				-		-	-
1(P3-P4)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P4-P5)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P5-P6)		1.00				-	0.27	-	0.27
*Pórtico 10		-				-		-	-
1(P7-P8)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P8-P9)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P9-P10)		1.00				-	0.26	-	0.26
4(P10-B14)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 11		-				-		-	-
1(P11-P12)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P12-P13)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P13-P14)		1.00				-	0.26	-	0.26
4(P14-B13)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 12		-				-		-	-
1(P19-P20)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P20-P21)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P21-P22)		1.00				-	0.26	-	0.26
4(P22-B11)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 13		-				-		-	-
1(P26-P27)		1.00				-	0.31	-	0.31
2(P27-P38)		1.00				-	0.26	-	0.26
3(P38-P28)		1.00				-	0.27	-	0.27
*Pórtico 14		-				-		-	-
1(P2-P4)		1.00				-	0.71	-	0.71
2(P4-P8)		1.00				-	0.61	-	0.61
3(P8-P12)		1.00				-	0.47	-	0.47
4(P12-P44)		1.00				-	0.47	-	0.47
*Pórtico 15		-				-		-	-
1(P43-P20)		1.00				-	0.47	-	0.47
2(P20-P24)		1.00				-	0.47	-	0.47
3(P24-P27)		1.00				-	0.47	-	0.47
4(P27-B7)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 16		-				-		-	-
1(P1-P2)		1.00				-	0.44	-	0.44
2(P2-P6)		1.00				-	1.12	-	1.12
3(P6-P10)		1.00				-	0.61	-	0.61
4(P10-P14)		1.00				-	0.38	-	0.38
5(P14-P40)		1.00				-	0.38	-	0.38
*Pórtico 17		-				-		-	-
1(P5-P9)		1.00				-	0.62	-	0.62
2(P9-P13)		1.00				-	0.47	-	0.47
3(P13-P42)		1.00				-	0.47	-	0.47
*Pórtico 18		-				-		-	-
1(P41-P21)		1.00				-	0.47	-	0.47
2(P21-P36)		1.00				-	0.47	-	0.47
3(P36-P38)		1.00				-	0.47	-	0.47
4(P38-B20)		1.00				-	0.08	-	0.08
*Pórtico 19		-				-		-	-
1(P39-P22)		1.00				-	0.38	-	0.38
2(P22-P25)		1.00				-	0.38	-	0.38
3(P25-P28)		1.00				-	0.38	-	0.38
4(P28-B6)		1.00				-	0.07	-	0.07
*Pórtico 20		-				-		-	-
1(B14-B13)		1.00				-	0.32	-	0.32

2(B13-B19)		1.00				-	0.31	-	0.31
*Pórtico 21		-				-	-	-	-
1(B18-B11)		1.00				-	0.31	-	0.31
*Pórtico 22		-				-	-	-	-
1(B10-B9)		1.00				-	0.39	-	0.39
Techo escalera		-				-	-	-	-
*Pórtico 1		-				-	-	-	-
1(P19-P20)		1.00				-	0.32	-	0.32
*Pórtico 2		-				-	-	-	-
1(P23-P24)		1.00				-	0.32	-	0.32
*Pórtico 3		-				-	-	-	-
1(P19-P23)		1.00				-	0.36	-	0.36
*Pórtico 4		-				-	-	-	-
1(P20-P24)		1.00				-	0.36	-	0.36
4 Losa maciza de hormigon armado	M3								12.17
PB+2.20						-	-	-	-
Todas las losas		1				-	12.17	-	12.17
5 Losa alivianada de viguetas pretensadas	M2								1,340.34
PB +2.20						-	-	-	-
Todas las losas		1				73.88	-	-	73.88
PB +3.05						-	-	-	-
Todas las losas		1				123.40	-	-	123.40
PISO 1 +5.80						-	-	-	-
Todas las losas		1				326.86	-	-	326.86
PISO 2 + 8.65						-	-	-	-
Todas las losas		1				267.40	-	-	267.40
PISO 3 + 11.45						-	-	-	-
Todas las losas		1				267.40	-	-	267.40
CUBIERTA +14.25						-	-	-	-
Todas las losas		1				267.40	-	-	267.40
Techo escalera		1				14.00	-	-	14.00
5 Escalera de H°A° H25	M3								9.95
Escalera 1		1				-	1.70	-	1.70
Escalera 2		1				-	1.70	-	1.70
Escalera 3		1				-	1.70	-	1.70
Escalera 4		1				-	1.86	-	1.86
Escalera 5		1				-	1.78	-	1.78
Escalera 6		1				-	1.21	-	1.21
6 Muro de ladrillo 6H E12 Dosif. 1:5	M2								1,571.07
Nivel mezzanine		1	49.94		1.8	89.89	-	-	89.89
reduccion vidrio		-1	9.97		1.8	17.95	-	-	(17.95)
reduccion ventanas		-1	1		0.8	0.80	-	-	(0.80)
		-1	0.8		0.5	0.40	-	-	(0.40)
planta baja		1	10.1		3.1	31.31	-	-	31.31
		1	8.3		3.1	25.73	-	-	25.73
		1	2.55		3.1	7.91	-	-	7.91
		1	4		3.1	12.40	-	-	12.40
		1	10.95		3.1	33.95	-	-	33.95
		1	9.6		3.1	29.76	-	-	29.76
		1	8.9		3.1	27.59	-	-	27.59
		4	6		3.1	18.60	-	-	74.40
		1	7.53		3.1	23.34	-	-	23.34
		2	2.92		3.1	9.05	-	-	18.10
		2	1.3		3.1	4.03	-	-	8.06
Reduccion ventanas		1	1.4		2.3	3.22	-	-	3.22
		1	0.7		2.3	1.61	-	-	1.61
		1	14.8		2.3	34.04	-	-	34.04
		1	1.8		2.3	4.14	-	-	4.14
		1	2.2		2.3	5.06	-	-	5.06
		1	1.9		2.3	4.37	-	-	4.37
		1	0.45		2.3	1.04	-	-	1.04
primer piso		1	11.5		2.45	28.18	-	-	28.18
ventanas		-1	2.5		1.2	3.00	-	-	(3.00)
		-2	0.8		1.2	0.96	-	-	(1.92)
		1	8		2.45	19.60	-	-	19.60
		1	3.5		2.45	8.58	-	-	8.58
		2	3.55		2.45	8.70	-	-	17.40
		1	3.3		2.45	8.09	-	-	8.09
		1	3.35		2.45	8.21	-	-	8.21
puerta		-2	0.8		2.2	1.76	-	-	(3.52)
		1	1.35		2.45	3.31	-	-	3.31
		1	1.15		2.45	2.82	-	-	2.82
		1	1		2.45	2.45	-	-	2.45
		1	5.2		2.45	12.74	-	-	12.74
		1	6.9		2.45	16.91	-	-	16.91
		-2	0.8		1.2	0.96	-	-	(1.92)
		1	1.75		2.45	4.29	-	-	4.29
		2	2.5		2.45	6.13	-	-	12.26

			2	1.1		2.45	2.70	-	-	5.40	
			1	3.15		2.45	7.72	-	-	7.72	
			2	0.75		2.45	1.84	-	-	3.68	
			1	1.1		2.45	2.70	-	-	2.70	
			2	6.2		2.45	15.19	-	-	30.38	
			1	1.1		2.45	2.70	-	-	2.70	
			1	6.2		2.45	15.19	-	-	15.19	
			1	1.1		2.45	2.70	-	-	2.70	
			1	6.2		2.45	15.19	-	-	15.19	
			1	1		2.45	2.45	-	-	2.45	
			1	6.2		2.45	15.19	-	-	15.19	
			1	3.7		2.45	9.07	-	-	9.07	
			1	4		2.45	9.80	-	-	9.80	
			2	1.7		2.45	4.17	-	-	8.34	
			-2	0.8		1.2	0.96	-	-	(1.92)	
			2	2.5		2.45	6.13	-	-	12.26	
			1	1.3		2.45	3.19	-	-	3.19	
			1	1		2.45	2.45	-	-	2.45	
			2	2.5		2.45	6.13	-	-	12.26	
			1	1.5		2.45	3.68	-	-	3.68	
			1	5		2.45	12.25	-	-	12.25	
			1	0.7		2.45	1.72	-	-	1.72	
			1	1.4		2.45	3.43	-	-	3.43	
			1	14.65		2.45	35.89	-	-	35.89	
	segundo y tercer piso		2	11.5		2.4	2.40	-	-	4.80	
			-2	2.5		1.2	3.00	-	-	(6.00)	
			-4	0.8		1.2	0.96	-	-	(3.84)	
			2	3.45		2.4	8.28	-	-	16.56	
			2	3.5		2.4	8.40	-	-	16.80	
			2	6.2		2.4	14.88	-	-	29.76	
			4	2		2.4	4.80	-	-	19.20	
			-4	0.8		2.2	1.76	-	-	(7.04)	
			2	1		2.4	2.40	-	-	4.80	
			2	5.2		2.4	12.48	-	-	24.96	
			2	1.9		2.4	4.56	-	-	9.12	
			-4	0.8		2.2	1.76	-	-	(7.04)	
			2	6.4		2.4	15.36	-	-	30.72	
			4	1.8		2.4	4.32	-	-	17.28	
			-4	0.8		2.2	1.76	-	-	(7.04)	
			2	6.5		2.2	14.30	-	-	28.60	
			2	1.9		2.4	4.56	-	-	9.12	
			2	5.2		2.4	12.48	-	-	24.96	
			2	1		2.4	2.40	-	-	4.80	
			2	3.45		2.4	8.28	-	-	16.56	
			-2	0.8		2.2	1.76	-	-	(3.52)	
			-2	1		2.2	2.20	-	-	(4.40)	
			4	2.3		2.4	5.52	-	-	22.08	
			-4	0.8		0.5	0.40	-	-	(1.60)	
			2	3.5		2.4	8.40	-	-	16.80	
			-2	0.8		2.2	1.76	-	-	(3.52)	
			-2	1		2.2	2.20	-	-	(4.40)	
			4	0.25		2.4	0.60	-	-	2.40	
			2	8.55		2.4	20.52	-	-	41.04	
			6	3.35		2.4	8.04	-	-	48.24	
			-2	0.8		2.2	1.76	-	-	(3.52)	
			4	1.35		2.4	3.24	-	-	12.96	
			2	4.2		2.4	10.08	-	-	20.16	
			-2	1		2.2	2.20	-	-	(4.40)	
			-2	0.8		0.5	0.40	-	-	(0.80)	
			2	2.5		2.4	6.00	-	-	12.00	
			4	0.75		2.4	1.80	-	-	7.20	
			2	2.5		2.4	6.00	-	-	12.00	
			-2	0.8		0.5	0.40	-	-	(0.80)	
			2	2.5		2.4	6.00	-	-	12.00	
			4	1.3		2.4	3.12	-	-	12.48	
			4	1.2		2.4	2.88	-	-	11.52	
			8	2.5		2.4	6.00	-	-	48.00	
			-4	0.8		0.5	0.40	-	-	(1.60)	
			4	1.2		2.4	2.88	-	-	11.52	
			4	4.2		2.4	10.08	-	-	40.32	
			-4	1		2.2	2.20	-	-	(8.80)	
			-2	0.8		0.5	0.40	-	-	(0.80)	
			2	0.7		2.4	1.68	-	-	3.36	
			4	4		2.4	9.60	-	-	38.40	
			2	10.85		2.4	26.04	-	-	52.08	
			2	4.7		2.4	11.28	-	-	22.56	
			2	7.55		2.4	18.12	-	-	36.24	
	parapeto		1	101.4		1.3	131.82	-	-	131.82	

A.7. Cronograma de actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Cronograma																																		
				octubre 2023							noviembre 2023							diciembre 2023							enero 2024							feb						
				3	19	24	29	4	9	14	19	24	29	3	8	13	18	23	28	3	8	13	18	23	28	3	8	13	18	23	28	2	7	12	17	22	27	1
1	→	MODULO 1: OBRAS PRELIMINARES	117 días	[Barra de actividad que cubre desde el inicio hasta el final del proyecto]																																		
2	→	Demolicion	12 días	[Barra de actividad roja que comienza en el día 3 de octubre]																																		
3	→	Limpieza y desbroce	1 día	[Barra de actividad roja que comienza al final de la demolicion]																																		
4	→	Instalacion de faenas	1 día	[Barra de actividad azul que comienza al final de la limpieza]																																		
5	→	Trazado y replanteo	2 días	[Barra de actividad azul que comienza al final de la instalacion]																																		
6	→	MODULO 2: Movimiento de tierras	15 días	[Barra de actividad que cubre desde el día 14 de octubre hasta el día 29 de octubre]																																		
7	→	Excavacion con maquinaria	3 días	[Barra de actividad roja que comienza al final del modulo 2]																																		
8	→	Relleno y compactado C/saltarir	10 días	[Barra de actividad azul que comienza al final de la excavacion]																																		
9	→	MODULO 3: Fundaciones	19 días	[Barra de actividad que cubre desde el día 9 de noviembre hasta el día 28 de noviembre]																																		
10	→	Carpeta de Hormigon Pobre	6 días	[Barra de actividad roja que comienza al final del modulo 3]																																		
11	→	Zapatas de hormigon armado H	16 días	[Barra de actividad azul que comienza al final de la carpeta]																																		
12	→	Viga centradora de zapatas H25	4 días	[Barra de actividad azul que comienza al final de las zapatas]																																		
13	→	MODULO 4: Obra gruesa	96 días	[Barra de actividad que cubre desde el día 28 de noviembre hasta el día 23 de enero]																																		
14	→	Muros de HºAº H25	16 días	[Barra de actividad azul que comienza al final del modulo 4]																																		
15	→	Columnas de hormigon armado H25	27 días	[Barra de actividad roja que comienza al final de los muros]																																		
16	→	Vigas de hormigon armado H25	74 días	[Barra de actividad azul que comienza al final de las columnas]																																		
17	→	Losa maciza de Hormigon Arma	1 día	[Barra de actividad azul que comienza al final de las vigas]																																		
18	→	Losa alivianada de viguetas pretensadas	59 días	[Barra de actividad azul que comienza al final de la losa maciza]																																		
19	→	Escalera de HºAº H25	6 días	[Barra de actividad azul que comienza al final de la losa alivianada]																																		
20	→	Muro de ladrillo 6H E12 Dosif. 1:5	69 días	[Barra de actividad roja que comienza al final de la escalera]																																		

PLAZO DE EJECUCION: 117 DIAS CALENDARIO

Ruta critica