

ANEXO 1

MATRIZ PCES

Problema	Causa	Efecto	Solución
La población de los barrios Monte Méndez y Erquiz Oropeza en el municipio de San Lorenzo no cuentan con un buen sistema de abastecimiento de agua potable.	- Problemas en la red de distribución. - Cambios climáticos, sequías prolongadas, lluvias irregulares. - Incremento de la población. - Desarrollo urbano no planificado. - Falta de infraestructura adecuada.	- Falta de medidas de higiene, lo que provoca la propagación de enfermedades. - Escasez de agua durante períodos de alta demanda. - Retraso en el desarrollo de la población, afectación a la calidad de vida	- Provisión de camiones cisterna para distribución temporal del agua. - Diseño de un tanque elevado para almacenar agua potable. - Instalación de cisternas subterráneas o sobre el suelo para cada familia.

ANEXO 2

**CARTA DE SOLICITUD
DE INFORMACIÓN**

Tarija, 14 de agosto de 2024

Señor:

Asunción Ramos

HONORABLE ALCALDE MUNICIPAL DE SAN LORENZO

Presente:



**REF. SOLICITUD DE PROYECTO EN FASE DE PRE-INVERSION PARA EL
DESARROLLO DE PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL**

Mediante el presente tengo el grato placer de saludarle y desearle éxito en sus funciones diarias.

Mi persona, Univ. Sandoval Mamani Jhoel Limberth con RU: 106183, estudiante de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, que cursa la materia de Proyecto de Grado I de Ingeniería Civil CIV-501 (Mención – Estructuras) dictada por el Ing. Juan Jesús Dubravcic Alaiza, me dirijo a su autoridad con la finalidad de que pueda proporcionarme información básica (Planos de Diseño, Estudio geotécnico y levantamiento Topográfico) de un proyecto en fase de PRE-INVERSION, dicha información será utilizada para el desarrollo de mi PROYECTO DE GRADO, en el área de DISEÑO ESTRUCTURAL.

Si su autoridad acepta brindarme dicha información, a la culminación del diseño estructural, mi persona entregará un ejemplar del mismo a favor de la secretaria de Obras Públicas.

Sin otro particular, y en espera que la presente solicitud sea favorablemente aceptada por su autoridad, le agradezco de antemano por su atención, muy atentamente:

Univ. Sandoval Mamani Jhoel Limberth
C.I. 7530701 Ch.
Celular: 68703009



Ing. Dubravcic Alaiza Arturo Juan Jesús
DOCENTE CIV-501

ANEXO 3

CARTA DE RESPUESTA A

LA SOLICITUD



Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo
Tarija - Bolivia



San Lorenzo, 30 de agosto de 2024
CITE/GAMSL-DCFEP N° 136/2024

A: Ing. Arturo Dubravcic
DOCENTE CIV-501

DE: Ing. José Hiza Rios
DIRECTOR DE OBRAS FISCALIZACION Y EJECUCION DE PROYECTOS

Ref.: REMISION DE PROYECTO EN FASE DE PREINVERSION
PROYECTO: CONST. CINCO TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE DISTRITOS 2 Y 6
MUNICIPIO DESAN LORENZO - TARIJA

De mi mayor consideración:

Por intermedio de la presente me dirijo a su persona, para proporcionarle información de acuerdo a solicitud presentada al Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo en fecha 14 de agosto del presente año respecto a un proyecto en fase de Preinversión.

Motivo por el cual se adjunta información del proyecto CONSTRUCCION CINCO TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE DISTRITOS 2 Y 6 MUNICIPIO DE SAN LORENZO - TARIJA, de acuerdo al siguiente detalle:

- Levantamiento topográfico.
- Análisis de Suelos.
- Planos arquitectónicos.

Esperando que dicha información sirva para el desarrollo de la Materia de Proyecto de Grado I, que cursa el estudiante Jhoel Limberth Sandoval, como también solicito una vez concluido todo el análisis de ingeniería remitir una copia al Gobierno Municipal.

Sin otro particular saludo a Usted con las consideraciones que amerita el caso.

Atentamente:

JOSE HIZA RIOS
DIRECTOR DE OBRAS, FISCALIZACION
Y EJECUCION DE PROYECTOS
MUNICIPIO DE SAN LORENZO

Rodolfo Avila S./N. Plaza Cnl. Eustaquio Méndez Telf. 66 41019 Fax : 66 65920

Email: alcaldiamunicipalsl@gmail.com



ANEXO 4

INFORME

TOPOGRÁFICO

INFORME TÉCNICO LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

1. INTRODUCCIÓN. -

En el presente informe técnico de levantamiento topográfico en campo se detalla los equipos, personal, procedimientos y metodología utilizada en la adquisición de datos que permitan la elaboración de Estudio de Diseño Técnico de Pre inversión: "Construcción Cinco Tanques de Almacenamiento de Agua Potable Distritos 2 y 6 Municipio de San Lorenzo - Tarija".

1.1.- Objetivos del Levantamiento Topográfico. -

El objetivo del levantamiento topográfico es el siguiente:

Dar a conocer la ubicación georreferenciada de cada tanque de almacenamiento de agua potable

1.2.- Ubicación. –

El proyecto está ubicado en el Municipio de San Lorenzo – Tarija, en los Distritos 6 de Sella Barrios 3 de junio, San Cristóbal, Villa Esperanza y 29 de abril y el Distrito 2 Tomatitas Erquis Sud, Barrio 10 de abril del Departamento de Tarija, Estado Plurinacional de Bolivia.

Departamento: Tarija

Provincia: Méndez

Municipio: San Lorenzo

Localidad: Monte Méndez

Zona: 20 S

CROQUIS DE UBICACIÓN GENERAL



2.- SISTEMA DE REFERENCIA. -

El sistema de referencia aplicado está definido por:

DATUM	:	WGS84
MÉTODO	:	Taquimétrico
ESFEROIDE	:	WGS84
SEMI EJE MAYOR	:	a = 6378 137.000
SEMI EJE MENOR	:	b = 6356 752.31424517930
APLANAMIENTO	:	1 / f = 298.257223563000030

DATUM SHIFT:

DX (m):	303.55
DY (m):	-265.41
DZ (m):	0.000

La proyección cartográfica plana está definida por:

PROYECCIÓN	:	Universal Transversa de Mercator
Zona	:	20 Sur
Longitud de origen	:	64 ° Oeste
Latitud de origen	:	Ecuador
Falso Este	:	500000.00
Falso Norte	:	10000000.00
Factor Escala	:	0.9996
Unidades	:	metro internacional

3.- METODOLOGÍA. -

Todo trabajo topográfico realizado debe contar con las siguientes etapas que garantizan el buen trabajo realizado las cuales son:

3.1.- Planificación. -

Consintió en establecer los aspectos topográficos área alcance del proyecto, tales como acceso al lugar tiempo de ejecución y estadía, personal y equipos a utilizar, poblaciones de abastecimientos, condiciones climáticas y condiciones sociales de la población.

3.2.- Reconocimiento y Materialización de Puntos. -

Se realizó un reconocimiento en campo recopilando información de los puntos geodésicos pertenecientes al municipio, se realizó un recorrido por todo en pueblo donde se evidencio el área del proyecto, en este mismo recorrido se dejó marcando en el terreno la el punto base donde se apoyó todo el levantamiento topográfico.

3.3.- Trabajo de Campo. -

El trabajo en campo se realizó en dos etapas que son las siguientes:

3.3.1- Medición del punto Base y Auxiliar. -

Se la realizo con coordenadas de la placa RGMSL-35, datos proporcionados por la alcaldía de San Lorenzo las mismas que son parte de la red geodésica municipal y vinculada a la red IGM nacional, dicha placa esta ubicada en el barrio San Cristóbal, para el presente proyecto se trabajó con la altura *elipsoidal del punto anterior mencionado*.

Se materializaron y midieron 1 punto base AUX 01 en un lugar estratégico de fácil acceso visibles, el levantamiento se la realizo con equipos Gnss marca south modelo Galaxy G6 en modo RTK base y rover.



Figura INSTALACION DE LA BASE EN LA PLACA RGMSL-35

COORDENADAS UTM						
COORDENADAS GEODESICAS WGS84						
PUNTO	ESTE	NORTE	LATITUD	LONGITUD	ALT.ELIP.	FACTOR COMBINADO
RGMSL-35	321949.0673	7630011.5594	21°25'24.4229"S	64°43'04.4519"W	2065.7051	0.9996675

3.3.2-Levantamiento Topográfico. -

Con los datos obtenidos del punto base se procedió a realizar los puntos topográficos a detalle, la metodología del levantamiento es la siguiente:

- Estacionando la Base del RTK en el punto RGMSL-35 se procedió a la recolección de puntos con el equipo móvil en modo RTK.
- Para lugares en donde se perdía la conexión RTK base a RTK móvil se acudía al punto base AUX 01, ya que dicho punto está ubicado en un lugar estratégico para la conexión entre GNSS RTK.

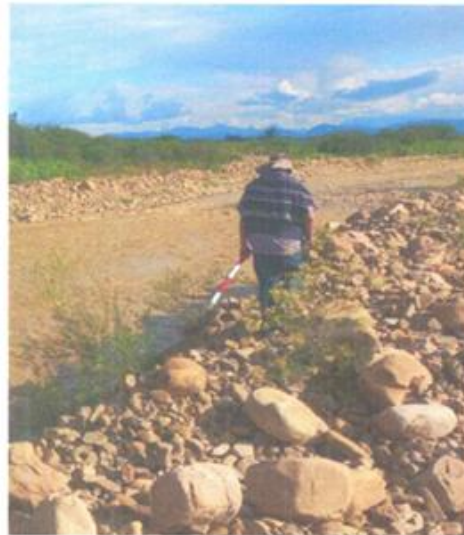


Figura. Levantamiento de puntos Topográficos

4.- EQUIPO Y SOFTWARE UTILIZADO. -

- Dos GPS marca South modelo Galaxy G6
- Un tripode
- Un Jalon
- Un filtro solar

- Un combo y tornillos
- Dos Radios de comunicación Handys marca motorola.
- Computador portatil
- Camioneta Toyota Hilux 4x4
- Software Autocad Civil 3D 2018.
- Software Arcgis 10.3

4.1. - Personal. -

El personal requerido para este trabajo fueron 3 personas repartidos en dos grupos de trabajo:

- Un Topógrafos
- Un Alarifes
- Un Conductor movilidad

5.- TRABAJOS DE GABINETE. -

El trabajo de gabinete mientras se estuvo en campo fue a diario con la descarga de datos de los GPS marca South modelo Galaxy G6.

5.1.- Dibujo de Planos. -

Con las medidas efectuadas y la recopilación de datos en campo se procedió a dibujar un plano topográfico.

El dibujo de planos, fue realizado mediante software AUTOCAD CIVIL 3D 2021. Se adjunta archivo en formato original (civil 3D) y en formato AutoCAD.

5.2.- Productos Obtenidos. –

Se obtuvo las siguientes coordenadas para las respectivas ubicaciones de los tanques de agua, como se muestra en la siguiente tabla:

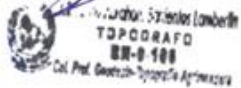
TANQUE	COORDENADAS
Barrio Villa Esperanza	E= 320221.68
	N= 7628529.16
Barrio 29 de abril	E= 320709.82
	N= 7628657.59
Barrio 3 de junio	E= 320556.86
	N= 7628409.84
Barrio San Cristóbal	E= 321817.96
	N= 7630023.13
Barrio 10 de abril	E= 316111.90
	N= 7625253.47

6.- RECOMENDACIONES. -

Se recomienda trabajar en lo futuro con las alturas elipsoidales del punto base ya que en el presente trabajo de levantamiento topográfico se trabajó con la Altura elipsoidal de la placa RGMSL-35, datos otorgados por la alcaldía Municipal de San Lorenzo.

7.- CONCLUSIONES. -

El presente trabajo se realizo cumpliendo todos los parametros tecnicos exigidos por el municipio.

ANEXO 5

ESTUDIO DE SUELOS

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

DPTO. DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS



Estudio Geotécnico
(SPT - Capacidad Admisible del Suelo)

Proyecto: Construcción 5 Tanques de Almacenamiento de Agua Potable Distrito 2 y 6

Municipio de San Lorenzo - Tarija

Procedencia: Barrio Villa Esperanza Sella Mendez - Prov. Mendez

Identificación: Punto 3

Solicitante: Ing. Juan José Loayza Saravia

TARIJA - BOLIVIA

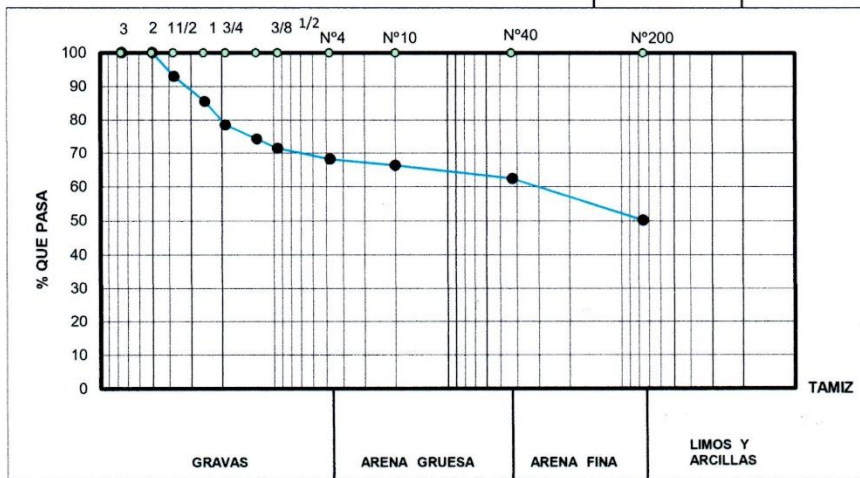


UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

GRANULOMETRÍA

Proyecto: Construcción 5 Tanques de Almacenamiento de Agua Potable	Identificación: Punto 3
Distrito 2 y 6 Municipio de San Lorenzo - Tarija	
Procedencia: Barrio Villa Esperanza Sella Mendez - Prov. Mendez	Fecha: 11/04/2022
Solicitante: Ing. Juan José Loayza Saravia	Laboratorista: Tec. Carlos Subia

Peso Total (gr.)			5000	A.S.T.M.	
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	351,10	351,10	7,02	92,98
1"	25,00	375,80	726,90	14,54	85,46
3/4"	19,00	349,50	1076,40	21,53	78,47
1/2"	12,50	213,20	1289,60	25,79	74,21
3/8"	9,50	137,10	1426,70	28,53	71,47
Nº4	4,75	163,00	1589,70	31,79	68,21
Nº10	2,00	92,60	1682,30	33,65	66,35
Nº40	0,425	197,2	1879,50	37,59	62,41
Nº200	0,075	611,2	2490,70	49,81	50,19



Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS
U.A.J.M.S.

UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FAC. C.Y.T.
DPTO. DE TOPOGRAFIA Y MAS DE COMUNICACION
LABORATORIO DE SUELOS
TARJIA - BOLIVIA

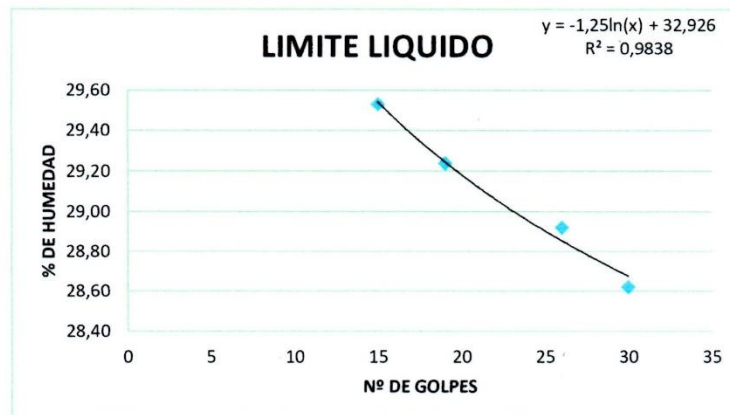


UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto: Construcción 5 Tanques de Almacenamiento de Agua Potable Distrito 2 y 6 Municipio de San Lorenzo - Tarija	Identificación: Punto 3
Procedencia: Barrio Villa Esperanza Sella Mendez - Prov. Mendez	Fecha: 11/04/2022
Solicitante: Ing. Juan José Loayza Saravia	Laboratorista: Tec. Carlos Subia

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	15	19	26	30
Suelo Húmedo + Cápsula	31,92	30,09	29,38	28,38
Suelo Seco + Cápsula	27,52	26,09	25,6	24,33
Peso del agua	4,40	4,00	3,78	4,05
Peso de la Cápsula	12,62	12,41	12,53	10,18
Peso Suelo seco	14,9	13,68	13,07	14,15
Porcentaje de Humedad	29,53	29,24	28,92	28,62



Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	12,38	12,41	14,12
Peso de suelo seco + Cápsula	12,02	12,10	13,79
Peso de cápsula	10,27	10,61	12,20
Peso de suelo seco	1,75	1,49	1,59
Peso del agua	0,36	0,31	0,33
Contenido de humedad	20,57	20,81	20,75

Límite Líquido (LL)	29
Límite Plástico (LP)	21
Índice de plasticidad (IP)	8
Índice de Grupo (IG)	3

Ing. José Ricardo Arce A.
ENCARGADO DEL LABORATORIO
DE SUELOS
U.A.J.M.S.





UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

HUMEDAD NATURAL Y CLASIFICACION

Proyecto: Construcción 5 Tanques de Almacenamiento de Agua Potable Distrito 2 y 6 Municipio de San Lorenzo - Tarija
Identificación: Punto 3
Fecha: 11/04/2022
Solicitante: Ing. Juan José Loayza Saravia
Laboratorista: Tec. Carlos Subia

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	63,11	83,89	78,09
Peso de suelo seco + Cápsula	58,02	77,22	71,76
Peso de cápsula	10,18	12,61	12,44
Peso de suelo seco	47,84	64,61	59,32
Peso del agua	5,09	6,67	6,33
Contenido de humedad	10,64	10,32	10,67
PROMEDIO	10,54		

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	SUCS: CL AASHTO: A-4(3)
DESCRIPCIÓN	Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.

Ing. José Ricardo Arce A.
ENCARGADO DEL LABORATORIO
DE SUELOS
U.A.J.M.S.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE CARGA DIRECTA (S.P.T.)

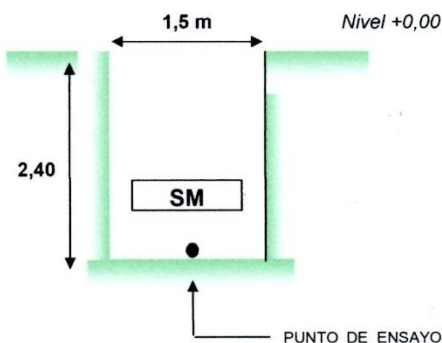
Proyecto: Construcción 5 Tanques de Almacenamiento de Agua Potable Distrito 2 y 6 Municipio de San Lorenzo - Tarija
Procedencia: Barrio Villa Esperanza Sella Mendez - Prov. Mendez
Solicitante: Ing. Juan José Loayza Saravia
Fecha: 11/04/2022
Identificación: Punto 3

Datos Standardizados del Equipo

Altura de penetración: 30 cm
Peso del Martillo: 65 kg
Altura de caída: 75 cm
% Humedad: 10,5

Pozo Nº	Profundidad (m)	Nº Golpes	Resist. Adm. Nat. (Kg/cm²)	Resist. Adm. Seca (Kg/cm²)	Clasificación del Suelo
1	2,40	28	2,24	2,48	SUCS: CL AASHTO: A-4(3)

Descripción Gráfica



Características del Suelo

Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.

Ing. José Ricardo Arce A.
ENCARGADO DEL LABORATORIO
DE SUELOS
U.A.J.M.S



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

DPTO. DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS



Estudio Geotécnico
(SPT - Capacidad Admisible del Suelo)

Proyecto: Construcción 5 Tanques de Almacenamiento de Agua Potable Distrito 2 y 6
Municipio de San Lorenzo - Tarija

Procedencia: Barrio 29 de Abril Sella Mendez - Prov. Mendez

Identificación: Punto 5

Solicitante: Ing. Juan José Loayza Saravia

TARIJA - BOLIVIA

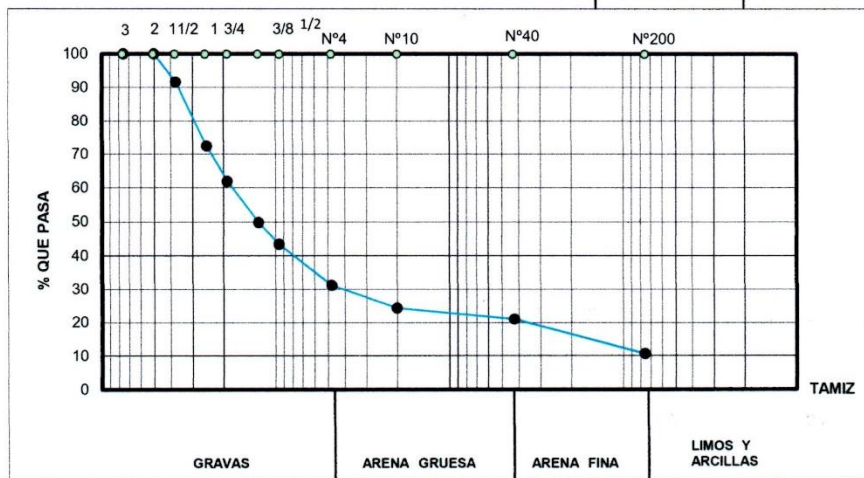


UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

GRANULOMETRÍA

Proyecto: Construcción 5 Tanques de Almacenamiento de Agua Potable Distrito 2 y 6 Municipio de San Lorenzo - Tarija	Identificación: Punto 5
Procedencia: Barrio 29 de Abril Sella Mendez - Prov. Mendez	Fecha: 11/04/2022
Solicitante: Ing. Juan José Loayza Saravia	Laboratorista: Tec. Carlos Subia

Peso Total (gr.)			5000	A.S.T.M.	
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	415,60	415,60	8,31	91,69
1"	25,00	968,90	1384,50	27,69	72,31
3/4"	19,00	524,80	1909,30	38,18	61,82
1/2"	12,50	604,90	2514,20	50,28	49,72
3/8"	9,50	317,10	2831,30	56,62	43,38
Nº4	4,75	611,20	3442,50	68,85	31,15
Nº10	2,00	342,00	3784,50	75,69	24,31
Nº40	0,425	165,1	3949,60	78,99	21,01
Nº200	0,075	520,7	4470,30	89,40	10,60



Ing. José Ricardo Arce A.
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS
U.A.J.M.S.

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FAC. C.Y.T.
DPTO. DE TOPOGRAFIA
LABORATORIO DE SUELOS
TARIJA - BOLIVIA

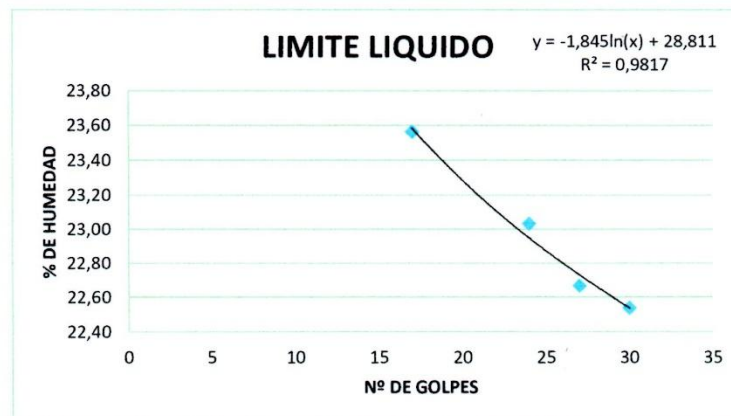


UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto: Construcción 5 Tanques de Almacenamiento de Agua Potable Distrito 2 y 6 Municipio de San Lorenzo - Tarija	Identificación: Punto 5
Procedencia: Barrio 29 de Abril Sella Mendez - Prov. Mendez	Fecha: 11/04/2022
Solicitante: Ing. Juan José Loayza Saravia	Laboratorista: Tec. Carlos Subia

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	17	24	27	30
Suelo Húmedo + Cápsula	79,03	52,23	48,85	56,26
Suelo Seco + Cápsula	72,35	44,83	42,1	48,3
Peso del agua	6,68	7,40	6,75	7,96
Peso de la Cápsula	44	12,7	12,32	12,98
Peso Suelo seco	28,35	32,13	29,78	35,32
Porcentaje de Humedad	23,56	23,03	22,67	22,54



Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	15,33	16,59	15,54
Peso de suelo seco + Cápsula	14,90	16,12	15,14
Peso de cápsula	12,72	13,67	13,08
Peso de suelo seco	2,18	2,45	2,06
Peso del agua	0,43	0,47	0,40
Contenido de humedad	19,72	19,18	19,42

Límite Líquido (LL)	23
Límite Plástico (LP)	19
Índice de plasticidad (IP)	4
Índice de Grupo (IG)	0

Ing. José Ricardo Arce A.
ENCARGADO DEL LABORATORIO
DE SUELOS
U.A.J.M.S.





UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

HUMEDAD NATURAL Y CLASIFICACION

Proyecto: Construcción 5 Tanques de Almacenamiento de Agua Potable Distrito 2 y 6 Municipio de San Lorenzo - Tarija
Identificación: Punto 5 Fecha: 11/04/2022
Solicitante: Ing. Juan José Loayza Saravia Laboratorista: Tec. Carlos Subia

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	78,67	77,51	81,6
Peso de suelo seco + Cápsula	72,76	71,97	75,39
Peso de cápsula	12,29	13,66	13,06
Peso de suelo seco	60,47	58,31	62,33
Peso del agua	5,91	5,54	6,21
Contenido de humedad	9,77	9,50	9,96
PROMEDIO	9,75		

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	SUCS: GW-GM AASHTO: A-1-a(0)
DESCRIPCIÓN	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos

Ing. José Ricardo Arce A.
ENCARGADO DE LABORATORIO
DE SUELOS
U.A.J.M.S.





UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE CARGA DIRECTA (S.P.T.)

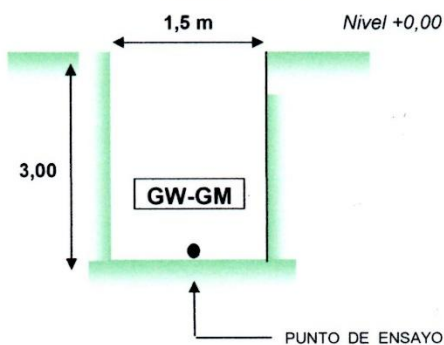
Proyecto: Construcción 5 Tanques de Almacenamiento de Agua Potable Distrito 2 y 6 Municipio de San Lorenzo - Tarija
Procedencia: Barrio 29 de Abril Sella Mendez - Prov. Mendez
Solicitante: Ing. Juan José Loayza Saravia
Fecha: 11/04/2022
Identificación: Punto 5

Datos Standardizados del Equipo

Altura de penetración: 30 cm
Peso del Martillo: 65 kg
Altura de caída: 75 cm
% Humedad: 9,7

Pozo N°	Profundidad (m)	N° Golpes	Resist. Adm. Nat. (Kg/cm²)	Resist. Adm. Seca (Kg/cm²)	Clasificación del Suelo
1	3,00	9	1,96	2,15	SUCS: GW-GM AASHTO: A-1-a(0)

Descripción Gráfica



Características del Suelo

Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos

Ing. José Ricardo Arce A.
ENCARGADO DE LABORATORIO
DE SUELOS
U.A.J.V.S.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

DPTO. DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS



Estudio Geotécnico
(SPT - Capacidad Admisible del Suelo)

Proyecto: Construcción 5 Tanques de Almacenamiento de Agua Potable Distrito 2 y 6
Municipio de San Lorenzo - Tarija

Procedencia: Barrio 3 de Junio Sella Mendez - Prov. Mendez

Identificación: Punto 4

Solicitante: Ing. Juan José Loayza Saravia

TARIJA - BOLIVIA

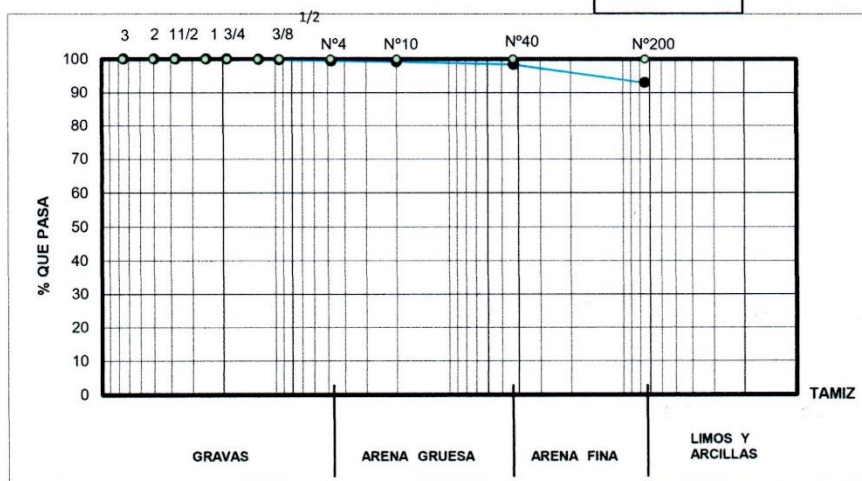


UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

GRANULOMETRÍA

Proyecto: Construcción 5 Tanques de Almacenamiento de Agua Potable Distrito 2 y 6 Municipio de San Lorenzo - Tarija	Identificación: Punto 4
Procedencia: Barrio 3 de Junio Sella Mendez - Prov. Mendez	Fecha: 11/04/2022
Solicitante: Ing. Juan José Loayza Saravia	Laboratorista: Tec. Carlos Subia

Peso Total (gr.)			5000	A.S.T.M.	
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	7,50	7,50	0,15	99,85
3/8"	9,50	5,20	12,70	0,25	99,75
Nº4	4,75	14,90	27,60	0,55	99,45
Nº10	2,00	15,40	43,00	0,86	99,14
Nº40	0,425	40,9	83,90	1,68	98,32
Nº200	0,075	268,1	352,00	7,04	92,96



Ing. José Ricardo Arce A.
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS
U.A.J.M.S.

UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FAC. C.Y.T.
Dpto. de TOPOGRAFIA
LABORATORIO DE COMUNICACION
LABORATORIO DE SUELOS
TARJIA - BOLIVIA

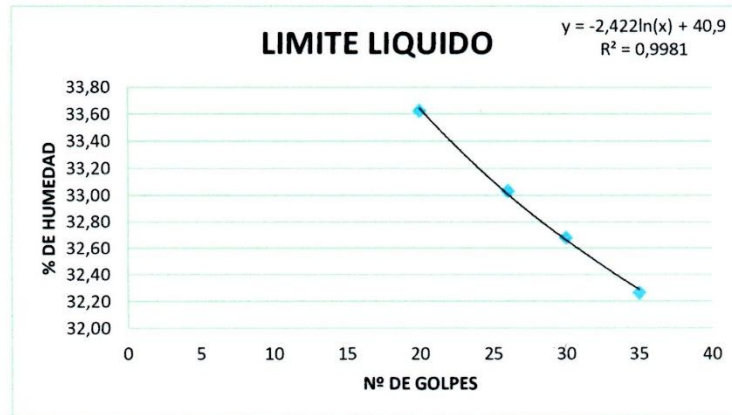


UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto: Construcción 5 Tanques de Almacenamiento de Agua Potable Distrito 2 y 6 Municipio de San Lorenzo - Tarija	Identificación: Punto 4
Procedencia: Barrio 3 de Junio Sella Mendez - Prov. Mendez	Fecha: 11/04/2022
Solicitante: Ing. Juan José Loayza Saravia	Laboratorista: Tec. Carlos Subia

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	20	26	30	35
Suelo Húmedo + Cápsula	48,83	42,70	38,57	41,83
Suelo Seco + Cápsula	41,14	35,39	32,08	35
Peso del agua	7,69	7,31	6,49	6,83
Peso de la Cápsula	18,27	13,26	12,22	13,83
Peso Suelo seco	22,87	22,13	19,86	21,17
Porcentaje de Humedad	33,62	33,03	32,68	32,26



Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	17,60	15,07	18,05
Peso de suelo seco + Cápsula	16,69	14,58	17,03
Peso de cápsula	13,05	12,61	12,94
Peso de suelo seco	3,64	1,97	4,09
Peso del agua	0,91	0,49	1,02
Contenido de humedad	25,00	24,87	24,94

Límite Líquido (LL)	33
Límite Plástico (LP)	25
Índice de plasticidad (IP)	8
Índice de Grupo (IG)	8

Ing. José Ricardo Arce A.
ENCARGADO DE LABORATORIO
DE SUELOS
U.A.J.M.S.





UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

HUMEDAD NATURAL Y CLASIFICACION

Proyecto: Construcción 5 Tanques de Almacenamiento de Agua Potable Distrito 2 y 6 Municipio de San Lorenzo - Tarija

Identificación: Punto 4

Fecha: 11/04/2022

Solicitante: Ing. Juan José Loayza Saravia

Laboratorista: Tec. Carlos Subia

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	99,97	96,51	77,38
Peso de suelo seco + Cápsula	84,83	82,09	66,48
Peso de cápsula	12,67	12,7	12,97
Peso de suelo seco	72,16	69,39	53,51
Peso del agua	15,14	14,42	10,9
Contenido de humedad	20,98	20,78	20,37
PROMEDIO	20,71		

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	SUCS: CL AASHTO: A-4(8)
DESCRIPCIÓN	Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.





UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE CARGA DIRECTA (S.P.T.)

Proyecto: Construcción 5 Tanques de Almacenamiento de Agua Potable Distrito 2 y 6 Municipio de San Lorenzo - Tarija

Procedencia: Barrio 3 de Junio Sella Mendez - Prov. Mendez

Fecha: 11/04/2022

Solicitante: Ing. Juan José Loayza Saravia

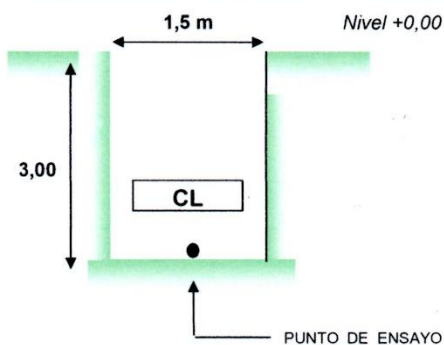
Identificación: Punto 4

Datos Standardizados del Equipo

Altura de penetración: 30 cm
Peso del Martillo: 65 kg
Altura de caída: 75 cm
% Humedad: 20,7

Pozo N°	Profundidad (m)	N° Golpes	Resist. Adm. Nat. (Kg/cm²)	Resist. Adm. Seca (Kg/cm²)	Clasificación del Suelo
1	3,00	7	0,56	0,68	<u>SUCS: CL</u> <u>AASHTO: A-4(8)</u>

Descripción Gráfica



Características del Suelo

Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

DPTO. DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS



Estudio Geotécnico
(SPT - Capacidad Admisible del Suelo)

Proyecto: Construcción 5 Tanques de Almacenamiento de Agua Potable Distrito 2 y 6
Municipio de San Lorenzo - Tarija

Procedencia: Barrio San Cristobal Sella Mendez - Prov. Mendez

Identificación: Punto 2

Solicitante: Ing. Juan José Loayza Saravia

TARIJA - BOLIVIA

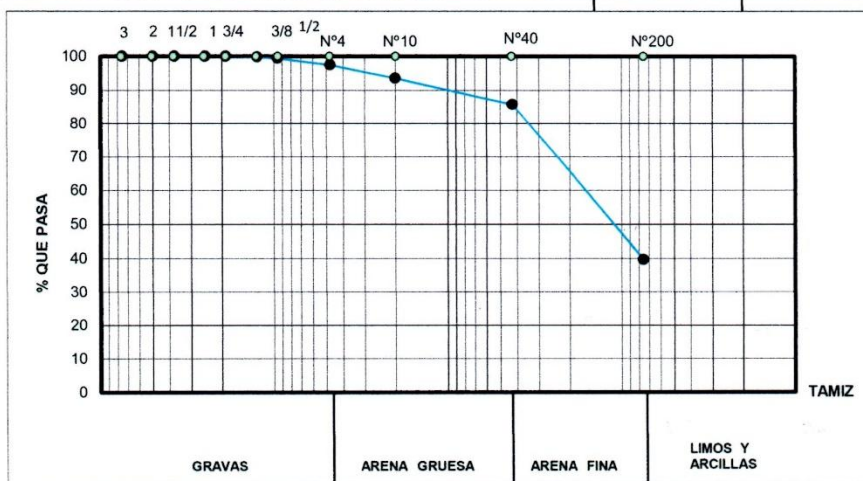


UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

GRANULOMETRÍA

Proyecto: Construcción 5 Tanques de Almacenamiento de Agua Potable	Identificación: Punto 2
Distrito 2 y 6 Municipio de San Lorenzo - Tarija	Fecha: 11/04/2022
Procedencia: Barrio San Cristobal Sella Mendez - Prov. Mendez	Laboratorista: Tec. Carlos Subia
Solicitante: Ing. Juan José Loayza Saravia	

Peso Total (gr.)			5000	A.S.T.M.	
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	12,10	12,10	0,24	99,76
3/8"	9,50	18,50	30,60	0,61	99,39
Nº4	4,75	97,40	128,00	2,56	97,44
Nº10	2,00	198,20	326,20	6,52	93,48
Nº40	0,425	390,6	716,80	14,34	85,66
Nº200	0,075	2299,8	3016,60	60,33	39,67



Ing. José Ricardo Arca A.
ENCARGADO DEL LABORATORIO
DE SUELOS
U.A.J.M.S



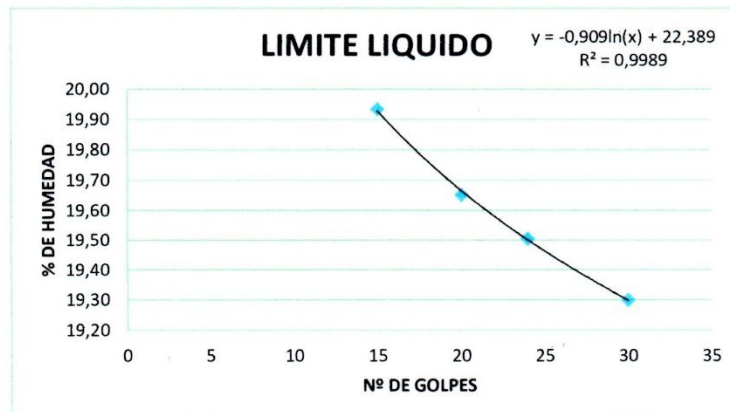


UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto: Construcción 5 Tanques de Almacenamiento de Agua Potable Distrito 2 y 6 Municipio de San Lorenzo - Tarija	Identificación: Punto 2
Procedencia: Barrio San Cristobal Sella Mendez - Prov. Mendez	Fecha: 11/04/2022
Solicitante: Ing. Juan José Loayza Saravia	Laboratorista: Tec. Carlos Subia

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	15	20	24	30
Suelo Húmedo + Cápsula	74,00	77,64	74,83	53,45
Suelo Seco + Cápsula	68,61	72,1	69,71	46,73
Peso del agua	5,39	5,54	5,12	6,72
Peso de la Cápsula	41,57	43,91	43,46	11,91
Peso Suelo seco	27,04	28,19	26,25	34,82
Porcentaje de Humedad	19,93	19,65	19,50	19,30



Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	15,62	15,43	14,26
Peso de suelo seco + Cápsula	15,19	15,07	13,90
Peso de cápsula	12,72	13,12	11,95
Peso de suelo seco	2,47	1,95	1,95
Peso del agua	0,43	0,36	0,36
Contenido de humedad	17,41	18,46	18,46

Límite Líquido (LL)
19
Límite Plástico (LP)
18
Índice de plasticidad (IP)
1
Índice de Grupo (IG)
1

Ing. José Ricardo Arce A.
ENCARGADO DEL LABORATORIO
DE SUELOS
U.A.J.M.S





UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

HUMEDAD NATURAL Y CLASIFICACION

Proyecto: Construcción 5 Tanques de Almacenamiento de Agua Potable Distrito 2 y 6 Municipio de San Lorenzo - Tarija
Identificación: Punto 2
Solicitante: Ing. Juan José Loayza Saravia
Fecha: 11/04/2022
Laboratorista: Tec. Carlos Subia

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	99,22	108,95	119,86
Peso de suelo seco + Cápsula	96,25	105,62	115,88
Peso de cápsula	41,57	43,91	43,46
Peso de suelo seco	54,68	61,71	72,42
Peso del agua	2,97	3,33	3,98
Contenido de humedad	5,43	5,40	5,50
PROMEDIO	5,44		

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	SUCS: SM AASHTO: A-4(1)
DESCRIPCIÓN	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.





UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE CARGA DIRECTA (S.P.T.)

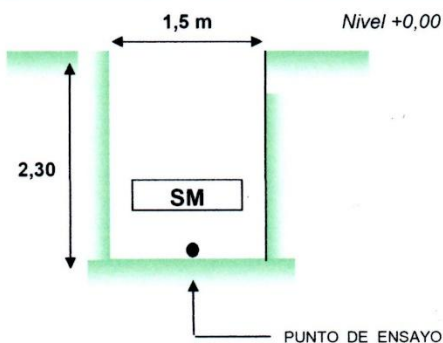
Proyecto: Construcción 5 Tanques de Almacenamiento de Agua Potable Distrito 2 y 6 Municipio de San Lorenzo - Tarija
Procedencia: Barrio San Cristobal Sella Mendez - Prov. Mendez
Solicitante: Ing. Juan José Loayza Saravia
Fecha: 11/04/2022
Identificación: Punto 2

Datos Standardizados del Equipo

Altura de penetración: 30 cm
Peso del Martillo: 65 kg
Altura de caída: 75 cm
% Humedad: 5,4

Pozo N°	Profundidad (m)	N° Golpes	Resist. Adm. Nat. (Kg/cm²)	Resist. Adm. Seca (Kg/cm²)	Clasificación del Suelo
1	2,30	24	1,33	1,40	SUCS: SM AASHTO: A-4(1)

Descripción Gráfica



Características del Suelo

Arenas limosas, mezclas de arena y limo.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

DPTO. DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS



Estudio Geotécnico
(SPT - Capacidad Admisible del Suelo)

Proyecto: Construcción 5 Tanques de Almacenamiento de Agua Potable Distrito 2 y 6
Municipio de San Lorenzo - Tarija

Procedencia: Barrio 10 de Abril Erquiz Oropeza - Prov. Mendez

Identificación: Punto 1

Solicitante: Ing. Juan José Loayza Saravia

TARIJA - BOLIVIA

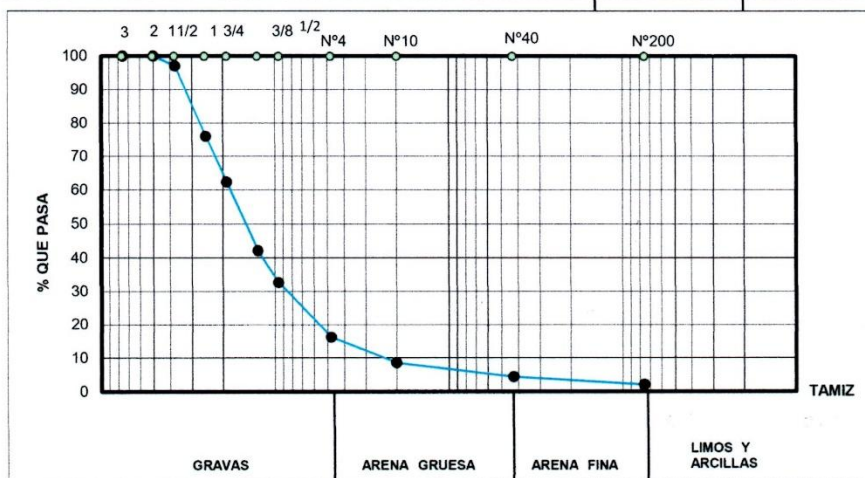


UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

GRANULOMETRÍA

Proyecto: Construcción 5 Tanques de Almacenamiento de Agua Potable Distrito 2 y 6 Municipio de San Lorenzo - Tarija	Identificación: Punto 1
Procedencia: Barrio 10 de Abril Erquiz Oropeza - Prov. Mendez	Fecha: 11/04/2022
Solicitante: Ing. Juan José Loayza Saravia	Laboratorista: Tec. Carlos Subia

Peso Total (gr.)			5000	A.S.T.M.	
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	146,90	146,90	2,94	97,06
1"	25,00	1054,20	1201,10	24,02	75,98
3/4"	19,00	679,90	1881,00	37,62	62,38
1/2"	12,50	1012,50	2893,50	57,87	42,13
3/8"	9,50	473,60	3367,10	67,34	32,66
Nº4	4,75	824,60	4191,70	83,83	16,17
Nº10	2,00	380,70	4572,40	91,45	8,55
Nº40	0,425	206,8	4779,20	95,58	4,42
Nº200	0,075	115,4	4894,60	97,89	2,11



Ing. José Ricardo Arce A. DE XEROGRAFIA
LABORATORIO DE SUELOS
U.A.J.M.S.
LABORATORIO DE SUELOS
TARIJA - BOLIVIA

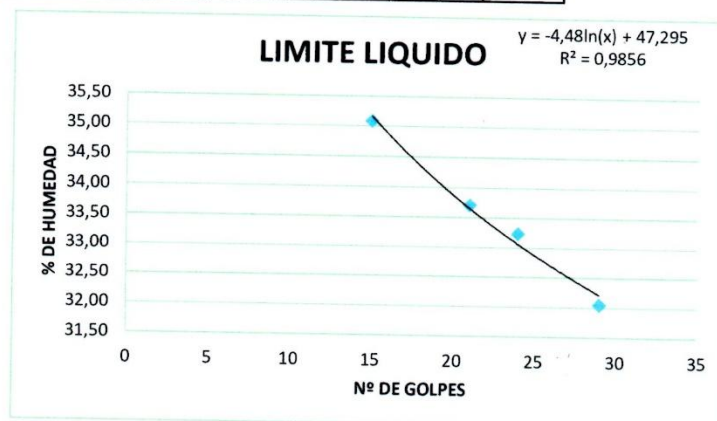


UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto: Cor	Proyecto: Construcción 5 Tanques de Almacenamiento de Agua Potable Distrito 2 y 6 Municipio de San Lorenzo - Tarija	Identificación: Punto 1
Procedencia: Barrio 10 de Abril Erquiz Oropeza - Prov. Mendez		Fecha: 11/04/2022
Solicitante: Ing. Juan José Loayza Saravia		Laboratorista: Tec. Carlos Subia

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	15	21	24	29
Suelo Húmedo + Cápsula	27,87	28,93	28,71	30,32
Suelo Seco + Cápsula	23,73	25,06	25,08	26,15
Peso del agua	4,14	3,87	3,63	4,17
Peso de la Cápsula	11,93	13,58	14,16	13,14
Peso Suelo seco	11,8	11,48	10,92	13,01
Porcentaje de Humedad	35,08	33,71	33,24	32,05



Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	14,53	14,83	15,51
Peso de suelo seco + Cápsula	14,09	14,35	15,08
Peso de cápsula	12,50	12,61	13,52
Peso de suelo seco	1,59	1,74	1,56
Peso del agua	0,44	0,48	0,43
Contenido de humedad	27,67	27,59	27,56

Límite Líquido (LL)
33
Límite Plástico (LP)
28
Índice de plasticidad (IP)
5
Índice de Grupo (IG)
0

Ing. José Ricardo Arteaga
ENCARGADO DEL LABORATORIO
DE SUELOS
U.A.J.M.S





UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAE SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

HUMEDAD NATURAL Y CLASIFICACION

Proyecto: Construcción 5 Tanques de Almacenamiento de Agua Potable Distrito 2 y 6 Municipio de San Lorenzo - Tarija

Identificación: Punto 1

Fecha: 11/04/2022

Solicitante: Ing. Juan José Loayza Saravia

Laboratorista: Tec. Carlos Subia

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	125,18	130,26	121,2
Peso de suelo seco + Cápsula	122,03	126,99	118,26
Peso de cápsula	44,03	43,98	44,16
Peso de suelo seco	78	83,01	74,1
Peso del agua	3,15	3,27	2,94
Contenido de humedad	4,04	3,94	3,97
PROMEDIO	3,98		

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	SUCS: GW AASHTO: A-1-a (5)
DESCRIPCIÓN	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos

Ing. José Ricardo Arce A.
ENCARGADO DEL LABORATORIO
DE SUELOS
U.A.J.N.S.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE COMPRESIÓN

Proyecto: Construcción 5 Tanques de Almacenamiento de Agua Potable Distrito 2 y 6 Municipio de Identificación: Punto 1
Procedencia: Barrio 10 de Abril Erquiz Oropeza - Prov. Mendez Fecha: 11/04/2022
Solicitante: Ing. Juan José Loayza Saravia Laboratorista: Tec. Carlos Subia

Datos de Muestra:

Diam: - Area (cm) 22,280 Longitud (cm) 6,95 cm
Vol (cm³): 154,846 Peso (Kg): 355,82
Contenido de Humedad (w%): 3,98

Lectura Dial	Penetración	Deformación	Lectura	Deformación	Factor Corrección	Area Corregida	Esfuerzo Desviador	Resistencia al Corte
(mm)	(cm)	(cm)	Carga (kg)	Unitaria (ε)	(1-ε)	(cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
0,0000	0,000	6,950	2682,60	0,0000000	1,00000	21,2800	126,062030	63,031015

$$D = \frac{D_{inferior} + D_{medio} + D_{superior}}{4}$$

$$\varepsilon = \frac{L_{inicial} - L_{fin}}{L_{inicial}}$$

$$\gamma_c = \frac{Carga Aplicada}{A_c}$$

$$A_c = \frac{A_{inicial}}{1 - \varepsilon}$$

$$C = \frac{Maximo Esfuerzo de Comp.}{2}$$

RESULTADO C= 63,031 kg/cm²

Clasificación de la roca en base a la resistencia a la compresión según la ISRM

Descripción	Resistencia a la Compresión (MPa)
Extremadamente blanda	< 1
Muy blanda	1-5
Blanda	5-25
Moderadamente blanda	25-50
Dura	50-100
Muy dura	100-250
Extremadamente dura	250

CLASIFICACIÓN DE LA ROCA	Pizarra Metamorfica
DESCRIPCIÓN	Blanda

Ing. José Ricardo Arce A.
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS
U.A.J.M.S.
LABORATORIO DE SUELOS
FAC. C.Y.T.
DPTO. DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION
TARUA - BOLIVIA

Análisis del estudio de suelos

Como cualquier material, el suelo posee características y propiedades que deben ser especificadas y son de gran importancia. Por suelo nos referimos al terreno donde se planifica llevar a cabo una obra civil, sea esta de cualquier tipo, el suelo es donde se asienta y especialmente donde esta se cimienta. Es primordial conocer sus características, clasificación, propiedades físicas y mecánicas; que varían según el lugar, el nivel freático, la vegetación en el lugar y la profundidad, debido a que a distintas profundidades el suelo cambia.

Para el tanque del Barrio 10 de Abril se determinó en función del ensayo de compresión simple que se realizó a una muestra de roca.

$$q_u := 63.031 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 6.18 \text{ MPa}$$

En función del tipo de roca se puede estimar:

Rock Type	Age	Location	Allow. Bear. Press. (MPa)
Massively bedded limestone ^c		U.K. ^d	3.8
Dolomite	L. Paleoz.	Chicago	4.8
Dolomite	L. Paleoz.	Detroit	1.0–9.6
Limestone	U. Paleoz.	Kansas City	0.5–5.8
Limestone	U. Paleoz.	St. Louis	2.4–4.8
Mica schist	Pre. Camb.	Washington	0.5–1.9
Mica schist	Pre. Camb.	Philadelphia	2.9–3.8
Manhattan schist ^c	Pre. Camb.	New York	5.8
Fordham gneiss ^c	Pre. Camb.	New York	5.8
Schist and slate		U.K. ^d	0.5–1.2
Argillite	Pre. Camb.	Cambridge, MA	0.5–1.2
Newark shale	Triassic	Philadelphia	0.5–1.2
Hard, cemented shale		U.K. ^d	1.9
Eagleford shale	Cretaceous	Dallas	0.6–1.9
Clay shale		U.K. ^d	1.0
Pierre Shale	Cretaceous	Denver	1.0–2.9
Fox Hills sandstone	Tertiary	Denver	1.0–2.9
Solid chalk	Cretaceous	U.K. ^d	0.6
Austin chalk	Cretaceous	Dallas	1.4–4.8
Friable sandstone and claystone	Tertiary	Oakland	0.4–1.0
Friable sandstone (Pico formation)	Quaternary	Los Angeles	0.5–1.0

Thorburn, T. (1966) & Woodward, Gardner, and Greer (1972). *Applications of Rock Mechanics to Foundation Engineering*.

De tabla se tiene los siguientes valores:

$$q_{adm} := 0.5 \text{ MPa} = 5.1 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} ; \quad q_{adm} := 1.2 \text{ MPa} = 12.24 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

En los casos sencillos, donde la roca es homogénea y continua, la roca no está alterada, pueden emplearse los siguientes métodos para la determinación de la capacidad portante (Rodríguez Ortiz, 1983):

Los códigos americanos adoptan que la tensión admisible es igual a:

$$q_{adm} \approx 0.2 \cdot q_u$$

$$q_{adm1} := 0.2 \cdot 6.18 \text{ MPa} = 12.6 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

donde q_{adm} es la tensión admisible de la roca y q_u la resistencia a compresión simple de la roca.

Los códigos ingleses, en cambio, son ligeramente menos conservadores llegando a:

$$q_{adm} \approx 0.5 \cdot q_u$$

$$q_{adm2} := 0.5 \cdot 6.18 \text{ MPa} = 31.51 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

También existe una correlación empírica (Norma Canadiense):

$$q_{adm} \approx (0.1 - 0.5) \cdot q_u$$

$$q_{adm3} := 0.1 \cdot 6.18 \text{ MPa} = 6.3 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Según la experiencia y otras bibliografías no se recomienda un valor mayor a $4.5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ por cual se adopta un valor de:

$$\text{Capacidad portante del suelo Barrio 10 de Abri} \rightarrow q_{adm} = 4.5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

ANEXO 6

MEMORIA DE CALCULO

Tablas utilizadas:

Tabla 1. Abaco en roseta para flexión esviada

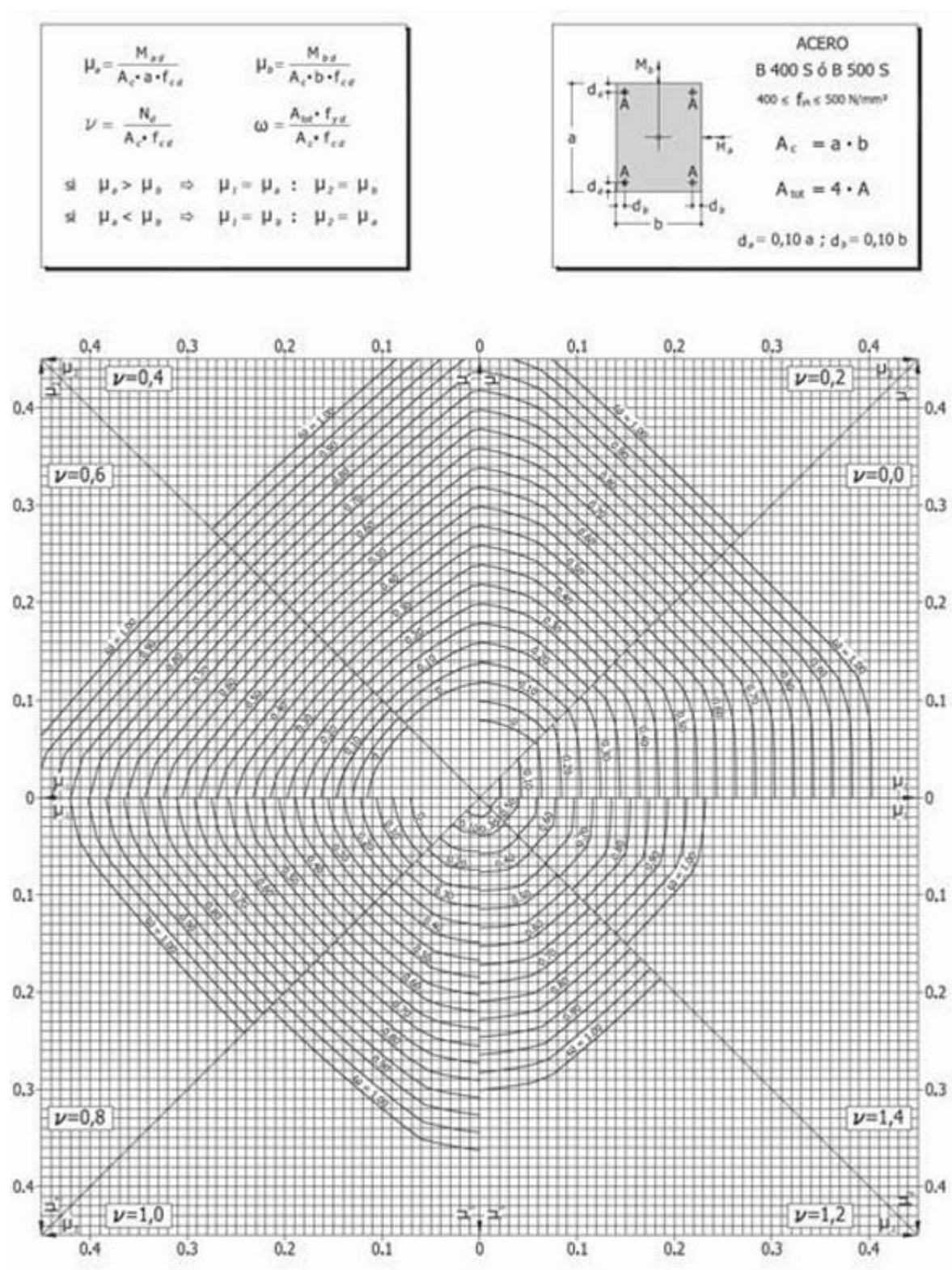


Tabla 2. Módulos de reacción del suelo

MODULOS DE REACCIÓN DEL SUELO

Distinguidos Usuarios de CSI, Morrison & Morrison Ingenieros www.morrisoningenieros.com, Coordinadores CSI Latinoamérica, Proporciona la siguiente Tabla para uso con el SAFE.

Está en una tabla con diferentes valores del Modulo de Reacción del Suelo (conocido también como Coeficiente de Balasto o Modulo de Winkler) en función de la resistencia admisible del terreno en cuestión. Los valores de esta tabla son para una superficie de apoyo (Área) Estos valores son los que hay que darles al SAFE (no requieren ninguna Modificación).

Esta tabla es un resumen de diferentes trabajos en mecánica de suelos que han realizado el Prof. Terzaghi y otros cinco Ingenieros connotados (en diferentes épocas).

Esta tabla se extrajo de la Tesis de maestría "Interacción Suelo-Estructuras: Semi-espacio de Winkler", Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona- España. 1993 (Autor Nelson Morrison).

Modulo de Reacción del Suelo
Datos para SAFE

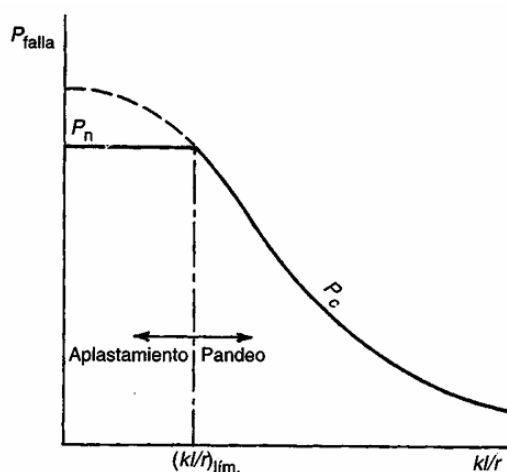
Esf Adm (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ³)	Esf Adm (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ³)	Esf Adm (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ³)
0.25	0.65	1.55	3.19	2.85	5.70
0.30	0.78	1.60	3.28	2.90	5.80
0.35	0.91	1.65	3.37	2.95	5.90
0.40	1.04	1.70	3.46	3.00	6.00
0.45	1.17	1.75	3.55	3.05	6.10
0.50	1.30	1.80	3.64	3.10	6.20
0.55	1.39	1.85	3.73	3.15	6.30
0.60	1.48	1.90	3.82	3.20	6.40
0.65	1.57	1.95	3.91	3.25	6.50
0.70	1.66	2.00	4.00	3.30	6.60
0.75	1.75	2.05	4.10	3.35	6.70
0.80	1.84	2.10	4.20	3.40	6.80
0.85	1.93	2.15	4.30	3.45	6.90
0.90	2.02	2.20	4.40	3.50	7.00
0.95	2.11	2.25	4.50	3.55	7.10
1.00	2.20	2.30	4.60	3.60	7.20
1.05	2.29	2.35	4.70	3.65	7.30
1.10	2.38	2.40	4.80	3.70	7.40
1.15	2.47	2.45	4.90	3.75	7.50
1.20	2.56	2.50	5.00	3.80	7.60
1.25	2.65	2.55	5.10	3.85	7.70
1.30	2.74	2.60	5.20	3.90	7.80
1.35	2.83	2.65	5.30	3.95	7.90
1.40	2.92	2.70	5.40	4.00	8.00
1.45	3.01	2.75	5.50		
1.50	3.10	2.80	5.60		

ESTUDIO DE LA SEPARACION DE LAS COLUMNAS:

Los tanques elevados apoyados en columnas se caracterizan porque son estructuras con gran masa concentrada en su parte superior y una estructura portante flexible. Tal como señala Harmsen (2017), el espaciamiento vertical entre los arriostramientos debe garantizar que las columnas no tengan problemas de esbeltez (sujeta a problemas de inestabilidad). Por ello, es necesario definir una separación máxima permisible ($H_{\max}$) de las vigas de arriostre.

De acuerdo a Nilson, T. Harmsen, el comportamiento axial de una columna puede dividirse en dos zonas como se muestra en la figura ().

Figura: Efecto de la esbeltez sobre las columnas



Fuente: Nilson, A. H. (1999). Diseño de estructuras de concreto (12.^a ed.). McGraw-Hill.

La curva muestra la disminución progresiva de la resistencia axial conforme aumenta la esbeltez. La intersección entre la resistencia axial reducida “ P_n ” y la carga crítica de Euler define el punto a partir del cual la columna deja de comportarse como un elemento corto y pasa a fallar por inestabilidad.

Para poder estimar el valor de separación se utilizarán las ecuaciones de la NB 1225001, siguiendo el procedimiento mencionado en Nilson, A. H, sección 9.1.

Datos de materiales:Resistencia característica del hormigón, f'_c

$$f'_c = 25 \text{ Mpa}$$

Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo, f_y

$$f_y = 500 \text{ Mpa}$$

Módulo de elasticidad del hormigón, E_c

$$E_c = 3830 \cdot \sqrt{f'_c}$$

$$E_c = 19150 \text{ MPa}$$

Datos geométricos:Altura de columna, h

$$h = 0.25 \text{ m}$$

Base de columna, b

$$b = 0.25 \text{ m}$$

Factor de longitud efectiva, k

$$k = 1$$

Longitud de columna, L

$$L = [0.05, \dots, 20] \text{ m}$$

Cálculos necesarios:Área bruta de columna, A_g

$$A_g = 0.040 \text{ m}^2$$

Inercia bruta de columna, I_g

$$I_g = 0.040 \text{ m}^4$$

Factor de efectos del flujo plástico, β_{dns}

$$\beta_{dns} = 0.6$$

Rigidez efectiva a la flexión, $(EI)_{\text{eff}}$

$$(EI)_{\text{eff}} = \frac{0.4 \cdot E_c \cdot I_g}{1 + \beta_{dns}}$$

$$(EI)_{\text{eff}} = 1558.43 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$$

Carga crítica a pandeo, P_c

$$P_c = \frac{\pi^2 \cdot (EI)_{\text{eff}}}{(k \cdot L)^2}$$

Para $L = [3 \text{ m}]$

$$P_c = 1301.90 \text{ kN}$$

Resistencia axial nominal a la compresión, P_n

$$P_n = 0.80 \cdot [0.85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}]$$

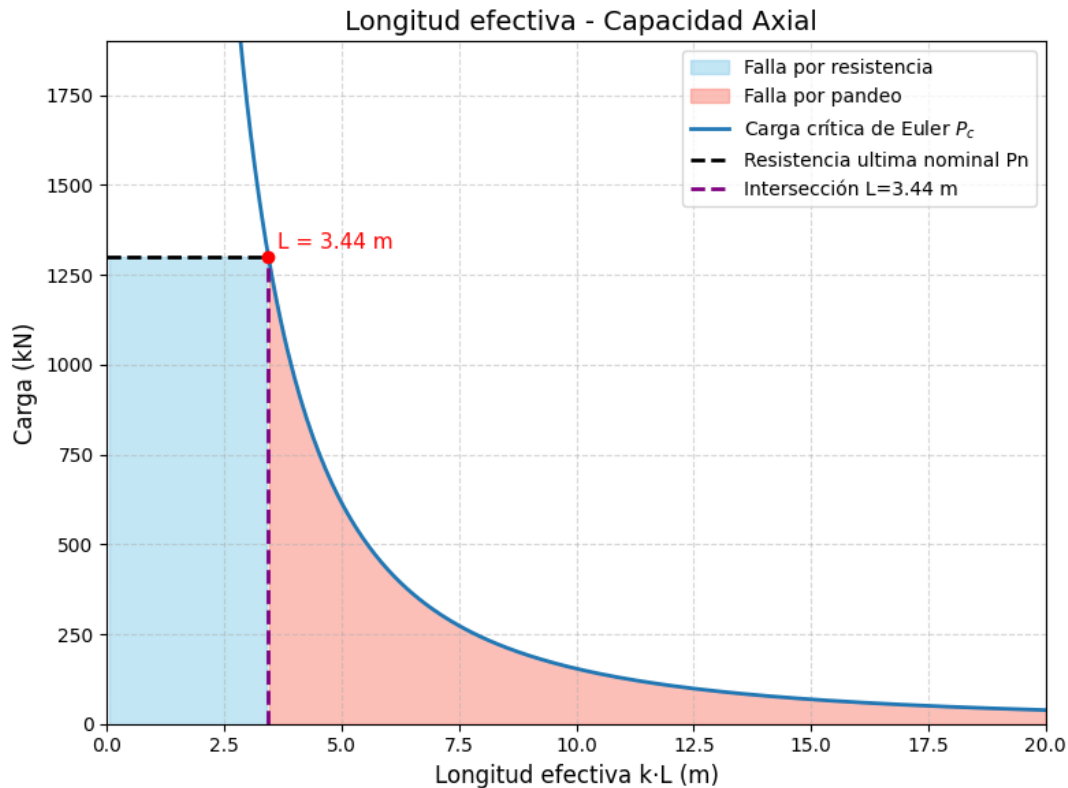
Considerando un acero mínimo: $A_{st} = 0.01 \cdot A_g$

$$P_n = 1709.01 \text{ kN}$$

Realizando el cálculo de “ P_c ” para distintas longitudes se obtiene la siguiente gráfica:

Figura

Curva de la relación esbeltez y capacidad axial



Fuente: Elaboración propia

Se observa que la columna falla por pandeo a una longitud (**$L = 3.44$ m**). Dado que la estructura portante es flexible, el factor (k) tiende a ser mayor que 1, por lo que la longitud crítica se reducirá al aumentar el factor de longitud efectiva.

Para el cálculo de la separación de las vigas de arriostre, considerando una altura total de 15 m:

$$s = \frac{15 \text{ m}}{3.44 \text{ m}} = 4.36 \approx 5$$

Asimilando a 5 niveles, se obtiene una disposición simétrica de vigas cada 3 m a lo largo de la altura total de las columnas, arriostrando de manera eficiente la estructura.

Tabla de coeficiente de esbeltez:

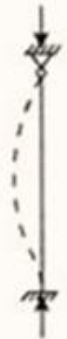
La línea punteada indica la forma de la columna pandeada	(a) 	(b) 	(c) 	(d) 	(e) 	(f) 
Valores teóricos de K	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Valores de diseño recomendados cuando se tiene condiciones cercanas a las ideales	0.6	0.8	1.2	1.0	2.1	2.0
Condiciones en los extremos	 Rotación impedida y traslación impedida  Rotación libre y traslación impedida  Rotación impedida y traslación libre  Rotación libre y traslación libre					

Ilustración de Valores del Coeficiente K para Columnas Aisladas [Figura]. Fuente:

[http://www1.frm.utn.edu.ar/metalias/Ciclo%202009/Guias%20de%20Estudio/CMM_Barras%20Com primidas_FK_09.pdf](http://www1.frm.utn.edu.ar/metalias/Ciclo%202009/Guias%20de%20Estudio/CMM_Barras%20Com%20primidas_FK_09.pdf)

Análisis hidráulico de la red de distribución:

Tabla: Calculo hidráulico de la red de distribución

Tanque =	15	m
----------	----	---

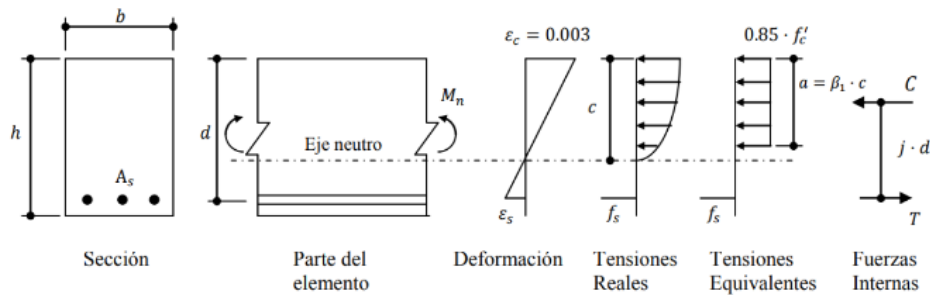
Nodo inicial	Nodo Final	Longitud (m)	Perdidas de carga (m)	C	Diámetro (mm)		Caudal diseño (l/s)	v (m/s)	Altura de Excavación (m)	Cota (msnm)		Presión estática (m)		Presión dinámica (m.c.a.)	
					(pulg)	(mm)				Inicio	Fin	Inicial	Final	Inicial	Final
Tan.	J-5	19.63	0.006	150	2.5	63.5	1.70	0.54	0.80	1,926.89	1911.16	0	15.73	0.00	15.72
J-5	J-14	115.040	0.460	150	2	50.8	0.74	0.37	0.80	1911.16	1905.61	15.73	3.21	15.72	12.13
J-5	J-15	78.870	0.868	150	2.5	63.5	0.97	0.31	0.80	1905.61	1905.36	21.28	5.80	12.13	11.58
J-15	J-17	134.280	0.671	150	2.5	63.5	0.60	0.19	0.80	1905.36	1903.25	21.53	2.11	11.58	10.58
J-17	J-13	70.120	0.631	150	2	50.8	0.04	0.02	0.80	1903.25	1911.20	23.64	15.69	10.58	11.51
J-14	J-13	90.700	0.816	150	2	50.8	0.38	0.19	0.80	1905.61	1909.48	21.28	17.41	12.13	11.51
J-13	J-18	90.70	0.816	150	2	50.8	0.16	0.08	0.80	1909.48	1907.45	17.41	19.44	11.51	6.71
J-17	J-9	89.57	0.717	150	2.5	63.5	0.27	0.09	0.80	1903.25	1908.18	23.64	18.71	5.57	7.01
J-9	J-10	70.12	0.631	150	2.5	63.5	0.01	0.00	0.80	1911.16	1911.20	15.73	15.69	15.72	5.57
J-14	J-16	78.9	0.237	150	2	50.8	0.21	0.10	0.80	1909.480	1898.830	17.41	28.06	12.13	12.3
J-15	J-16	46.9	0.281	150	2	50.8	0.19	0.09	0.80	1898.830	1896.790	28.06	30.10	11.58	12.3
J-16	J-7	60.4	0.604	150	2	50.8	0.13	0.06	0.80	1909.480	1908.180	17.41	18.71	12.30	12.9
J-7	J-8	33.1	0.397	150	2	50.8	0.01	0.00	0.80	1908.180	1903.180	18.71	23.71	12.90	12.87
J-7	J-6	51.2	0.461	150	2	50.8	0.05	0.02	0.80	1896.790	1903.180	30.10	23.71	12.90	12.71
J-7	J-11	105.1	0.210	150	2	50.8	0.01	0.00	0.80	1898.830	1891.930	28.06	34.96	12.90	12.16
J-6	J-12	22.9	0.229	150	2	50.8	1.41	0.70	0.80	1896.790	1894.730	30.10	32.16	12.71	12.3

ANALISIS SOBRE USO RECOMENDADO DE LAS CUANTIAS MAXIMAS:

1. Resumen de datos ingresados:

- Resistencia a compresión del $f'_c = 25 \text{ MPa}$
- Fluencia del acero longitudinal: $f_y = 500 \text{ MPa}$
- Fluencia del acero transversal: $f_{yt} = 420 \text{ MPa}$
- Ancho de la viga: $b = 250 \text{ mm}$
- Peralte de la viga: $h = 300 \text{ mm}$
- Recubrimiento: $r = 25 \text{ mm}$

Figura 1. Comportamiento a flexión de una viga de concreto con refuerzo en tensión únicamente.



Fuente: Córdova (2015)

La compresión en el bloque de Whitney es: $C = \beta_1 \cdot c \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b$ (1)

La tensión en el acero suponiendo la fluencia es: $T = A_{st} \cdot f_y$ (2)

Por equilibrio igualando la tensión y la compresión: $C = T$

Se despeja la altura del eje neutro: $c = \frac{A_{st} \cdot f_y}{\beta_1 \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b}$ (3)

Por tanto la altura equivalente del bloque en compresión será: $a = \beta_1 \cdot c = \frac{A_{st} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$ (4)

El brazo entre resultantes de fuerza: $jd = d - \frac{a}{2}$ (5)

Finalmente el momento resistente de la sección: $\phi M_n = \phi_f \cdot T \cdot jd$ (6)

2. Acero mínimo:

Según 9.6.1.2 el acero mínimo debe ser el mayor de lo obtenido en las ecuaciones (9) y (10):

$$A_{smin1} = \frac{0.25 \cdot \sqrt{f'_c}}{f_y} \cdot b \cdot d \dots\dots\dots (7)$$

$$A_{smin2} = \frac{14}{f_y} \cdot b \cdot d \dots\dots\dots (8)$$

3. Acero máximo:

Según 9.3.3.1 las secciones deben ser controladas por tracción para tener un comportamiento dúctil. Lo anterior implica según la tabla 21.2.1 que la deformación en el acero más alejado en tensión sea por lo menos:

$$\epsilon_{tim} = \epsilon_y + 0.003 \dots\dots\dots (9)$$

Donde:

: Deformación de fluencia del refuerzo. $\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} \quad \epsilon_y = \begin{cases} 0.00210 & \text{Si: } f_y = 420 \text{ MPa} \\ 0.00275 & \text{Si: } f_y = 550 \text{ MPa} \end{cases}$

: Modulo de elasticidad del acero $E_s = 200000 \text{ MPa}$ ACI 318-19 20.2.2.2

En este caso evaluando tenemos la deformación de fluencia:

$$\epsilon_y \xrightarrow{\text{explicit, ALL}} \frac{500 \text{ MPa}}{200000 \text{ MPa}}$$

$$\epsilon_y = 0.0025$$

Reemplazando en la ecuación (9) tenemos la deformación asociada a una falla controlada por tensión:

$$\epsilon_{tim} \xrightarrow{\text{explicit, ALL}} 0.0025 + 0.003$$

$$\epsilon_{tim} = 0.0055$$

Ahora debemos calcular la distancia de la fibra mas alejada en tensión donde debe ocurrir la deformación previamente calculada. Según la figura [R21.2.2a](#) esta se calcula según la ecuación 12:

$$d_t = h - r_e - \phi_e - \frac{\phi_l}{2} \dots\dots\dots (10)$$

Donde:

r_e : Recubrimiento

ϕ_e : Diámetro del estribo

ϕ_l : Diámetro máximo de refuerzo longitudinal.

Figura 2. Definición de "d_t"

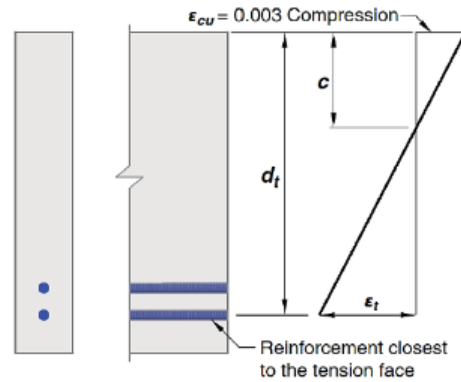


Fig. R21.2.2a—Strain distribution and net tensile strain in a nonprestressed member.

Fuente: ACI 318-19

$$f'_c > 55$$

El diámetro máximo colocado en el tramo es:

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

El recubrimiento según la tabla [Tabla 20.5.1.3.1](#):

$$r_e = 25 \text{ mm}$$

El estribo de la viga es:

$$\phi_e = 6 \text{ mm}$$

Reemplazando en la ecuación (10) tenemos:

$$d_t \xrightarrow{\text{explicit, ALL}} 300 \text{ mm} - 25 \cdot \text{mm} - 6 \cdot \text{mm} - \frac{12 \text{ mm}}{2}$$

$$d_t = 263 \text{ mm}$$

Una vez conocido d_t es posible calcular la distancia del eje neutro según un análisis de compatibilidad de deformaciones y posteriormente calcular la compresión máxima del bloque equivalente, finalmente a partir del equilibrio se despeja el acero máximo:

$$A_{s_{max1}} = \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot \beta_1 \cdot b}{f_y} \cdot \left(\frac{\epsilon_c \cdot d_t}{\epsilon_{lim} + \epsilon_c} \right) \dots\dots\dots (11)$$

Donde:

: Factor de bloque equivalente de Whitney según la [Tabla 22.2.2.4.3](#).

$$\beta_1 = \begin{cases} 0.85 & \text{Si: } f'_c \leq 28 \\ 0.85 - 0.05 \cdot \frac{(f'_c - 28)}{7} & \text{Si: } 28 < f'_c \leq 55 \text{ } f'_c \text{ en MPa} \\ 0.65 & \end{cases} \dots\dots\dots (12)$$

Para este caso según la resistencia a compresión elegida en el diseño el factor es de:

$$f'_c = 25 \text{ MPa} \quad \therefore \beta_1 = 0.85$$

: Deformación máxima utilizable del concreto según R21.2.2 $\epsilon_c = 0.003$

Reemplazando los valores en la ecuación (11) obtenemos:

$$A_{s_{max1}} \xrightarrow{\text{explicit, ALL}} \frac{0.85 \cdot 25 \text{ MPa} \cdot 0.85 \cdot 250 \text{ mm}}{500 \text{ MPa}} \cdot \frac{0.003 \cdot 263 \cdot \text{mm}}{0.0055 + 0.003}$$

$$A_{s_{max1}} = 838.313 \text{ mm}^2$$

4. Demostración del acero máximo:

Del apartado anterior es posible deducir la cuantía máxima asociada a una falla controlada por tracción considerando solamente el acero en tracción.

$$\epsilon_{tlim} = \epsilon_y + \epsilon_c$$

Donde:

: Deformación de fluencia del refuerzo. $\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s}$

: Deformación máxima del hormigón: $\epsilon_c = 0.003$

De semejanza de triángulos en el diagrama de deformaciones la altura del eje neutro resulta:

$$c_{max} = \frac{\epsilon_c d_t}{\epsilon_{tlim} + \epsilon_c} = \frac{0.003 d_t}{\frac{f_y}{E_s} + 0.006}$$

Teniendo en cuenta la resultante de compresión y tracción con el acero en fluencia, y con el equilibrio de la sección se obtiene el acero asociado:

La compresión en el bloque de Whitney es: $C = 0.85 \cdot f'_c \cdot a_{max} \cdot b$

La tensión en el acero suponiendo la fluencia es: $T = A_{st} \cdot f_y$

Por equilibrio igualando la tensión y la compresión: $C = T$

Altura equivalente del bloque en compresión será: $a_{max} = \beta_1 \cdot c_{max}$

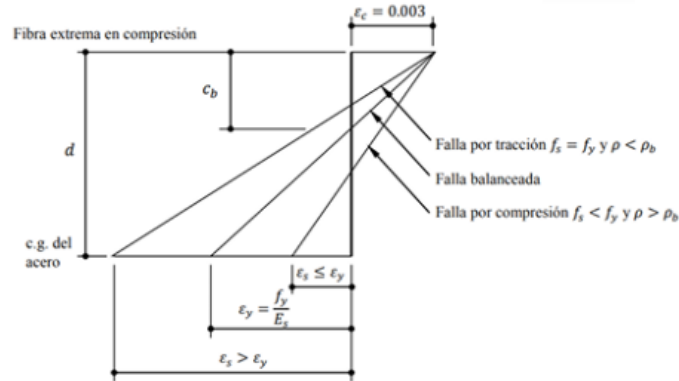
Por tanto el acero asociado es: $A_{st} = \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot \beta_1 \cdot c_{max}}{f_y}$

Reemplazando se obtiene el acero máximo:

$$A_{s_{max1}} = \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot \beta_1 \cdot b}{f_y} \cdot \left(\frac{0.003 d_t}{\frac{f_y}{E_s} + 0.006} \right)$$

5. Demostración de la cuantía balanceada: Cuando simultáneamente el acero alcanza la deformación de fluencia y el concreto alcanza la máxima deformación unitaria utilizable:

Figura 3. Cuantía balanceada



Fuente: Córdova (2015)

$$\epsilon_{ys} = \epsilon_y$$

$$\epsilon_c = 0.003$$

De semejanza de triángulos en el diagrama de deformaciones la altura del eje neutro resulta:

$$c_b = \frac{\epsilon_c d}{\epsilon_y + \epsilon_c} = \frac{0.003 d}{\frac{f_y}{E_s} + 0.003}$$

Teniendo en cuenta la resultante de compresión y tracción con el acero en fluencia, y con el equilibrio de la sección se obtiene el acero asociado:

La compresión en el bloque de Whitney es:

$$C = 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a_b$$

La tensión en el acero suponiendo la fluencia es:

$$T = A_{st} \cdot f_y$$

Por equilibrio igualando la tensión y la compresión:

$$C = T$$

Altura equivalente del bloque en compresión será:

$$a_b = \beta_1 \cdot c_b$$

Por tanto el acero asociado y la cuantía balanceada es:

$$A_s = \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot \beta_1 \cdot c_b}{f_y}$$

$$\rho_b = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

Finalmente conociendo la expresión para la falla balanceada se tiene la cuantía máxima en función de esta última:

$$\rho_{max} = \frac{A_{max}}{b_w \cdot d}$$

Según Jiménez Montoya:

Se recomienda, sin embargo, por razones diferentes de las económicas, limitar la contribución del hormigón de tal modo que la profundidad de la zona comprimida valga menos de 0,45 d y no más.

TABLA 15.4
VALORES RECOMENDADOS COMO LÍMITE

ξ	μ	ω
0,45	0,2961	0,3643

Fuente: Jiménez Montoya (2000)

Entonces:

Momento reducido de calculo: $\mu_{lim} = 0.2961$

Cuantía mecánica de armadura: $\omega_{lim} = 0.3643$

Por tanto el acero máximo es: $A_{s_max} = \frac{\omega_{lim} \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d}{f_{yd}}$

Se puede concluir lo siguiente:

La cuantía máxima de refuerzo tiene como finalidad limitar el contenido de acero en la sección, de modo que se garantice un comportamiento dúctil controlado por la fluencia del acero antes del aplastamiento del hormigón. En este sentido, si la cuantía de refuerzo supera el valor máximo establecido, la sección tiende a comportarse de forma frágil, ya que el hormigón alcanza su deformación última sin que el acero haya fluido, reduciendo significativamente la capacidad de redistribución de esfuerzos y la disipación de energía.

Diseño de columna según CBH-87

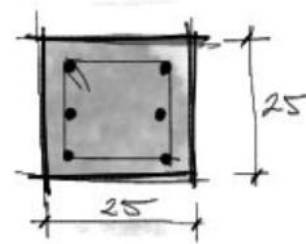
Los datos serán obtenidos del programa SAP 2000, trabajando con la columna que presente mayores tensiones (mayoradas).

Para el diseño de la columna se consideraron los siguientes parámetros:

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

$$f_{ck} = 25 \text{ Mpa} \rightarrow f_{cd} = \frac{2.5 \text{ kN/cm}^2}{1.5} = 1.67 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{yk} = 500 \text{ Mpa} \rightarrow f_{yd} = \frac{50 \text{ kN/cm}^2}{1.15} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$



Solicitaciones:

$$N_d = 434.4 \text{ kN}$$

$$M_{xd} = 4.83 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{yd} = 4.83 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Propiedades geométricas de la viga:

$$I_{xv} = \frac{20 \cdot 35^3}{12} = 71458.33 \text{ cm}^4$$

$$I_{yv} = \frac{35 \cdot 20^3}{12} = 23333.33 \text{ cm}^4$$

Propiedades geométricas de la columna:

$$I_{xc} = I_{xc} = \frac{25 \cdot 25^3}{12} = 32552.08 \text{ cm}^4$$

La esbeltez de un elemento se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\psi_{Ax} = \frac{\frac{32552.08}{300} + \frac{32552.08}{300}}{\frac{71458.33}{480} + \frac{23333.33}{480}} = 1.09$$

$$\psi_{Bx} = 10$$

El factor k de longitud efectiva es: $k_x = 0.86$, según nomograma.

$$\psi_{Ay} = \frac{\frac{32552.08}{300} + \frac{32552.08}{300}}{\frac{23333.33}{480} + \frac{71458.33}{480}} = 1.09$$

$$\psi_{By} = 10$$

El factor k de longitud efectiva es: $k_y = 0.86$, según nomograma.

Longitud de pandeo y esbeltez geométrica:

$$L_{ax} = L_{ay} = 300 \cdot 0.86 = 258 \text{ cm} = 2.6 \text{ m}$$

Esbeltez de la columna.

$$\lambda = \frac{l_o}{i} = \frac{258}{\sqrt{\frac{32552.08}{625}}} = 35$$

Excentricidad de primer orden:

$$e_{ox} = \frac{4.83}{434.4} = 1.1 \text{ cm} \quad , \quad e_{oy} = \frac{4.83}{434.4} = 1.1 \text{ cm}$$

Excentricidad por construcción:

$$e_{cx} = \frac{25}{20} = 1.25 \geq 2 \text{ cm}$$

$$e_{cx} = 2 \text{ cm}$$

Excentricidad adicional debido al pandeo (segundo orden):

$$e_{ax} = e_{ay} = \left(3 + \frac{4200}{3500}\right) \cdot \frac{25 + 20 \cdot 1.1}{25 + 10 \cdot 1.1} \cdot \frac{258^2}{25} \cdot 10^{-4} = 2.05 \text{ cm}$$

Excentricidad final:

$$e_{fx} = 1.1 + 2 + 2.05 = 5.15 \text{ cm}$$

$$e_{fy} = 1.1 + 2 + 2.05 = 5.15 \text{ cm}$$

Determinación del momento de diseño:

$$M_{dx} = M_{dy} = 434.4 \cdot 0.05 = 21.72 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Determinar la capacidad mecánica del hormigón.

$$U_c = 1.67 \cdot 25 \cdot 25 = 1043.75 \text{ kN}$$

Determinar los esfuerzos reducidos

$$v = \frac{434.4}{1043.75} = 0.42$$

$$\mu_x = \frac{21.72}{1043.75 \cdot 0.25} = 0.1 \quad ; \quad \mu_y = \frac{21.72}{1043.75 \cdot 0.25} = 0.1$$

Con los valores de esfuerzo reducido y momentos reducidos se entra al ábaco en roseta de flexión esviada y se obtiene la cuantía mecánica (w).

$$v = 0.42 \quad ; \quad \omega = 0.18$$

La armadura longitudinal necesaria será:

$$A_s = \frac{0.18 \cdot 25 \cdot 25 \cdot 1.67}{43.48} = 4.32 \text{ cm}^2$$

Cuantía geométrica mínima, según CBH-87, 8.1.7.3

$$\text{AH 500} \rightarrow A_s = 0.005 \cdot 25 \cdot 25 = 3.13 \text{ cm}^2$$

Como $A_s > A_{s,min}$, se adopta $A_s = 4.32 \text{ cm}^2$

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

$$A_{\emptyset} = \frac{\pi}{4} \cdot 1.2^2 = 1.13 \text{ cm}^2$$

$$\frac{A_{s,min}}{A_{\emptyset}} = \frac{4.32}{1.13} = 3.82 \approx 4$$

$$A_s = 4 \cdot 1.13 = 4.52 \text{ cm}^2 > 4.32 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto, se ha optado por disponer 4Ø12 mm.

La armadura transversal necesaria será:

$$V_d = 1.63 \text{ kN} = 163 \text{ kg}$$

La resistencia convencional del hormigón a cortante es:

$$f_{vd} = 0.5 \cdot \sqrt{f_{cd}} = 0.5 \cdot \sqrt{167} \rightarrow f_{vd} = 6.46 \text{ kg/cm}^2 = 633.51 \text{ kN/m}^2$$

Resistencia del hormigón al esfuerzo cortante:

$$V_{cu} = f_{vd} \cdot b_w \cdot d = 6.46 \cdot 25 \cdot 22.5 = 3634.55 \text{ kg} = 35.64 \text{ kN}$$

Como $V_d < V_{cu}$, se determina la armadura mínima a corte:

Armadura transversal mínima:

$$A_{min} = 0.02 \cdot b_w \cdot t \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0.02 \cdot 25 \cdot 100 \cdot \frac{167}{4200} \rightarrow A_{min} = 1.99 \text{ cm}^2/m$$

Considerando un $\emptyset = 6 \text{ mm}$

$$A_{\emptyset} = 2 \cdot \left(\frac{\pi}{4} \cdot 0.6^2\right) = 0.57 \text{ cm}^2$$

Número de estribos por metro de longitud:

$$\frac{A_{min}}{A_{\emptyset}} = \frac{1.99}{0.57} = 3.49$$

Espaciamiento:

$$s = \frac{100}{3.49} = 28.65 \approx 25 \text{ cm}$$

Verificación del espaciado máximo:

$$s \leq 25 \text{ cm} ; s \leq 15 \cdot 1.2 = 18 \text{ cm}$$

Dado que el espaciado calculado es mayor que el requerido, se adopta una disposición de:

$$\emptyset = 6 \text{ mm c/15 cm}$$

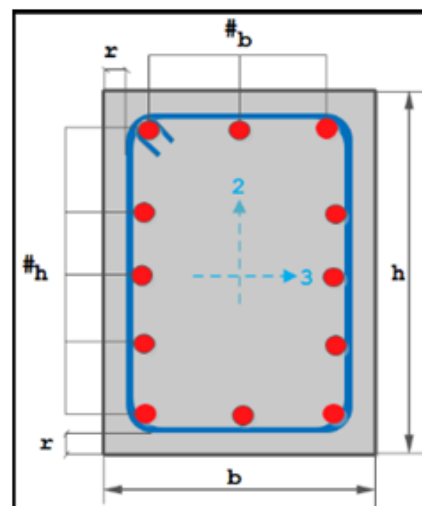
DIAGRAMA DE INTERACCIÓN UNIAXIAL SEGÚN NB 1225001

A) Materiales

Concreto	$f'_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Acero de refuerzo	$f_y := 5000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Módulo de elasticidad	$E_s := 29000 \text{ ksi}$

B) Dimensiones

Altura	$h := 25 \text{ cm}$
Ancho	$b := 25 \text{ cm}$
Recubrimiento al estribo	$r := 2.5 \text{ cm}$



C) Refuerzo

Número de Barras Dirección b	$\#_b := 2$	
Número de Barras Dirección h	$\#_h := 3$	
Diámetro Barras de Refuerzo Longitudinal	$d_{be} := \frac{1}{2} \text{ in}$	
Acero transversal (Diámetro de Estribo)	$d_v := \frac{1}{4} \text{ in}$	

1. Resistencia requerida

Fuerza Axial	$P_u := [38 \ 33 \ 24 \ 23] \text{ tonnef}$
Momento en Dirección 2	$M_{uy} := [0.2 \ 0.17 \ 0.17 \ 0.17] \text{ tonnef}\cdot\text{m}$
Momento en Dirección 3	$M_{ux} := [-0.2 \ -0.17 \ -0.25 \ -0.17] \text{ tonnef}\cdot\text{m}$

Matriz de Área de Refuerzo

$$A_{s_{i,1}} := d_{b12} \quad \boxed{A_{s_{1,k}}} := d_{b12} \quad \boxed{A_{s_{i,\#_b}}} := d_{b12} \quad \boxed{A_{s_{\#_n,k}}} := d_{b12}$$

$$\boxed{A_{s_{1,1}}} := d_{be1} \quad \boxed{A_{s_{1,\#_z}}} := d_{be1} \quad \boxed{A_{s_{\#_n,1}}} := d_{be1} \quad \boxed{A_{s_{\#_n,\#_z}}} := d_{be1}$$

$$A_s = \begin{bmatrix} 1.267 & 1.267 \\ 1.267 & 1.267 \\ 1.267 & 1.267 \end{bmatrix} \text{ cm}^2$$

1.- Refuerzo de Acero en cada Fila

Dirección en eje 2 M2

$$A_{sx} := \sum_{i=1}^{\#_z} \widehat{A_s^{(i)}}$$

Dirección en 3 eje M3

$$A_{sy} := \left(\sum_{i=1}^{\#_z} A_s^{(i)} \right)^T$$

2.- Ubicación de cada Fila de Acero

$$d_x := \begin{array}{l} d_1 \leftarrow r + d_v + d_{be} \cdot 0.5 \\ s \leftarrow \frac{b - 2 \cdot d_1}{\#_b - 1} \\ \text{if for } k \in 2.. \#_b \\ \quad \left\| \begin{array}{l} d_{k,1} \leftarrow d_1 + (k-1) \cdot s \\ d_{1,1} \leftarrow r + d_v + d_{be} \cdot 0.5 \end{array} \right\| \\ \quad \left\| d \right\| \end{array}$$

$$d_y := \begin{array}{l} d_1 \leftarrow r + d_v + d_{be} \cdot 0.5 \\ s \leftarrow \frac{h - 2 \cdot d_1}{\#_h - 1} \\ \text{if for } k \in 2.. \#_h \\ \quad \left\| \begin{array}{l} d_{k,1} \leftarrow d_1 + (k-1) \cdot s \\ d_{1,1} \leftarrow r + d_v + d_{be} \cdot 0.5 \end{array} \right\| \\ \quad \left\| d \right\| \end{array}$$

3.- Compresión Pura

$$\text{Área Bruta del Concreto} \quad A_g = 625 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área Total de Acero} \quad A_{st} = 7.601 \text{ cm}^2$$

$$P_0 := 0.85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st} = 148.209 \text{ tonnef} \quad (\text{ACI } 22.4.2)$$

4.- Caso de Compresión y Flexión (ACI Tabla 22.2.2.4.3)

$$\beta := \begin{array}{l} \text{if } f'_c \leq 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \\ \quad \left\| 0.85 \right\| \\ \text{else if } f'_c < 550 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \\ \quad \left\| 0.85 - 0.05 \cdot \left(\frac{f'_c - 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{70 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \right) \right\| \\ \text{else if } f'_c \geq 550 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \\ \quad \left\| 0.65 \right\| \end{array}$$

Variación a realizarse en a=Altura de bloque de Whitney (ACI 22.2.2.4.1)

$$c(a_x) := \frac{a_x}{\beta} \qquad c(a_y) := \frac{a_y}{\beta}$$

Esfuerzo en cada Fila de Acero (ACI R20.2.2)

$$f_{sx}(k, a_x) := \begin{cases} \text{if } a_x = 0 \\ \quad \varepsilon_s \leftarrow 0.005 \\ \text{else if } a_x = b \\ \quad \varepsilon_s \leftarrow 0.003 \\ \text{else} \\ \quad \varepsilon_s \leftarrow \varepsilon_c \cdot \left(\frac{c(a_x) - d_{x_k}}{c(a_x)} \right) \\ \text{sign}(\varepsilon_s) \cdot \min(E_s \cdot |\varepsilon_s|, f_y) \end{cases} \qquad f_{sy}(i, a_y) := \begin{cases} \text{if } a_y = 0 \\ \quad \varepsilon_s \leftarrow 0.005 \\ \text{else if } a_y = h \\ \quad \varepsilon_s \leftarrow 0.003 \\ \text{else} \\ \quad \varepsilon_s \leftarrow \varepsilon_c \cdot \left(\frac{c(a_y) - d_{y_i}}{c(a_y)} \right) \\ \text{sign}(\varepsilon_s) \cdot \min(E_s \cdot |\varepsilon_s|, f_y) \end{cases}$$

Calculo del Factor de Minoración (ACI Tabla 21.2.2)

$$d_{tx} := \max(d_x) \qquad d_{ty} := \max(d_y)$$

$$\phi_x(a_x) := \begin{cases} \varepsilon_t \leftarrow \varepsilon_c \cdot \left(\frac{c(a_x) - d_{tx}}{c(a_x)} \right) \\ \phi \leftarrow \max \left(\min \left(0.9, 0.65 + 0.25 \cdot \left(\frac{|\varepsilon_t| - \varepsilon_{ty}}{0.005 - \varepsilon_{ty}} \right) \right), 0.65 \right) \\ \phi \end{cases}$$

$$\phi_y(a_y) := \begin{cases} \varepsilon_t \leftarrow \varepsilon_c \cdot \left(\frac{c(a_y) - d_{ty}}{c(a_y)} \right) \\ \phi \leftarrow \max \left(\min \left(0.9, 0.65 + 0.25 \cdot \left(\frac{|\varepsilon_t| - \varepsilon_{ty}}{0.005 - \varepsilon_{ty}} \right) \right), 0.65 \right) \\ \phi \end{cases}$$

Capacidad Axial de la columna (ACI 22.4.2.1)

$$P_{ny}(a_x) := \min \left(0.85 \cdot f'_c \cdot a_x \cdot h + \sum_{k=1}^{\#_b} (A_{sx1,k} \cdot f_{sx}(k, a_x)), P_0 \right)$$

$$\phi P_{ny}(a_x) := \phi_x(a_x) \cdot \min \left(\left(0.85 \cdot f'_c \cdot a_x \cdot h + \sum_{k=1}^{\#_b} (A_{sx1,k} \cdot f_{sx}(k, a_x)) \right), 0.8 \cdot P_0 \right)$$

$$P_{nx}(a_y) := \min \left(\left(0.85 \cdot f'_c \cdot a_y \cdot b + \sum_{i=1}^{\#_n} (A_{sy1,i} \cdot f_{sy}(i, a_y)) \right), P_0 \right)$$

$$\phi P_{nx}(a_y) := \phi_y(a_y) \cdot \min \left(\left(0.85 \cdot f'_c \cdot a_y \cdot b + \sum_{i=1}^{\#_n} (A_{sy1,i} \cdot f_{sy}(i, a_y)) \right), 0.8 \cdot P_0 \right)$$

Momento Resistente

$$M_{ny}(a_x) := 0.85 \cdot f'_c \cdot a_x \cdot h \cdot \left(\frac{b}{2} - \frac{a_x}{2} \right) + \sum_{k=1}^{\#_b} \left(A_{sx1,k} \cdot f_{sx}(k, a_x) \cdot \left(\frac{b}{2} - d_{x_k} \right) \right)$$

$$M_{nx}(a_y) := 0.85 \cdot f'_c \cdot a_y \cdot b \cdot \left(\frac{h}{2} - \frac{a_y}{2} \right) + \sum_{i=1}^{n_s} \left(A_{sy1,i} \cdot f_{sy}(i, a_y) \cdot \left(\frac{h}{2} - d_{yi} \right) \right)$$

$$\phi M_{nx}(a_y) := \phi_y(a_y) \cdot \left(0.85 \cdot f'_c \cdot a_y \cdot b \cdot \left(\frac{h}{2} - \frac{a_y}{2} \right) + \sum_{i=1}^{n_s} \left(A_{sy1,i} \cdot f_{sy}(i, a_y) \cdot \left(\frac{h}{2} - d_{yi} \right) \right) \right)$$

4.- Rango de Valores de a

$$a_x := 0 \text{ cm}, \frac{b}{100000} \dots b$$

$$a_y := 0 \text{ cm}, \frac{h}{100000} \dots h$$

Punto fs = 0.50fy

$$s_{x_0.5} := \left\| \begin{array}{l} a_x \leftarrow b \\ \text{while } f_{s1} < 0.5 \cdot f_y \\ \left\| \begin{array}{l} f_{s1} \leftarrow 0.003 \cdot \frac{d_{tx} - c(a_x)}{c(a_x)} \cdot E_s \\ a_x \leftarrow a_x - 0.1 \text{ mm} \end{array} \right\| \\ a_x \end{array} \right\| = 0.128 \text{ m}$$

$$s_{y_0.5} := \left\| \begin{array}{l} a_y \leftarrow h \\ \text{while } f_{s1} < 0.5 \cdot f_y \\ \left\| \begin{array}{l} f_{s1} \leftarrow 0.003 \cdot \frac{d_{ty} - c(a_y)}{c(a_y)} \cdot E_s \\ a_y \leftarrow a_y - 0.1 \text{ mm} \end{array} \right\| \\ a_y \end{array} \right\| = 0.128 \text{ m}$$

Punto fs=0 MPa

$$s_{x_0} := \left\| \begin{array}{l} a_x \leftarrow b \\ \text{while } f_{s2} < 0.01 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \\ \left\| \begin{array}{l} f_{s2} \leftarrow 0.003 \cdot \frac{d_{tx} - c(a_x)}{c(a_x)} \cdot E_s \\ a_x \leftarrow a_x - 0.1 \text{ mm} \end{array} \right\| \\ a_x \end{array} \right\| = 18.03 \text{ cm}$$

Punto fs=0 MPa

$$s_{y_0} := \left\| \begin{array}{l} a_y \leftarrow h \\ \text{while } f_{s2} < 0.01 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \\ \left\| \begin{array}{l} f_{s2} \leftarrow 0.003 \cdot \frac{d_{ty} - c(a_y)}{c(a_y)} \cdot E_s \\ a_y \leftarrow a_y - 0.1 \text{ mm} \end{array} \right\| \\ a_y \end{array} \right\| = 18.03 \text{ cm}$$

$$P_{y0.5} := P_{nx}(s_{y_0.5}) \quad P_{y0} := P_{nx}(s_{y_0}) \quad M_{y_0.5} := [0 \ M_{0.5}]^T$$

$$P_0 := P_{ny}(s_{x_0}) \quad M_0 := M_{ny}(s_{x_0})$$

$$M_{y0.5} := M_{nx}(s_{y_0.5}) \quad M_{y0} := M_{nx}(s_{y_0})$$

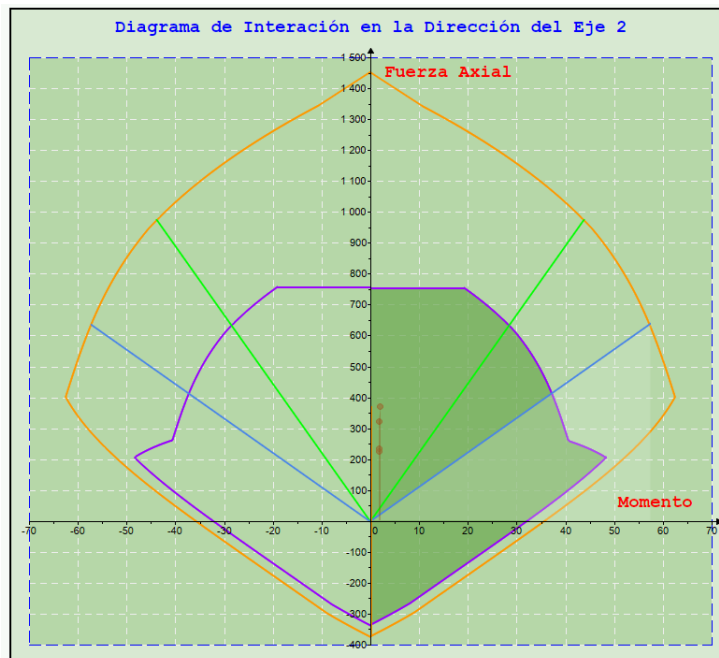
$$P_{0.5} := P_{ny}(s_{x_0.5}) \quad M_{0.5} := M_{ny}(s_{x_0.5})$$

$$P_{x_0} := [0 \ P_{y0}]^T \quad M_{x_0} := [0 \ M_{y0}]^T$$

$$P_{y_0} := [0 \ P_0]^T \quad M_{y_0} := [0 \ M_0]^T$$

$$P_{x_0.5} := [0 \ P_{y0.5}]^T \quad M_{x_0.5} := [0 \ M_{y0.5}]^T$$

$$P_{y_0.5} := [0 \ P_{0.5}]^T$$



Diseño de cimentaciones

Diseño de zapata aislada según CBH-87

A partir de los resultados del análisis en SAP2000, se selecciona la zapata que presenta la condición más desfavorable de carga factorizada para su verificación manual.

Para el cual, se consideraron los siguientes parámetros:

Ancho de la columna, a_0	$a_0 = 0.25 \text{ m}$
Altura de la columna, b_0	$b_0 = 0.25 \text{ m}$
Recubrimiento (Tabla 12.5.3), r	$r = 0.05 \text{ m}$
Resistencia característica a la compresión, f_{cd}	$f_{cd} = \frac{25 \text{ MPa}}{1.5} = 16.34 \text{ MPa}$
Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo, f_{yd}	$f_{yd} = \frac{500 \text{ MPa}}{1.15} = 426.38 \text{ MPa}$
Esfuerzo Admisible del suelo, σ_{adm}	$\sigma_{adm} = 0.22 \text{ MPa}$
– Solicitaciones obtenidas de SAP 2000:	
Fuerza Axial de diseño, N	$N = 276.44 \text{ kN}$
Momento de diseño en dirección x, M_x	$M_x = 1.43 \text{ kN} \cdot \text{m}$
Momento de diseño en dirección y, M_y	$M_y = -0.35 \text{ kN} \cdot \text{m}$
Cortante de diseño en dirección x, V_x	$V_x = 1.51 \text{ kN} \cdot \text{m}$
Cortante de diseño en dirección y, V_y	$V_y = -0.72 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Dimensionamiento en planta

Para el peso propio de la zapata y el relleno del suelo, se estima en un 10% de la carga de servicio.

$$A_{nec} = \frac{N + 0.1 \cdot N}{\sigma_{adm}}$$

Para una zapata cuadrada:

$$\sigma_{adm} = \frac{P}{A^2} \rightarrow A = \sqrt{\frac{1.10 \cdot 276.44}{2.24 \cdot 100}} = 1.17 \text{ m}$$

Adoptamos una sección:

$$a = b = 1.20 \text{ m}$$

Excentricidades de carga, e_x

$$e_x = \frac{M_y}{N} = \frac{0.35 \cdot 100}{276.44} = 0.13 \text{ cm}$$

$$e_y = \frac{M_x}{N} = \frac{1.43 \cdot 100}{276.44} = 0.52 \text{ cm}$$

Verificación de la carga ubicada en el tercio de la cimentación:

$$e_x = 0.013 \text{ m} < \frac{1.20}{6} = 0.22 \text{ m "Cumple"}$$

$$e_y = 0.052 \text{ m} < \frac{1.20}{6} = 0.22 \text{ m "Cumple"}$$

Para comprobar si las dimensiones cumplen, verificamos el punto más crítico:

$$\sigma_1 = \frac{276.44 \cdot 100}{120^2} + \frac{6 \cdot 0.35 \cdot 100^2}{120 \cdot 120^2} + \frac{6 \cdot 1.43 \cdot 100^2}{120 \cdot 120^2} = 194.2 \text{ kN/m}^2$$

En esta etapa hay que verificar que:

$$194.2 \text{ kN/m}^2 < 219.7 \text{ kN/m}^2 \text{ "Cumple"}$$

Estimación del canto útil

$$k = \frac{2 \cdot \sqrt{1.67 \cdot 100}}{1.6 \cdot 2.24} = 7.21$$

Con el valor de “k” se determina el valor del canto útil tal que:

$$d_1 = \sqrt{\frac{25 \cdot 25}{4} + \frac{120 \cdot 120}{2 \cdot 7.21 - 1}} - \frac{25 + 25}{4} = 0.23 \text{ m}$$

$$d_2 = \frac{2 \cdot (120 - 25)}{4 + 7.21} = 0.17 \text{ m} \quad ; \quad d_3 = \frac{2 \cdot (120 - 25)}{4 + 7.21} = 0.17 \text{ m}$$

Por lo tanto, el peralte total de la zapata será:

$$h = 0.23 \text{ cm} + 5 \text{ cm} + \frac{1.2 \text{ cm}}{2} = 0.286 \text{ cm} \approx 0.30 \text{ m}$$

Fuerzas actuantes corregidas

Una vez determinadas las dimensiones que tendrá la zapata, calculamos el peso propio real de la zapata con la siguiente fórmula:

$$P_{zapata} = 25 \cdot 1.20 \cdot 1.20 \cdot 0.3 = 10.8 \text{ kN}$$

Luego se calcula el peso real que actuará en la zapata.

$$N = 276.44 + 10.8 = 287.24 \text{ kN}$$

Cada fuerza cortante actuante en la zapata, generan un momento flexor, y éste sumado con el momento flexor inicial, producen un nuevo momento. Dichos momentos serán:

$$M_{ox} = 1.43 + 1.51 \cdot 0.3 = 1.88 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{oy} = 0.35 + 0.72 \cdot 0.3 = 0.57 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Verificación en tensiones admisibles

Cálculo de los esfuerzos en la zapata.

$$\sigma_1 = \frac{287.24 \cdot 100}{120^2} + \frac{6 \cdot 0.57 \cdot 100^2}{120 \cdot 120^2} + \frac{6 \cdot 1.88 \cdot 100^2}{120 \cdot 120^2} = 203.98 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{287.24 \cdot 100}{120^2} + \frac{6 \cdot 0.57 \cdot 100^2}{120 \cdot 120^2} - \frac{6 \cdot 1.88 \cdot 100^2}{120 \cdot 120^2} = 191.23 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_3 = \frac{287.24 \cdot 100}{120^2} - \frac{6 \cdot 0.57 \cdot 100^2}{120 \cdot 120^2} + \frac{6 \cdot 1.88 \cdot 100^2}{120 \cdot 120^2} = 200.06 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_4 = \frac{287.24 \cdot 100}{120^2} - \frac{6 \cdot 0.57 \cdot 100^2}{120 \cdot 120^2} - \frac{6 \cdot 1.88 \cdot 100^2}{120 \cdot 120^2} = 187.31 \text{ kN/m}^2$$

$$203.98 \text{ kN/m}^2 < 219.7 \text{ kN/m}^2 \text{ "Cumple"}$$

Una vez encontrados los esfuerzos en la zapata, se realizan las verificaciones de estabilidad.

1. Verificación al vuelco

$$\gamma_{Va} = \frac{(287.24) \cdot 1.20/2}{1.88} = 91.67 \geq 1.5 \text{ "Cumple"}$$

$$\gamma_{Vb} = \frac{(287.24) \cdot 1.20/2}{0.57} = 302.36 \geq 1.5 \text{ "Cumple"}$$

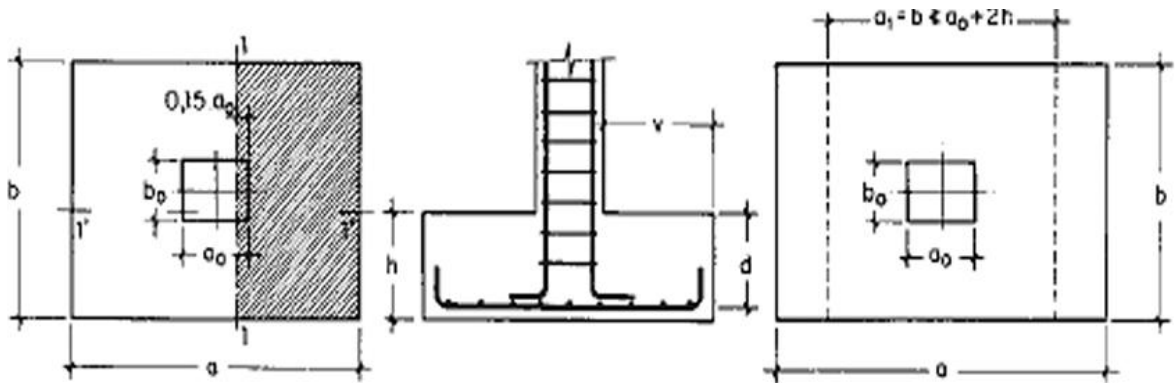
2. Verificación al deslizamiento

$$\gamma_d = \frac{1.20 \cdot 1.20 \cdot 0.5 \cdot 160}{1.51} = 76.29 \geq 1.5 \text{ "Cumple"}$$

Determinación de la armadura a flexión

Es posible emplear el método general de cálculo para zapatas rígidas o flexibles.

Figura 1: Esquema para el cálculo de armadura a flexión en zapatas



Fuente: Jiménez Montoya, "Hormigón Armado".

$$M_d = \frac{1.6 \cdot 287.24}{2 \cdot 1.2} \cdot \left(\frac{1.20 - 0.25}{2} + 0.15 \cdot 0.25 \right)^2 = 50.30 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Dado que es simétrico, el momento será el mismo en ambas direcciones.

- Momento reducido de cálculo, μ_d

$$\mu_d = \frac{M_d}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{50.30 \cdot 100}{120 \cdot (24.4)^2 \cdot 1.67} = 0.042$$

μ_d resulta menor que 0.2961, la sección no necesita armadura de compresión.

- Determinación de la cuantía mecánica, ω

De tabla universal de cálculo (tabla 2) se obtiene $\mu_d = 0.042 \rightarrow \omega = 0.044$

- Determinación de la armadura de tracción, A_s

$$A_s = \frac{\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0.044 \cdot 120 \cdot 24.4 \cdot 1.67}{43.48} = 4.94 \text{ cm}^2$$

- Determinación de la armadura mínima, $A_{s,min}$

De tabla (3) la cuantía geométrica mínima es: $\omega_{min} = 0.0015$

$$A_{s,min} = \omega_{min} \cdot b \cdot h = 0.0015 \cdot 120 \cdot 30 = 5.40 \text{ cm}^2$$

Como $A_{s,min} > A_s$, se adopta $A_s = 5.40 \text{ cm}^2$

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

$$A_{\emptyset} = \frac{\pi}{4} \cdot 1.2^2 = 1.13 \text{ cm}^2$$

$$\frac{A_s}{A_{\emptyset}} = \frac{5.40}{1.13} = 4.78 \approx 5$$

$$A_s = 5 \cdot 1.13 = 5.65 \text{ cm}^2 > 5.40 \text{ cm}^2$$

El espaciamiento será, s

$$s = \frac{120 - 2 \cdot (5 + 1.2) - 1.2}{5 - 1} = 26.6 \text{ cm}$$

Para ambas direcciones usar constructivamente: 6 $\emptyset$ 12 mm c/0.20 m

Verificación a cortante

Resistencia convencional del hormigón a cortante, f_{vd}

$$f_{vd} = 0.5 \cdot \sqrt{f_{cd}} = 0.5 \cdot \sqrt{167} \rightarrow f_{vd} = 633.51 \text{ kN/m}^2$$

Esfuerzo de corte admisible, V_{cu}

$$V_{cu} = 2 \cdot f_{vd} \cdot b_2 \cdot d_2 = 2 \cdot 6.46 \cdot 120 \cdot 24.4 = 371 \text{ kN}$$

Esfuerzo a corte, $V_{d'}$

Distancia de aplicación del esfuerzo a corte: $V_1 = 47.5 - \frac{24.4}{2} = 0.353 \text{ m}$

Área de aplicación del esfuerzo a corte: $A_v = 35.3 \cdot 120 = 0.424 \text{ m}^2$

Esfuerzo a corte: $V_{d'} = 1.6 \cdot 4236 \cdot \frac{287.24 \cdot 100}{120 \cdot 120} = 133.91 \text{ kN}$

Verificación de condición:

$$V_{d'} \leq V_{cu}$$

$$133.91 \text{ kN} \leq 371 \text{ kN} \text{ "Cumple"}$$

Verificación a punzonamiento

Área de punzonamiento, A_c

$$A_c = 2 \cdot (25 + 24.4 + 25 + 24.4) \cdot 24.4 = 0.482 \text{ m}^2$$

Esfuerzo a punzonamiento, V_{pd}

$$V_{pd} = \frac{1.6 \cdot 287.24 \cdot 100}{120 \cdot 120} \cdot (120 \cdot 120 - (25 + 24.4) \cdot (25 + 24.4)) = 374 \text{ kN}$$

Verificación de condición:

$$V_{pd} \leq 2 \cdot A_c \cdot f_{vd} \text{ "Cumple"}$$

Diseño de zapata aislada según NB 1225001

En el diseño de zapatas según la NB 1225001, se considera solo la carga axial, ya que los momentos y cortantes transmitidos por las columnas son mínimos y no afectan significativamente el diseño, como se comprobó en el análisis con la norma CBH-87.

Para el diseño de la zapata se consideraron los siguientes parámetros:

Ancho de la columna, b	$b = 0.25 \text{ m}$
Altura de la columna, h	$h = 0.25 \text{ m}$
Recubrimiento (Tabla 20.6.1.3.1), r	$r = 0.05 \text{ m}$
Resistencia característica a la compresión, f'_c	$f'_c = 25 \text{ MPa}$
Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo, f_y	$f_y = 500 \text{ MPa}$
Esfuerzo admisible del suelo, q_a	$q_a = 0.22 \text{ MPa}$

– Solicitaciones obtenidas de SAP 2000:

Carga vertical en servicio que llega a la zapata, P_s	$P_s = 276.35 \text{ kN}$
Carga vertical ultima que llega a la zapata, P_u	$P_u = 371.67 \text{ kN}$

Dimensionamiento en planta

Para el peso propio de la zapata y el relleno del suelo, se estima en un 10% de la carga de servicio.

$$A_{nec} = \frac{N + 0.1 \cdot N}{\sigma_{adm}}$$

Para una zapata cuadrada:

$$\sigma_{adm} = \frac{P}{A^2} \rightarrow A = \sqrt{\frac{1.10 \cdot 28.18}{22.4}} = 1.18 \text{ m}$$

Adoptamos una sección:

$$a = b = 1.20 \text{ m}$$

Verificación en estado de servicio:

$$q_a \geq q_s \rightarrow 219.67 \text{ kN/m}^2 > 191.92 \text{ kN/m}^2$$

Posteriormente se calcula la presión neta última que la zapata transmite al suelo:

$$q_u = \frac{37.90}{1.20 \cdot 1.20} = 258.11 \text{ kN/m}^2$$

Dimensionamiento en elevación

Se estima el canto útil " d_{min} " de la zapata en función a las verificaciones de corte:

$$d_{min} = \frac{26.32 \cdot \left(\frac{120 - 25}{2}\right)}{26.32 + 0.75 \cdot 5.3 \cdot \sqrt{250}} = 0.14 \text{ m}$$

$$d_{min} = \frac{26.32 \cdot \left(\frac{120 - 25}{2}\right)}{26.32 + 0.75 \cdot 21 \cdot 0.0018^{1/3} \cdot \sqrt{250}} = 0.22 \text{ m}$$

Entonces la altura mínima de la zapata, h_{min}

$$h_{min} = 0.22 + 0.05 + \frac{0.0012 \text{ m}}{2} = 0.28 \text{ cm} \approx 30 \text{ cm}$$

Cálculo de la cuantía real

Momento de diseño: $M_u = \frac{1.2}{2} \cdot 26.32 \cdot \left(\frac{1.2-0.25}{2}\right)^2 = 3.56 \text{ ton} \cdot \text{m} = 34.91 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Cuantía momento reducido: $\mu = \frac{3.56 \cdot 10^5}{0.9 \cdot 250 \cdot 120 \cdot 24.4^2} = 0.022$

Cuantía mecánica: $\omega = 0.85 - \sqrt{0.85^2 - 1.7 \cdot 0.022} = 0.0224$

Cuantía real: $\rho = \frac{250}{5000} \cdot 0.0224 = 0.00112$

Acero requerido: $A_{s,req} = 0.00112 \cdot 120 \cdot 24.4 = 3.51 \text{ cm}^2$

Acero mínimo: $A_{s,min} = 0.0018 \cdot \frac{4200}{5000} \cdot 120 \cdot 30 = 5.44 \text{ cm}^2$

Como $A_{s,min} > A_{s,req}$, se adopta $A_s = 5.44 \text{ cm}^2$

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

$$A_{\emptyset} = \frac{\pi}{4} \cdot 1.2^2 = 1.13 \text{ cm}^2$$

$$\frac{A_s}{A_{\emptyset}} = \frac{5.44}{1.13} = 4.81 \approx 5$$

$$A_s = 5 \cdot 1.13 = 5.65 \text{ cm}^2 > 5.44 \text{ cm}^2$$

El espaciamiento será:

$$s = \frac{120 - 2 \cdot (5 + 1.2) - 1.2}{5 - 1} = 26.6 \text{ cm}$$

Para ambas direcciones usar constructivamente: 6Ø12 mm c/20 cm

Cuantía real colocada: $\rho_w = \frac{6.78}{120 \cdot 24.4} = 0.0023$

Verificación a corte en una dirección

Resistencia del concreto, $\emptyset \cdot V_c$

$$\emptyset \cdot V_c \leq 0.75 \cdot 2.1 \cdot 0.0023^{\frac{1}{3}} \cdot \sqrt{250} \cdot 120 \cdot 24.4 \cdot 10^{-3} = 88.55 \text{ kN}$$

Cortante último, V_u

$$V_u = 26.32 \cdot 1.2 \cdot \left(\frac{1.2 - 0.25}{2} - 0.244 \right) = 71.60 \text{ kN}$$

Se debe verificar la condición:

$$\emptyset \cdot V_c \geq V_u \text{ "Cumple"}$$

Verificación a corte por punzonamiento en dos direcciones

Área bruta de la zapata: $A_z = 1.20 \cdot 1.20 = 1.44 \text{ m}^2$

Perímetro de la sección crítica: $b_o = 2 \cdot [(25 + 24.4) + (25 + 24.4)] = 197.6 \text{ cm}$

Área de la sección crítica: $A_o = [(25 + 24.4) \cdot (25 + 24.4)] = 0.244 \text{ m}^2$

Esfuerzo a punzonamiento: $V_{up} = 26.32 \cdot [1.44 - 0.244] = 308.71 \text{ kN}$

La resistencia del concreto al corte por punzonamiento es igual a la menor determinada por las siguientes expresiones:

Para hormigones de peso normal: $\lambda = 1$

Para cargas aplicadas en el centro de una zapata: $\alpha_s = 40$

Relación entre largo y ancho de la columna: $\beta = \frac{25}{25} = 1$

$$a) \quad \phi \cdot V_c = 0.75 \cdot 1.1 \cdot \sqrt{250} \cdot 197.6 \cdot 24.4 \cdot 10^{-3} = 616.84 \text{ kN}$$

$$b) \quad \phi \cdot V_c = 0.75 \cdot 0.53 \cdot \left(1 + \frac{2}{1}\right) \cdot \sqrt{250} \cdot 197.6 \cdot 24.4 \cdot 10^{-3} = 891.5 \text{ kN}$$

$$c) \quad \phi \cdot V_c = 0.75 \cdot 0.27 \cdot \left(2 + \frac{40 \cdot 24.4}{197.6}\right) \cdot \sqrt{250} \cdot 197.6 \cdot 24.4 \cdot 10^{-3} = 1050.5 \text{ kN}$$

Se debe verificar la condición:

$$\phi \cdot V_c \geq V_{up} \text{ "Cumple"}$$

Verificación por aplastamiento

Como la zapata y la columna tienen el mismo hormigón, solo verifica en la columna.

$$\phi \cdot P_n = 0.65 \cdot 0.85 \cdot 250 \cdot 25^2 \cdot 10^{-3} = 846.61 \text{ kN}$$

$$\phi \cdot P_n \geq P_u \text{ "Cumple"}$$

Resumen del diseño de cimentaciones

Tabla 1: Resumen del armado de las zapatas aisladas de los tanques elevados.

Tanque	Capacidad admisible (kN/m ²)	Dimensiones de la zapata	Refuerzo de acero	
			CBH-87	NB 1225001
Villa Esperanza	219.67	Z (1.20x1.20x0.30m)	6Ø12 mm c/0.20m	6Ø12 mm c/0.20m
29 de Abril	192.21	Z (1.30x1.30x0.30m)	6Ø12 mm c/0.20m	6Ø12 mm c/0.20m
3 de Junio	54.92	Z (2.45x2.45x0.30m)	12Ø12 mm c/0.20m	10Ø12 mm c/0.25m
San Cristóbal	130.43	Z (1.55x1.55x0.30m)	7Ø12 mm c/0.20m	7Ø12 mm c/0.20m
10 de Abril	441.30	Z (1.00x1.00x0.30m)	5Ø12 mm c/0.20m	5Ø12 mm c/0.20m

Fuente: Elaboración propia

1.RESERVORIO RECTANGULAR SEGUN ACI 350.03-06

1.1 DATOS PRELIMINARES:

GEOMETRIA:

Lado del reservorio:

$$L := 4400 \text{ mm}$$

Ancho del reservorio:

$$B := 4400 \text{ mm}$$

Altura de agua:

$$H_L := 1600 \text{ mm}$$

Altura de bordo libre:

$$H_{BL} := 250 \text{ mm}$$

Altura del muro:

$$H_w := 1850 \text{ mm}$$

Espesor de muro:

$$t_w := 200 \text{ mm}$$

Espesor de losa de cubierta:

$$t_c := 150 \text{ mm}$$

Espesor de losa de piso:

$$t_f := 200 \text{ mm}$$

Dimensiones de la viga de pórtico:

$$b_v := 250 \text{ mm}$$

$$h_v := 300 \text{ mm}$$

Dimensiones de la columna del pórtico:

$$b_{col} := 300 \text{ mm}$$

$$h_{col} := 300 \text{ mm}$$

Altura de las columnas (desde la fundación):

$$H_{col} := 17600 \text{ mm}$$

Longitud de las vigas:

$$L_v := 4200 \text{ mm}$$

Numero de ejes de vigas:

$$n_v := 4$$

Altura de eje de vigas:

$$y_v := \begin{bmatrix} 2450 \\ 5600 \\ 8600 \\ 11600 \\ 14850 \end{bmatrix} \text{ mm}$$

MATERIALES:

Resistencia característica del hormigón:

$$f_c := 25.00 \text{ MPa}$$

Peso específico del agua:

$$\gamma_a := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Peso específico del hormigón armado:

$$\gamma_c := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Aceleración de la gravedad:

$$g := 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Modulo de elasticidad del hormigón (según NBDS):

$$E_c := 3830 \cdot \sqrt{f_c} \cdot 1 \text{ MPa} = 19150 \text{ MPa}$$

$$E_c = 19150 \text{ MPa}$$

1.2 PESO Y MASA DE LOS ELEMENTOS.

PESO DE LOSA DE CUBIERTA:

$$V_c := (L + 2 \cdot t_w) \cdot (B + 2 \cdot t_w) \cdot t_c = 3.456 \text{ m}^3$$

$$W_c := V_c \cdot \gamma_c = 86.4 \text{ kN}$$

$$W_c = 86.4 \text{ kN}$$

$$m_c := \frac{W_c}{g} = 8807.339 \text{ kg}$$

$$m_c = 8807.339 \text{ kg}$$

PESO DE LOS MUROS:

$$V_w := (2 \cdot (L + 2 \cdot t_w) + 2 \cdot B) \cdot H_w \cdot t_w = 6.808 \text{ m}^3$$

$$W_w := V_w \cdot \gamma_c = 170.2 \text{ kN}$$

$$W_w = 170.2 \text{ kN}$$

$$m_w := \frac{W_w}{g} = 17349.643 \text{ kg}$$

$$m_w = 17349.643 \text{ kg}$$

PESO DE LA LOSA DE FONDO:

$$V_f := (L + 2 \cdot t_w - 2 \cdot b_{col}) \cdot (B + 2 \cdot t_w - 2 \cdot b_{col}) \cdot t_f = 3.528 \text{ m}^3$$

$$W_f := V_f \cdot \gamma_c = 88.2 \text{ kN}$$

$$W_f = 88.2 \text{ kN}$$

$$m_f := \frac{W_f}{g} = 8990.826 \text{ kg}$$

$$m_f = 8990.826 \text{ kg}$$

PESO DE COLUMNAS:

$$V_{col} := 4 \cdot b_{col} \cdot h_{col} \cdot H_{col} = 6.336 \text{ m}^3$$

$$W_{col} := V_{col} \cdot \gamma_c = 158.4 \text{ kN}$$

$$W_{col} = 158.4 \text{ kN}$$

$$m_{col} := \frac{W_{col}}{g} = 16146.789 \text{ kg}$$

$$m_{col} = 16146.789 \text{ kg}$$

PESO, MASA Y CENTRO DE GRAVEDAD DE VIGAS:

$$V_v := 6 \cdot n_v \cdot b_v \cdot h_v \cdot L_v = 7.56 \text{ m}^3$$

$$W_v := V_v \cdot \gamma_c = 189 \text{ kN}$$

$$W_v = 189 \text{ kN}$$

$$m_v := \frac{W_v}{g} = 19266.055 \text{ kg}$$

$$m_v = 19266.055 \text{ kg}$$

Peso de ejes de vigas:

$$W_{vj} := \frac{W_v}{n_v} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 47.25 \\ 47.25 \\ 47.25 \\ 47.25 \\ 47.25 \\ 47.25 \end{bmatrix} \text{ kN}$$

Centro de gravedad de las columnas:

$$y_{cg_col} := \frac{H_{col}}{2} = 8.8 \text{ m}$$

PESO DEL AGUA:

$$V_L := H_L \cdot L \cdot B = 30.976 \text{ m}^3$$

$$W_L := V_L \cdot \gamma_s = 309.76 \text{ kN}$$

$$W_L = 309.76 \text{ kN}$$

$$m_L := \frac{W_L}{g} = 31575.943 \text{ kg}$$

$$m_L = 31575.943 \text{ kg}$$

PESO DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE:

$$W_{ES} := W_{col} + W_v = 347.4 \text{ kN}$$

$$W_{ES} = 347.4 \text{ kN}$$

PESO DEL RESERVORIO VACIO:

$$W_{RV} := W_c + W_w + W_f = 344.8 \text{ kN}$$

$$W_{RV} = 344.8 \text{ kN}$$

PESO Y MASA DEL RESERVORIO MAS UN TERCIO DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE:

$$W_s := W_{RV} + \frac{1}{3} \cdot W_{ES} = 460.6 \text{ kN}$$

$$W_s = 460.6 \text{ kN}$$

$$m_s := \frac{W_s}{g} = 46952.09 \text{ kg}$$

$$m_s = 46952.09 \text{ kg}$$

PESO TOTAL:

$$W_t := W_{ES} + W_{RV} + W_L = 1001.96 \text{ kN}$$

$$W_t = 1001.96 \text{ kN}$$

1.3 CENTRO DE GRAVEDAD DEL RESERVORIO.

Centro de gravedad de cubierta:	$y_{cg_c} = H_w + 0.5 \cdot t_c$	$y_{cg_c} = 1.925 \text{ m}$
Centro de gravedad de los muros:	$y_{cg_w} = H_w \cdot 0.5$	$y_{cg_w} = 0.925 \text{ m}$
Centro de gravedad de la losa de fondo:	$y_{cg_f} = -0.5 \cdot t_f$	$y_{cg_f} = -0.1 \text{ m}$

CENTRO DE GRAVEDAD DEL RESERVORIO:

$$y_{cg} = \frac{y_{cg_c} \cdot W_c + y_{cg_w} \cdot W_w + y_{cg_f} \cdot W_f}{W_c + W_w + W_f} = 0.913 \text{ m}$$

Centro de gravedad de la estructura de soporte:

$$y_{cg_{es}} = \frac{\sum y_i \cdot W_{vi} + y_{cg_{col}} \cdot W_{col}}{\sum W_{vi} + W_{col}} = 8.692 \text{ m}$$

1.4 CALCULOS DE LOS PARAMETROS DINAMICOS.

COEFICIENTE DE MASA EFECTIVA:

$$\varepsilon_i = 0.0151 \cdot \left(\frac{L}{H_L} \right)^2 - 0.1908 \cdot \frac{L}{H_L} + 1.021 = 0.61$$

$$\varepsilon = \begin{cases} \varepsilon_i & \text{if } \varepsilon_i > 1 \\ 1 & \text{else} \\ \varepsilon_i & \end{cases} = 0.61$$

$\varepsilon = 0.6105$

MASA IMPULSIVA:

$$\rho_i = \frac{\tanh \left(0.866 \cdot \frac{L}{H_L} \right)}{0.866 \cdot \frac{L}{H_L}} = 0.413$$

$$W_i = \rho_i \cdot W_L = 127.867 \text{ kN}$$

$$m_i = \frac{W_i}{g} = 13034.304 \text{ kg}$$

$$m_i = 1.329 \frac{\text{s}^2}{\text{m}} \cdot \text{tonnef}$$

MASA CONVECTIVA:

$$\rho_c = 0.264 \cdot \frac{L}{H_L} \cdot \tanh \left(3.16 \cdot \frac{H_L}{L} \right) = 0.593$$

$$W_c = \rho_c \cdot W_L = 183.833 \text{ kN}$$

$$m_c = \frac{W_c}{g} = 18739.396 \text{ kg}$$

$$m_c = 1.911 \frac{\text{s}^2}{\text{m}} \cdot \text{tonnef}$$

1.5 CALCULO DE ALTURA IMPULSIVA Y CONVECTIVA.

ALTURA IMPULSIVA EXCLUYENDO LA PRESION EN LA BASE:

$$\frac{L}{H_L} = 2.75$$

$$h_i = \begin{cases} \frac{L}{H_L} & \text{if } \frac{L}{H_L} < 1.333 \\ \left(0.5 - 0.09375 \cdot \frac{L}{H_L} \right) \cdot H_L & \text{else} \\ 0.375 \cdot H_L & \end{cases} = 0.6 \text{ m}$$

$h_i = 0.6 \text{ m}$

ALTURA IMPULSIVA INCLUYENDO LA PRESION EN LA BASE:

$$h_i := \begin{cases} \frac{L}{H_L} < 0.75 \\ 0.45 \cdot H_L \\ \text{else} \\ \left(\frac{0.866 \cdot \frac{L}{H_L}}{2 \cdot \tanh\left(0.866 \cdot \frac{L}{H_L}\right)} - \frac{1}{8} \right) \cdot H_L \end{cases} = 1.738 \text{ m}$$

$$h_i = 1.738 \text{ m}$$

ALTURA CONVECTIVA:

$$h_c := H_L \cdot \left(1 - \frac{\cosh\left(3.16 \cdot \frac{H_L}{L}\right) - 1}{3.16 \cdot \frac{H_L}{L} \cdot \sinh\left(3.16 \cdot \frac{H_L}{L}\right)} \right) = 0.878 \text{ m}$$

$$h_c = 0.878 \text{ m}$$

$$h'_c := H_L \cdot \left(1 - \frac{\cosh\left(3.16 \cdot \frac{H_L}{L}\right) - 2.01}{3.16 \cdot \frac{H_L}{L} \cdot \sinh\left(3.16 \cdot \frac{H_L}{L}\right)} \right) = 1.869 \text{ m}$$

$$h'_c = 1.869 \text{ m}$$

RIGIDEZ DEL RESORTE:

$$K_{C1} := 0.833 \cdot \frac{W_L}{H_L} \cdot \left(\tanh\left(3.16 \cdot \frac{H_L}{L}\right) \right)^2 = 107.764 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$K_{C1} = 10.989 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

1.6 PERIODOS PARA LA PARTE CONVECTIVA E IMPULSIVA.**PERIODO IMPULSIVA:**

Altura del centro de gravedad del reservorio:

$$y_{cg2} := y_{cg} = 0.913 \text{ m}$$

$$y_{cg2} = 0.913 \text{ m}$$

La rigidez se determina con ayuda software elementos finitos, asignando una carga de 10 kN en el centro de gravedad del reservorio:

$$\Delta_{10} = 10.4715 \text{ mm} \quad (\text{Resultado del modelo de elementos finitos})$$

Rigidez de la estructura de soporte:

$$K_s := \frac{10 \text{ kN}}{\Delta_{10}} = 954.973 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Periodo impulsivo esta dado por:

$$T_i := 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_i + m_s}{K_s}} = 1.575 \text{ s}$$

$$T_i = 1.575 \text{ s}$$

PERIODO CONVECTIVA:

$$\lambda := \sqrt{3.16 \cdot g \cdot \tanh\left(3.16 \cdot \frac{H_L}{L}\right)} = 5.034 \frac{\text{m}^{\frac{1}{2}}}{\text{s}}$$

$$\omega_c := \frac{\lambda}{\sqrt{L}} = 2.4 \frac{1}{\text{s}}$$

$$T_c := \frac{2 \cdot \pi}{\omega_c} = 2.618 \text{ s}$$

$$K_{C1} := 4 \cdot \pi^2 \cdot \frac{m_c}{T_c^2} = 107.925 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$T_c = 2.618 \text{ s}$$

3. ESPECTRO DE DISEÑO SISMICO ASCE 7-10

TIPO DE SUELO:

Table 20.3-1 Site Classification			
Site Class	$\bar{v}_s$	$\bar{N}$ or $\bar{N}_{ch}$	$\bar{s}_s$
A. Hard rock	>5,000 ft/s	NA	NA
B. Rock	2,500 to 5,000 ft/s	NA	NA
C. Very dense soil and soft rock	1,200 to 2,500 ft/s	>50 blows/ft	>2,000 lb/ft ²
D. Stiff soil	600 to 1,200 ft/s	15 to 50 blows/ft	1,000 to 2,000 lb/ft ²
E. Soft clay soil	<600 ft/s	<15 blows/ft	<1,000 lb/ft ²
Any profile with more than 10 ft of soil that has the following characteristics: — Plasticity index $PI > 20$, — Moisture content $w \geq 40\%$, — Undrained shear strength $\bar{s}_u < 500$ lb/ft ²			
F. Soils requiring site response analysis in accordance with Section 21.1		See Section 20.3.1	

Note: For SI: 1 ft = 0.3048 m; 1 ft/s = 0.3048 m/s; 1 lb/ft² = 0.0479 kN/m².

Suelo tipo E

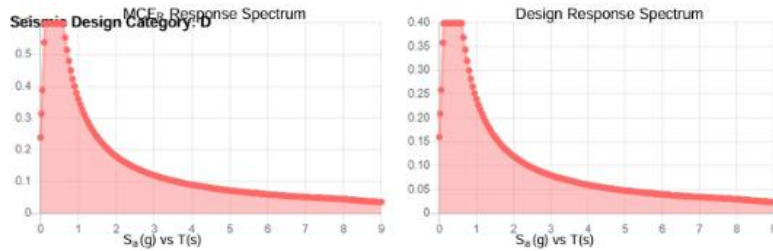
PARAMETROS DE DISEÑO SISMICO:



Site Soil Class: E - Soft Clay Soil

Results:

S_S	0.239	S_{D1}	0.24
S_1	0.103	T_L	8
F_a	2.5	PGA	0.115
F_v	3.491	PGA _M	0.274
S_{MS}	0.598	F_{PGA}	2.38
S_{M1}	0.36	I_e	1.25
S_{D5}	0.399		



Data Accessed: Wed Dec 10 2025

Date Source:

USGS Seismic Design Maps based on ASCE/SEI 7-10, incorporating Supplement 1 and errata of March 31, 2013, and ASCE/SEI 7-10 Table 1.5-2. Additional data for site-specific ground motion procedures in accordance with ASCE/SEI 7-10 Ch. 21 are available from USGS.

Aceleración para periodos cortos:

$S_S \approx 0.239$

Aceleración para un periodo de 1 segundo:

$S_1 \approx 0.103$

Coefficientes de Sitio F_a y F_v :

Table 11.4-1 Site Coefficient, F_a					
Mapped Risk-Targeted Maximum Considered Earthquake (MCE _s) Spectral Response Acceleration Parameter at Short Period					
Site Class	$S_S \leq 0.25$	$S_S = 0.5$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.0$	$S_S \geq 1.25$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	See Section 11.4.7				

Note: Use straight-line interpolation for intermediate values of S_1 .

$F_a \approx 2.5$

Table 11.4-2 Site Coefficient, F_v

Site Class	Mapped Risk-Targeted Maximum Considered Earthquake (MCE _s) Spectral Response Acceleration Parameter at 1-s Period				
	$S_I \leq 0.1$	$S_I = 0.2$	$S_I = 0.3$	$S_I = 0.4$	$S_I \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	See Section 11.4.7				

Note: Use straight-line interpolation for intermediate values of S_I .

$$F_v := 3.5$$

Calculo de las aceleraciones de diseño:

$$S_{MS} := F_s \cdot S_S = 0.598$$

$$S_{MS} = 0.598$$

$$S_{M1} := F_v \cdot S_I = 0.361$$

$$S_{M1} = 0.361$$

$$S_{DS} := \frac{2}{3} \cdot S_{MS} = 0.398$$

$$S_{DS} = 0.398$$

$$S_{D1} := \frac{2}{3} \cdot S_{M1} = 0.24$$

$$S_{D1} = 0.24$$

Periodos del espectro de diseño:

$$T_D := 0.2 \cdot \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0.121 \text{ s}$$

$$T_D = 0.121 \text{ s}$$

$$T_S := \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0.603 \text{ s}$$

$$T_S = 0.603 \text{ s}$$

$$T_L := 8 \text{ s}$$

$$T_L = 8 \text{ s}$$

Factor de Importancia:

Table 1.5-2 Importance Factors by Risk Category of Buildings and Other Structures for Snow, Ice, and Earthquake Loads^a

Risk Category from Table 1.5-1	Snow Importance Factor, I_s	Ice Importance Factor—Thickness, I_t	Ice Importance Factor—Wind, I_w	Seismic Importance Factor, I_e
I	0.80	0.80	1.00	1.00
II	1.00	1.00	1.00	1.00
III	1.10	1.25	1.00	1.25
IV	1.20	1.25	1.00	1.50

^aThe component importance factor, I_e , applicable to earthquake loads, is not included in this table because it is dependent on the importance of the individual component rather than that of the building as a whole, or its occupancy. Refer to Section 13.1.3.

$$I := 1.25$$

Factor de reducción de respuesta:

Type of structure	R_i		R_e
	On or above grade	Buried ¹	
Anchored, flexible-base tanks	3.25 ²	3.25 ²	1.0
Fixed or hinged-base tanks	2.0	3.0	1.0
Unanchored, contained, or uncontained tanks ³	1.5	2.0	1.0
Pedestal-mounted tanks	2.0	—	1.0

¹Buried tank is defined as a tank whose maximum water surface at rest is at or below ground level. For partially buried tanks, the R_i value may be linearly interpolated between that shown for tanks on grade and for buried tanks.

² $R_i = 3.25$ is the maximum R_i value permitted to be used for any liquid-containing concrete structure.

³Unanchored, uncontained tanks shall not be built in locations where $S_{DS} \geq 0.75$.

$$R_i := 2$$

$$R_e := 1$$

Coefficiente de corrección de amortiguamiento:

$$\beta := 5$$

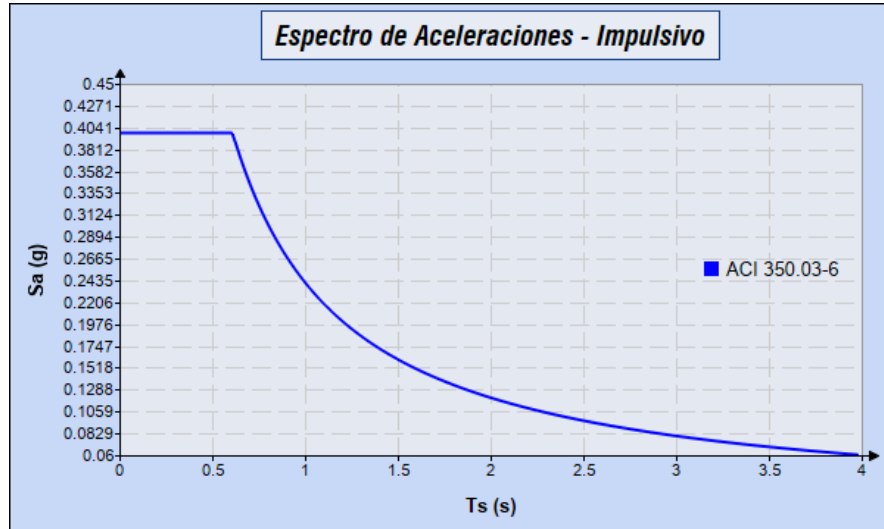
$$\eta_c := \frac{3.043}{2.73 - 0.45 \cdot \ln(\beta)} = 1.517$$

$$\eta_c = 1.517$$

$$T_i = 1.575 \text{ s}$$

Espectro de diseño sísmico según ACI 350.03-06:

ESPECTRO DE DISEÑO SISMICO DE LA PARTE IMPULSIVA:



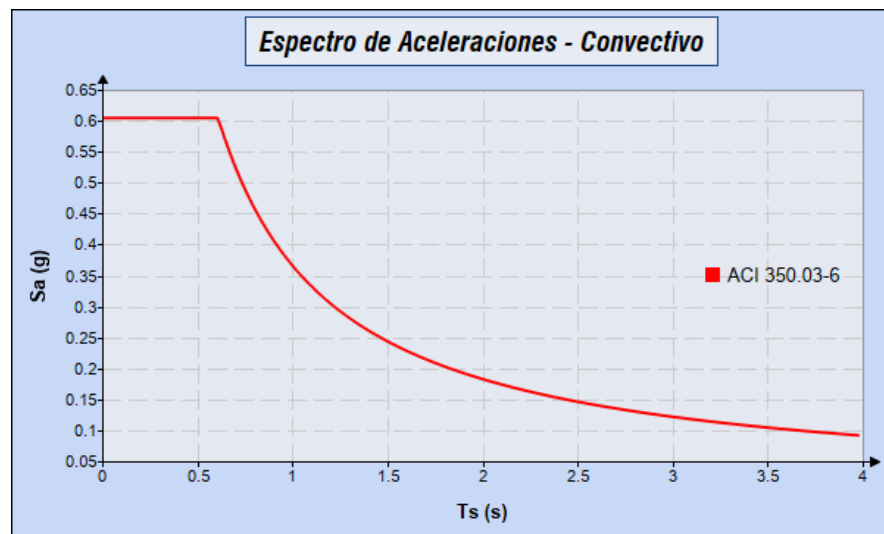
Espectro de diseño de la parte convectiva:

Periodo convectivo:

$$T_c = 2.618 \text{ s}$$

Factor de corrección de amortiguamiento para la masa convectiva:

$$\eta_c = 1.517$$



Interpolando valores:

Para el periodo impulsivo:

$$T_i = 1.575 \text{ s}$$

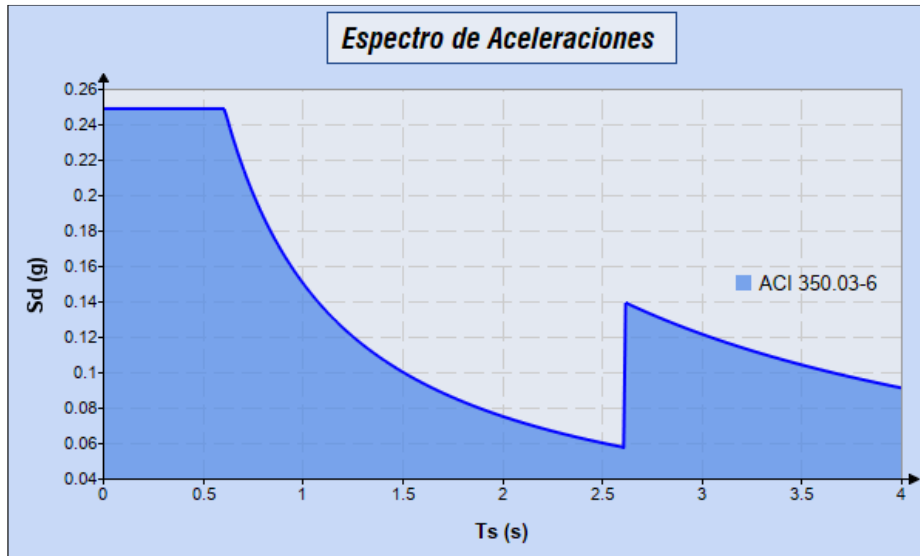
$$S_{ae_i} = 0.1526$$

Para el periodo convectivo:

$$T_c = 2.618 \text{ s}$$

$$S_{ae_c} = 0.139$$

ESPECTRO DE DISEÑO COMBINADO, PARA LA PARTE IMPULSIVA Y CONVECTIVA:



$S_S = 0.239$
 $S_T = 0.103$
 $S_{DS} = 0.398$
 $S_{D1} = 0.24$
 $I = 1.25$
 $R_i = 2$
 $R_o = 1$
 $T_c = 2.618$ s

4. FUERZAS Y PRESIONES HORIZONTALES:

4.1. FUERZAS HORIZONTALES:

Muros:	$P_w := Sae_j \cdot I \cdot \left(\frac{\varepsilon \cdot W_w}{R_i} \right) = 9.911 \text{ kN}$	$P_w = 9.911 \text{ kN}$
Cubierta:	$P_c := Sae_j \cdot I \cdot \left(\frac{W_c}{R_i} \right) = 8.241 \text{ kN}$	$P_c = 8.241 \text{ kN}$
Losa de Fondo:	$P_f := Sae_j \cdot I \cdot \left(\frac{W_f}{R_i} \right) = 8.413 \text{ kN}$	$P_f = 8.413 \text{ kN}$
Estructura de soporte:	$P_{es} := Sae_j \cdot I \cdot \left(\frac{W_{col} + W_v}{R_i} \right) \cdot \frac{2}{3} = 22.091 \text{ kN}$	$P_{es} = 22.091 \text{ kN}$
Masa impulsiva:	$P_i := Sae_j \cdot I \cdot \left(\frac{W_i}{R_i} \right) = 12.197 \text{ kN}$	$P_i = 12.197 \text{ kN}$
Masa convectiva:	$P_c := Sae_c \cdot I \cdot \left(\frac{W_c}{R_c} \right) = 32.002 \text{ kN}$	$P_c = 8.241 \text{ kN}$

3.2. CORTE BASAL Y MOMENTOS DINAMICOS LATERALES:

CORTE BASAL:

$$V := \sqrt{(P_i + P_w + P_f + P_{es} + P_i)^2 + P_c^2} = 72.279 \text{ kN}$$

$$V = 72.279 \text{ kN}$$

MOMENTO EN LA BASE:

$$M_c := P_c \cdot (H_{col} + H_w + 0.5 \cdot t_c) = 160.912 \text{ kN} \cdot m$$

$$M_c = 160.912 \text{ kN} \cdot m$$

$$M_w := P_w \cdot (H_{col} + 0.5 \cdot H_w) = 183.604 \text{ kN} \cdot m$$

$$M_w = 183.604 \text{ kN} \cdot m$$

$$M_f := P_f \cdot (H_{col} - 0.5 \cdot t_f) = 147.228 \text{ kN} \cdot m$$

$$M_f = 147.228 \text{ kN} \cdot m$$

$$M_{es} := P_{es} \cdot y_{cg_{es}} = 192.023 \text{ kN} \cdot m$$

$$M_{es} = 192.023 \text{ kN} \cdot m$$

$$M_i := P_i \cdot (H_{col} + h_i) = 235.859 \text{ kN} \cdot m$$

$$M_i = 235.859 \text{ kN} \cdot m$$

$$M_c := P_c \cdot (H_{col} + h_c) = 623.036 \text{ kN} \cdot m$$

$$M_c = 623.036 \text{ kN} \cdot m$$

$$M_b := \sqrt{(M_i + M_w + M_c + M_f + M_{es})^2 + M_c^2} = 1110.804 \text{ kN} \cdot m$$

$$M_b = 1110.804 \text{ kN} \cdot m$$

1.RESERVORIO RECTANGULAR SEGUN EN 1998-4

1.1 DATOS PRELIMINARES:

GEOMETRIA:

Lado del reservorio 2L:
Ancho del reservorio 2B:
Altura de agua:
Altura de bordo libre:
Altura del muro:
Espesor de muro:
Espesor de losa de cubierta:
Espesor de losa de piso:
Dimensiones de la viga de pórtico:

Dimensiones de la columna del pórtico:

Altura de las columnas (desde la fundación):
Longitud de las vigas:
Numero de ejes de vigas:
Altura de eje de vigas:

$$\begin{aligned} L &:= 2200 \text{ mm} \\ B &:= 2200 \text{ mm} \\ H &:= 1600 \text{ mm} \\ H_{BL} &:= 250 \text{ mm} \\ H_w &:= 1850 \text{ mm} \\ t_w &:= 200 \text{ mm} \\ t_c &:= 150 \text{ mm} \\ t_f &:= 200 \text{ mm} \\ b_v &:= 250 \text{ mm} \\ h_v &:= 300 \text{ mm} \\ b_{col} &:= 300 \text{ mm} \\ h_{col} &:= 300 \text{ mm} \\ H_{col} &:= 17600 \text{ mm} \\ L_v &:= 4200 \text{ mm} \\ n_v &:= 4 \\ y_v &:= \begin{bmatrix} 2450 \\ 5600 \\ 8600 \\ 11600 \\ 14850 \end{bmatrix} \text{ mm} \end{aligned}$$

MATERIALES:

Resistencia característica del hormigón:
Peso específico del agua:
Peso específico del hormigón armado:
Aceleración de la gravedad:
Modulo de elasticidad del hormigón (según NBDS):

$$\begin{aligned} f_c &:= 25.00 \text{ MPa} \\ \gamma_a &:= 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \\ \gamma_c &:= 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \\ g &:= 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \end{aligned}$$

$$E_c := 3830 \cdot \sqrt{f_c} \cdot 1 \text{ MPa} = 19150 \text{ MPa}$$

$$E_c = 19150 \text{ MPa}$$

1.2 PESO Y MASA DE LOS ELEMENTOS.

PESO DE LOSA DE CUBIERTA:

$$V_c := (2 \cdot L + 2 \cdot t_w) \cdot (2 \cdot B + 2 \cdot t_w) \cdot t_c = 3.456 \text{ m}^3$$

$$W_c := V_c \cdot \gamma_c = 86.4 \text{ kN}$$

$$m_c := \frac{W_c}{g} = 8807.339 \text{ kg}$$

$$W_c = 86.4 \text{ kN}$$

$$m_c = 8807.339 \text{ kg}$$

PESO DE LOS MUROS:

$$V_w := (2 \cdot (2 \cdot L + 2 \cdot t_w) + 4 \cdot B) \cdot H_w \cdot t_w = 6.808 \text{ m}^3$$

$$W_w := V_w \cdot \gamma_c = 170.2 \text{ kN}$$

$$m_w := \frac{W_w}{g} = 17349.643 \text{ kg}$$

$$W_w = 170.2 \text{ kN}$$

$$m_w = 17349.643 \text{ kg}$$

PESO DE LA LOSA DE FONDO:

$$V_f := (2 \cdot L + 2 \cdot t_w - 2 \cdot b_{col}) \cdot (2 \cdot B + 2 \cdot t_w - 2 \cdot b_{col}) \cdot t_f = 3.528 \text{ m}^3$$

$$W_f := V_f \cdot \gamma_c = 88.2 \text{ kN}$$

$$W_f = 88.2 \text{ kN}$$

$$m_f := \frac{W_f}{g} = 8990.826 \text{ kg}$$

$$m_f = 8990.826 \text{ kg}$$

PESO DE COLUMNAS:

$$V_{col} := 4 \cdot b_{col} \cdot h_{col} \cdot H_{col} = 6.336 \text{ m}^3$$

$$W_{col} := V_{col} \cdot \gamma_c = 158.4 \text{ kN}$$

$$W_{col} = 158.4 \text{ kN}$$

$$m_{col} := \frac{W_{col}}{g} = 16146.789 \text{ kg}$$

$$m_{col} = 16146.789 \text{ kg}$$

PESO, MASA Y CENTRO DE GRAVEDAD DE VIGAS:

$$V_v := 6 \cdot n_v \cdot b_v \cdot h_v \cdot L_v = 7.56 \text{ m}^3$$

$$W_v := V_v \cdot \gamma_c = 189 \text{ kN}$$

$$W_v = 189 \text{ kN}$$

$$m_v := \frac{W_v}{g} = 19266.055 \text{ kg}$$

$$m_v = 19266.055 \text{ kg}$$

Peso de ejes de vigas:

$$W_{vj} := \frac{W_v}{n_v} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 47.25 \\ 47.25 \\ 47.25 \\ 47.25 \\ 47.25 \\ 47.25 \end{bmatrix} \text{ kN}$$

Centro de gravedad de las columnas:

$$y_{cg_col} := \frac{H_{col}}{2} = 8.8 \text{ m}$$

PESO DEL AGUA:

$$V_L := H \cdot 2 \cdot L \cdot 2 \cdot B = 30.976 \text{ m}^3$$

$$W_L := V_L \cdot \gamma_s = 309.76 \text{ kN}$$

$$W_L = 309.76 \text{ kN}$$

$$m_L := \frac{W_L}{g} = 31575.943 \text{ kg}$$

$$m_L = 31575.943 \text{ kg}$$

PESO DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE:

$$W_{ES} := W_{col} + W_v = 347.4 \text{ kN}$$

$$W_{ES} = 347.4 \text{ kN}$$

PESO DEL RESERVORIO VACIO:

$$W_{RV} := W_c + W_w + W_f = 344.8 \text{ kN}$$

$$W_{RV} = 344.8 \text{ kN}$$

PESO Y MASA DEL RESERVORIO MAS UN TERCIO DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE:

$$W_s := W_{RV} + \frac{1}{3} \cdot W_{ES} = 460.6 \text{ kN}$$

$$W_s = 460.6 \text{ kN}$$

$$m_s := \frac{W_s}{g} = 46952.09 \text{ kg}$$

$$m_s = 46952.09 \text{ kg}$$

PESO TOTAL:

$$W_t := W_{ES} + W_{RV} + W_L = 1001.96 \text{ kN}$$

$$W_t = 1001.96 \text{ kN}$$

1.3 CENTRO DE GRAVEDAD DEL RESERVORIO.

$$\begin{aligned} \text{Centro de gravedad de cubierta:} & \quad H_w + 0.5 \cdot t_c & y_{cg_c} = 1.925 \text{ m} \\ \text{Centro de gravedad de los muros:} & \quad y_{cg_w} := H_w \cdot 0.5 & y_{cg_w} = 0.925 \text{ m} \\ \text{Centro de gravedad de la losa de fondo:} & \quad y_{cg_f} := -0.5 \cdot t_f & y_{cg_f} = -0.1 \text{ m} \end{aligned}$$

CENTRO DE GRAVEDAD DEL RESERVORIO:

$$y_{cg} := \frac{y_{cg_c} \cdot W_c + y_{cg_w} \cdot W_w + y_{cg_f} \cdot W_f}{W_c + W_w + W_f} = 0.913 \text{ m} \quad y_{cg} = 0.913 \text{ m}$$

Centro de gravedad de la estructura de soporte:

$$y_{cg_{es}} := \frac{\sum y_v \cdot W_v + y_{cg_{col}} \cdot W_{col}}{\sum W_v + W_{col}} = 8.692 \text{ m} \quad y_{cg_{es}} = 8.692 \text{ m}$$

1.4 CALCULOS DE LOS COEFICIENTES Y PARAMETROS.

ratio ratio_C_i ratio_C_c ratio_m_i ratio_m_c ratio_h_i ratio_h_c ratio_h'_i ratio_h'_c

$$\left(\frac{\frac{s}{m}}{\frac{1}{2}} \right)$$

0.3	9.28	2.09	0.176	0.824	0.4	0.521	2.64	3.414
0.5	7.74	1.74	0.3	0.7	0.4	0.543	1.46	1.517
0.7	6.97	1.60	0.414	0.586	0.401	0.571	1.009	1.011
1	6.36	1.52	0.548	0.452	0.419	0.616	0.721	0.785
1.5	6.06	1.48	0.686	0.314	0.439	0.69	0.555	0.734
2	6.21	1.48	0.763	0.237	0.448	0.751	0.50	0.764
2.5	6.56	1.48	0.81	0.19	0.452	0.794	0.48	0.796
3	7.03	1.48	0.842	0.158	0.453	0.825	0.472	0.825

$$\text{ratio_HL} := \frac{H}{L} = 0.727 \quad \text{ratio_HL} = 0.727$$

INTERPOLACION DE LOS COEFICIENTES Y RELACIONES DE MASAS Y ALTURAS, CALCULO DE LAS MASAS Y ALTURAS:

$$C_i = 6.915$$

$$C_c = 1.593 \frac{\frac{s}{m}}{\frac{1}{2}}$$

$$r_{m_i} = 0.426 \quad m_i := r_{m_i} \cdot m_L = 13451.352 \text{ kg}$$

$$m_i = 1.372 \frac{\frac{s^2}{m^2}}{\frac{1}{2}} \cdot \text{tonnef}$$

$$r_{m_c} = 0.574 \quad m_c := r_{m_c} \cdot m_L = 18124.591 \text{ kg}$$

$$m_c = 1.848 \frac{\frac{s^2}{m^2}}{\frac{1}{2}} \cdot \text{tonnef} \\ m_c = 18.125 \frac{\frac{s^2}{m}}{\frac{1}{2}} \cdot \text{kN}$$

$$r_{h_i} = 0.403 \quad h_i := r_{h_i} \cdot H = 0.645 \text{ m}$$

$$h_i = 0.645 \text{ m}$$

$$r_{h_c} = 0.575 \quad h_c := r_{h_c} \cdot H = 0.92 \text{ m}$$

$$h_c = 0.92 \text{ m}$$

$$r_{h'_i} = 0.983 \quad h'_i := r_{h'_i} \cdot H = 1.573 \text{ m}$$

$$h'_i = 1.573 \text{ m}$$

$$r_{h'_c} = 0.99 \quad h'_c := r_{h'_c} \cdot H = 1.584 \text{ m}$$

$$h'_c = 1.584 \text{ m}$$

1.5 PERIODO DE VIBRACION.

IMPULSIVO:

$$K_c = 10.553 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

Altura del centro de gravedad del reservorio:

$$y_{cg2} := y_{cg} = 0.913 \text{ m}$$

$$y_{cg2} = 0.913 \text{ m}$$

La rigidez se determina con ayuda software elementos finitos, asignando una carga de 10 kN en el centro de gravedad del reservorio:

$$\Delta_{10} := 10.4715 \text{ mm} \quad (\text{Resultado del modelo de elementos finitos})$$

Rigidez de la estructura de soporte:

$$K_s := \frac{10 \text{ kN}}{\Delta_{10}} = 954.973 \frac{\text{kN}}{m}$$

Periodo impulsivo esta dado por:

$$T_i := 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_i + m_s}{K_s}} = 1.58 \text{ s}$$

$$T_i = 1.58 \text{ s}$$

CONVECTIVO:

$$T_{con} := 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{\left(\frac{L}{g}\right)}{\frac{\pi}{2} \cdot \tanh\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{H}{L}\right)}} = 2.629 \text{ s}$$

$$T_{con} = 2.629 \text{ s}$$

RIGIDEZ DE LA ESTRUCTURA:

$$K_c := \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot m_c}{T_{con}^2} = 103.493 \frac{\text{kN}}{m}$$

2. EUROCODIGO 8.

Aceleración sísmica básica:

$$a_{gR} := 0.102$$

Factor de importancia:
(EN 1998 - 1-1 tabla 4.3)

$$\gamma_I := 1.2$$

Aceleración de diseño:
(EN 1998 - 1-1)

$$a_g := a_{gR} \cdot \gamma_I = 0.122$$

$$a_g = 0.122$$

coeficiente de respuesta sísmica:
(EN 1998 - 4; 2006 (E) 4.4)

$$q := 2$$

$$q = 2$$

Factor de corrección de amortiguamiento para la masa convectiva:
(EN 1998-1)

Para la masa convectiva:

$$\xi := 0.5$$

$$\eta := \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}} = 1.348$$

$$\eta = 1.348$$

Tipo de Suelo, se adopta: **TIPO D**
(Equivalente al TIPO E de la ASCE 7-10)

Parámetros del Tipo 1, de espectro de respuesta elástica:
(EN 1998-1-1 tabla 3.2)

$$S = 1.35$$

$$S = 1.35$$

$$T_B = 0.2 \text{ s}$$

$$T_B = 0.2 \text{ s}$$

$$T_C = 0.8 \text{ s}$$

$$T_C = 0.8 \text{ s}$$

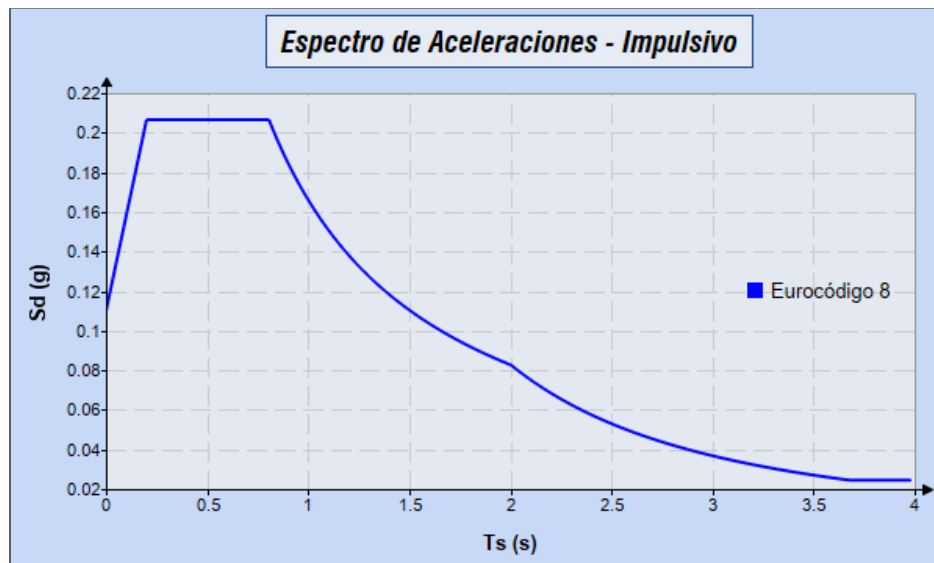
$$T_D = 2 \text{ s}$$

$$T_D = 2 \text{ s}$$

Limite inferior de factor de espectro horizontal:

$$\beta := 0.2$$

ESPECTRO DE DISEÑO SISMICO DE LA PARTE IMPULSIVA:



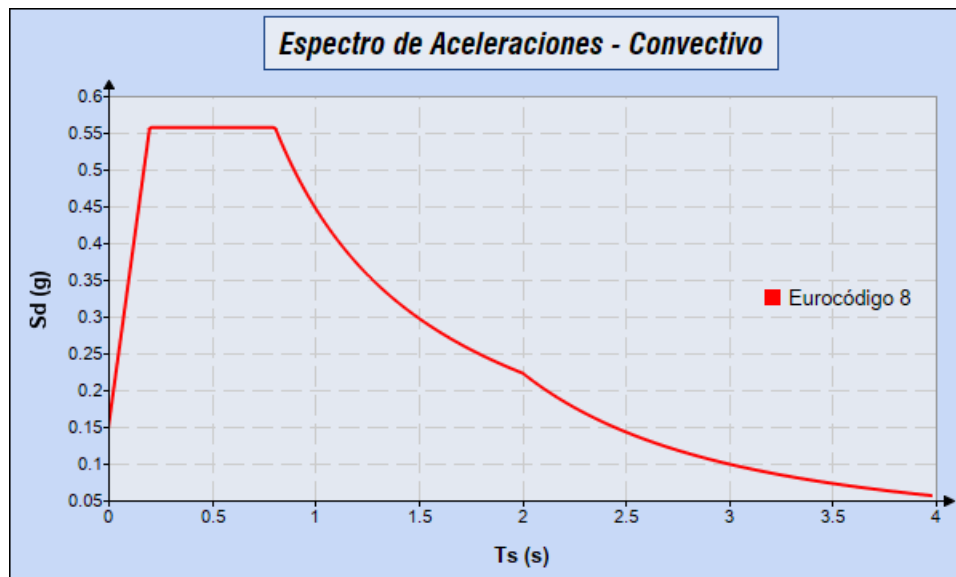
Espectro de diseño de la parte convectiva:

Periodo convectivo:

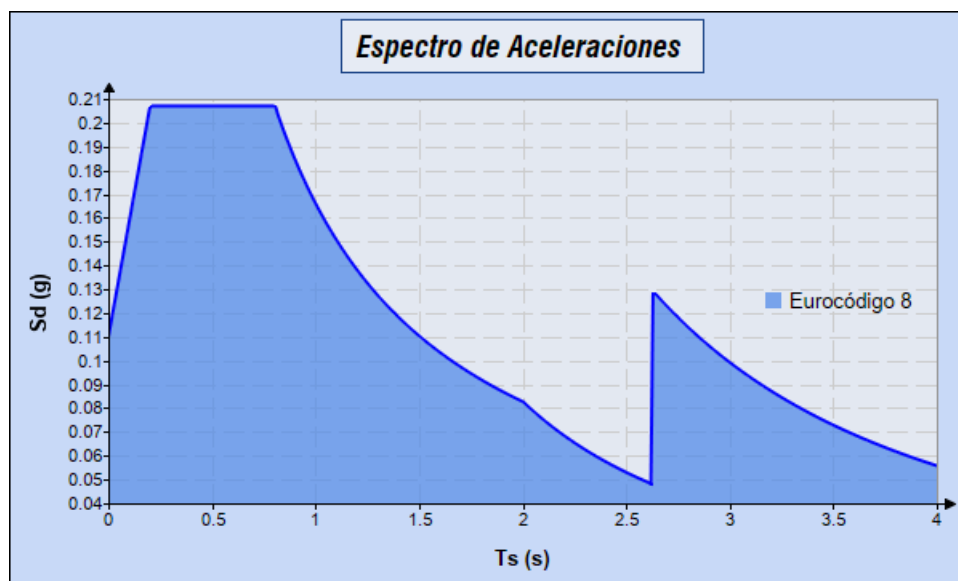
$$T_{con} = 2.629 \text{ s}$$

Coefficiente de respuesta masa convectiva:

$$q_{con} := 1$$



ESPECTRO DE DISEÑO COMBINADO, PARA LA PARTE IMPULSIVA Y CONVECTIVA:



Para el periodo impulsivo:

$$T_i = 1.58 \text{ s}$$

$$S_{ei} = 0.105$$

Para el periodo convectivo:

$$T_{con} = 2.629 \text{ s}$$

$$S_{ec} = 0.129$$

3. CORTANTE Y MOMENTO EN LA BASE.

CORTANTE EN LA BASE:

$$V_i := (m_i + m_s) \cdot S_{ei} \cdot g = 61.963 \text{ kN}$$

$$V_c := m_c \cdot S_{ec} \cdot g = 22.927 \text{ kN}$$

$$V := \sqrt{V_i^2 + V_c^2} = 66.068 \text{ kN}$$

$$V = 66.068 \text{ kN}$$

MOMENTO EN LA BASE:

$$h_{cg} := H_{col} + y_{cg} = 18.513 \text{ m}$$

$$M_i := (m_i \cdot (H_{col} + h_i') + m_s \cdot h_{cg}) \cdot S_{ei} \cdot g = 1156.239 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_c := m_c \cdot (H_{col} + h_c') \cdot S_{ec} \cdot g = 439.834 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M := \sqrt{(M_i)^2 + (M_c)^2} = 1237.071 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M = 1237.071 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Datos para modelar en MEF:

$$m_i = 1.372 \frac{\text{s}^2}{\text{m}} \cdot \text{tonnef}$$

$$\frac{m_i}{h_i \cdot (4 \cdot L + 4 \cdot B)} = 1.307 \text{ m} \cdot \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$$

ANEXO 7

ESPECIFICACIONES

TÉCNICAS

Las siguientes especificaciones técnicas aplican de forma general a todos los tanques elevados considerados en el proyecto, dado que su diseño estructural es el mismo.

ÍTEM 1: REPLANTEO Y CONTROL DE ESTRUCTURAS

UNIDAD: m²

DESCRIPCIÓN

Esta actividad comprende los trabajos de replanteo de estructuras, para la localización de las áreas destinadas a estructuras y edificaciones de acuerdo a los planos de construcción, el formulario de presentación de propuesta y/o instrucciones del SUPERVISOR DE OBRA.

MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

Los materiales necesarios para la ejecución del ítem son: estacas – clavos – pintura – yeso. Las estacas serán de madera blanda con dimensiones mínimas de 2.5x2.5x15 cm, estas estarán bien acabadas cumpliendo las dimensiones de linealidad, la punta será de forma piramidal para que se pueda incrustar adecuadamente al terreno.

Las estacas también podrán ser de varillas de acero de construcción entre diámetros de 8 a 10 mm con un largo mínimo de 20cm.

Los clavos serán de acero de mediano contenido de carbono que brinda la resistencia adecuada a un producto que será sometido a diferentes fuerzas de impacto según su aplicación. El vástago es circular y uniforme, con una superficie pulida y brillante, presenta una punta afilada en forma de diamante que facilita el ingreso a cualquier objeto, la cabeza es concéntrica, está formada del mismo vástago, cuenta con una superficie rugosa la cual evita el deslizamiento del martillo al momento de recibir el impacto.

La pintura será al aceite a base de resinas alquídicas y pigmentos inhibidores de la corrosión, para colocar referencias escritas y la pintura será al agua para demarcar marcos de fondo.

- ✓ Clavos
- ✓ Estacas
- ✓ Pintura al oleo
- ✓ Clavos
- ✓ Estacas
- ✓ Pintura
- ✓ Equipo Topográfico

PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN

Primeramente, se realizará una verificación de los BM,s del proyecto y posteriormente se realizara el replanteo general del emplazamiento, con el fin de cerciorarse la concordancia de los planos de emplazamiento, este trabajo debe de ser verificado y aprobado por la SUPERVISION para que posteriormente se realice el replanteo de detalle del emplazamiento.

Para la ejecución de este ítem el CONTRATISTA debe realizar:

- El replanteo y trazado de las fundaciones tanto aisladas como continuas de las estructuras, con estricta sujeción a las dimensiones señaladas en los planos respectivos.
- La demarcación de toda el área donde se realizará el movimiento de tierras, de manera que, posteriormente, no existan dificultades para medir los volúmenes de tierra movida.
- El preparado del terreno de acuerdo al nivel y rasante establecidos, procediendo a realizar el estacado y colocación de caballetes a una distancia no menor a 1.50 metros de los bordes exteriores de las excavaciones a ejecutarse.
- La definición de los ejes de las zapatas y los anchos de las cimentaciones corridas con alambre o lienza firmemente tensa y fijada 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.
- 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.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

La medición se realizará por metro cuadrado (m^2), tomando en cuenta la superficie total neta aprobado por el SUPERVISOR.

Esta actividad es ejecutada de acuerdo con los planos y las presentes especificaciones, medido según lo señalado y aprobado por el SUPERVISOR, será pagado de acuerdo al precio unitario de la propuesta aceptada.

ÍTEM 2: EXCAVACION NO CLASIFICADA CON MAQUINARIA

UNIDAD: m^3

DESCRIPCIÓN

Este ítem comprende todos los trabajos de excavación para fundaciones, los mismos que serán excavados con maquinaria, siendo ejecutados en la clase de terreno semi duro, hasta la profundidad necesaria y en las medidas indicadas en planos, los trabajos deberán sujetarse a estas especificaciones y a las instrucciones del supervisor, de tal manera de cumplir a plena satisfacción con el proyecto.

Asimismo, comprende el transporte fuera del área de la construcción del material excavado inservible, o al sitio que designe el SUPERVISOR.

Por el término “No clasificada” son suelos compuestos por materiales como arcilla compacta, arena o grava, roca suelta, conglomerados, disgregable con la mano y en general terrenos compactos.

MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO

El Contratista proporcionará todos los materiales, herramientas y equipo necesarios para la ejecución de los trabajos, los mismos deberán ser aprobados por el Supervisor de Obra.

Si la propuesta se trata de excavación con maquinaria esto requerirá del empleo de equipo que cumpla las características descritas por el contratante y además que debe estar aprobado previamente por el SUPERVISOR.

FORMA DE EJECUCIÓN

Aprobados los trabajos de replanteo por el Supervisor, el constructor notificara con anticipación el inicio de estos trabajos, que serán desarrolladas de acuerdo a alineamientos pendientes y cotas indicadas en las hojas de trabajo.

Se procederá al aflojamiento y extracción de los materiales en los lugares demarcados.

Los materiales que vayan a ser utilizados posteriormente para rellenar zanjas o excavaciones, se apilarán convenientemente a los lados de la misma, a una distancia prudencial que no cause presiones sobre sus paredes.

Las excavaciones se realizarán a cielo abierto de acuerdo con los planos de proyecto las dimensiones de la excavación de zanjas y pozos serán las necesarias en cada caso, serán efectuadas con los lados aproximadamente verticales, el fondo nivelado y terminado de manera que la base ofrezca un apoyo firme y uniforme.

El fondo de las excavaciones será horizontal y en los sectores en que el terreno destinado a fundar sea inclinado, se dispondrá de escalones de base horizontal.

Se tendrá especial cuidado en no remover el fondo de las excavaciones que servirá de base a la cimentación y una vez terminadas se las limpiará de toda tierra suelta.

Las zanjas o excavaciones terminadas, deberán presentar todas las superficies sin irregularidades y tanto las paredes como el fondo deberán estar de acuerdo con las líneas de los planos.

El trabajo ejecutado con el método elegido no deberá causar daños en las estructuras, taludes, abanicos aluviales, etc., que se encuentren en las inmediaciones. Cualquier daño que se produzca, será responsabilidad del Contratista, estando en la obligación de enmendarlo por cuenta propia.

El material excavado deberá ser colocado en los lugares que indique en forma escrita el Supervisor de Obra, de tal forma que no se perjudique al proyecto, por lo que deberá contemplarse una volqueta en su propuesta para garantizar su retiro.

Cuando las excavaciones demanden la construcción de entibados y apuntalamientos, éstos deberán ser proyectados por el CONTRATISTA y revisados y aprobados por el SUPERVISOR. Esta aprobación no eximirá al CONTRATISTA de las responsabilidades que hubiera lugar en caso de fallar las mismas.

En la realización de la excavación se evitará obstrucciones e incomodidades al tránsito peatonal y vehicular, debiendo para ello mantener en buenas condiciones las entradas a garajes, casa o edificios; cuidará de colocar la señalización, cercas, barreras y luces necesarias para seguridad del público.

MEDICIÓN

La cuantificación del material excavado se hará en metros cúbicos.

FORMA DE PAGO

El pago de este trabajo será efectuado en base al precio unitario de la propuesta aceptada. Este precio incluye la compensación por herramientas, equipo y mano de obra empleada.

ITEM 3: HORMIGON SIMPLE

ÍTEM 4: HORMIGON ARMADO PARA ZAPATAS

ÍTEM 6: HORMIGON ARMADO PARA COLUMNAS

ÍTEM 7: HORMIGON ARMADO PARA VIGAS

ÍTEM 8: HORMIGON ARMADO PARA LOSAS

ÍTEM 9: HORMIGON ARMADO PARA MUROS

UNIDAD: m³

DEFINICIÓN:

Este ítem comprende la fabricación, transporte, colocación, vibrado, protección y curado del hormigón simple o armado para las siguientes partes estructurales de una obra: zapatas, columnas, vigas, losas, muros y otros elementos, ajustándose estrictamente al trazado, alineación, elevaciones y dimensiones señaladas en los planos y/o instrucciones del Supervisor de Obra.

La preparación y armado de encofrados de acuerdo a la volumetría del elemento, colocado de acero de refuerzo, también se considera el amasado o mezclado ya sea en obra o en una planta de hormigón, también se considera el transporte, colocación, vibrado del hormigón en sitio, adicionalmente se considera la protección y curado del hormigón y por último se contempla los respectivos ensayos de control de calidad de acuerdo a instrucciones de la SUPERVISION.

Todas las estructuras de hormigón simple o armado, ya sea construcciones nuevas, reconstrucción, readaptación, modificación o ampliación deberán ser ejecutadas de acuerdo con las dosificaciones y resistencias establecidas en los planos, formulario de presentación de propuestas y en estricta sujeción con las exigencias y requisitos establecidos en la Norma Boliviana del Hormigón Armado.

MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO

Todos los materiales, herramientas y equipo a emplearse en la preparación y vaciado del hormigón serán proporcionados por el Contratista y utilizados por éste, previa aprobación del Supervisor de Obra y deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Norma Boliviana del Hormigón Armado NB 1225001.

Cemento

El cemento es uno de los materiales de argamasa cementantes, caracterizado por sus propiedades de adherencia y cohesión, que permite unir fragmentos minerales entre sí, formando una masa sólida, continua, de resistencia y durabilidad adecuadas.

Para fabricar hormigón estructural se empleará únicamente los cementos hidráulicos (que utilizan agua para reaccionar químicamente y adquirir sus propiedades cementantes durante los procesos de endurecimiento inicial y fraguado). Entre los diferentes cementos hidráulicos se destaca, por su uso extendido el cemento Portland, existiendo además los cementos naturales y los cementos con alto contenido de alúmina, cuya utilización deberá ser justificado con sus respectivos estudios de condiciones locales para su empleo.

Los tipos de cemento Portland son:

- ✓ Tipo I: Conocido como cemento Portland ordinario, que es el de mayor utilización en el mercado. Se lo utiliza en hormigones normales que no estarán expuestos a sulfatos en el ambiente, en el suelo o en el agua del subsuelo.
- ✓ Tipo II: Cementos con propiedades modificadas para cumplir propósitos especiales, como cementos antibacteriales que pueden usarse en piscinas; cementos hidrófobos que se deterioran muy poco en contacto con sustancias agresivas líquidas; cementos de albañilería que se los emplea en la colocación de mampostería; cementos impermeabilizantes que se los utiliza en elementos estructurales en que se desea evitar las filtraciones de agua u otros fluidos, etc.
- ✓ Tipo III: Cementos de fraguado rápido, que suelen utilizarse en obras de hormigón que están en contacto con flujos de agua durante su construcción o en obras que pueden inestabilizarse rápidamente durante la construcción.
- ✓ Tipo IV: Cementos de fraguado lento, que producen poco calor de hidratación. Se los emplea en obras que contienen grandes volúmenes continuos de hormigón como las presas, permitiendo controlar el calor emitido durante el proceso de fraguado.
- ✓ Tipo V: Cementos resistentes a los sulfatos que pueden estar presentes en los agregados del hormigón o en el propio medio ambiente. La presencia de sulfatos junto con otros tipos de cementos provoca la desintegración progresiva del hormigón y la destrucción de la estructura interna del material compuesto.

Cementos Portland con adición de puzolanas

Los cementos con adición de puzolanas (roca vulcanizada en polvo) presentan particularidades distintas con respecto al cemento Portland tradicional, se recomienda para diferentes aplicaciones. El bajo calor de hidratación de estos cementos implica menor utilización de agua para curado.

Sus hormigones presentan una excelente resistencia al ataque químico por aguas con acidez mineral, sin embargo, si se desea una mayor protección de las armaduras contra la corrosión metálica deberá emplearse preferentemente cemento Portland.

Si bien sus resistencias a la compresión temprana suelen presentarse ligeramente inferiores al cemento Portland puro, después de los 90 días esta diferencia se anula o minimiza a causa de que los silicatos activados de la puzolana reaccionan con el hidróxido de calcio que resulta un

subproducto de la hidratación de uno de los componentes del clinker (alita) y de la cal libre presente. Dentro de este tipo de cementos se produce en el mercado nacional los siguientes:

IP-30, IP-40

Donde I: Hace referencia al Tipo I de cemento; P: Referente a la adición de Pozzolana; 30-40 Resistencia a compresión a los 28 días.

IP-30: Se utilizará en todos los casos en que las obras no requieran altas resistencias iniciales como por ejemplo: muros de contención, mampostería, canales de drenaje, pisos, revoques, cámaras de alcantarillas, muros de ladrillos (cerramientos), desagües industriales, alcantarillados, plantas de aguas servidas, piletas para tratamiento de aguas, plantas de industrias químicas (especialmente para procesos fermentativos), se podrá utilizar también en elementos estructurales como zapatas, columnas, vigas, losas, muros mediante la aprobación de SUPERVISION debidamente justificada, hormigón masivo. Para este tipo de cementos se tiene que según la NB – 001 el cemento debe cumplir las siguientes características:

PARAMETRO	UNIDAD	NB-001
P.P.I.	%	<7.00
SiO ₂	%	-
Al ₂ O ₃	%	-
Fe ₂ O ₃	%	-
CaO	%	-
MgO	%	<=6.00
SO ₃	%	<=4.00
RI	%	-
Inicio de Fraguado	hr	>0.75
Final de Fraguado	hr.	<10.00
Blaine	cm ² /gr	<2600
Residuo Tamiz N°.200	%	-
Expansión	%	<=1.00
Resistencia 3 Días	Kg/cm ²	-
Resistencia 7 Días	Kg/cm ²	>=170
Resistencia 28 Días	Kg/cm ²	>=300

IP-40: Se utilizará en todos los casos que las obras hidráulicas y civiles requieran de altas resistencias iniciales como por ejemplo el hormigón pretensado, hormigones armados de resistencias mayores, prefabricados en climas cálidos, morteros predosificados, prefabricados, obras estructurales, hormigón proyectado (shotcrete), pavimentos, hormigón compactado con rodillo.

PARAMETRO	UNIDAD	NB-001
P.P.I.	%	<5.00
SiO ₂	%	-
Al ₂ O ₃	%	-
Fe ₂ O ₃	%	-
CaO	%	-
MgO	%	<=6.00
SO ₃	%	<3.50
RI	%	3.00
Inicio de Fraguado	hr	>0.75
Final de Fraguado	hr.	<10.00
Blaine	cm ² /gr	<2600
Residuo Tamiz N°.200	%	-
Expansión	%	<=0.80
Resistencia 3 Días	Kg/cm ²	>=170
Resistencia 7 Días	Kg/cm ²	>=250
Resistencia 28 Días	Kg/cm ²	>=400

[1] Se debe emplear cemento de fabricación nacional, cuyas características satisfagan las especificaciones para cemento Pórtland Tipo I (ASTM C -150) y que cumplan las exigencias de las NORMAS BOLIVIANAS (N.B. 2.1 - 001 hasta N.B. 2.1 - 014).

[2] El cemento a ser empleado debe cumplir con las propiedades exigidas por la Norma Boliviana, pudiendo ser exigida su comprobación experimental con referencia a las siguientes propiedades:

- ✓ Resistencias mecánicas ampliamente superiores a las exigencias requeridas por la Normas

- ✓ Estabilidad de volumen.
- ✓ Regularidad en tiempos de fraguado y finura.
- ✓ Aumento en la impermeabilidad.
- ✓ Mayor trabajabilidad y plasticidad en morteros y hormigones

[3] En obra se debe utilizar un solo tipo de cemento, excepto cuando se justifique la necesidad del empleo de otros tipos de cemento, debiendo cumplir con las características de calidad de la Norma Boliviana y requerimientos de la obra.

[4] El cemento debe suministrarse en el lugar de la obra, en sus envases originales herméticamente cerrados y con la marca de fábrica; las bolsas de cemento deben ser almacenados en condiciones que lo mantengan fuera de la intemperie y la humedad, guardándose en un lugar seco, abrigado, cerrado y protegido de los agentes atmosféricos.

[5] El cemento almacenado para evitar su compactación no conviene estibar en pilas de más de 10 bolsas de altura, debiendo ser colocados sobre un piso provisional de madera colocado al menos 10 cm por encima del terreno natural, separado de las paredes y protegido de las corrientes de aire húmedo.

[6] En caso de disponerse de varios tipos de cemento, estos deberán almacenarse por separado.

[7] Todo envase que contenga terrones y que por cualquier motivo haya fraguado parcialmente, será rechazado siendo inmediatamente retirado de la obra; no será permitido el uso de cemento recuperado de bolsas rechazadas.

[8] El cemento deberá ser utilizado dentro los 60 días de su fabricación que debe ser verificado para su utilización en obra.

[9] Si el cemento a utilizar fuera de calidad dudosa, se debe sacar muestras para su ensayo en laboratorios reconocidos en el país; en caso de que el resultado no fuera satisfactorio se retirará inmediatamente de los depósitos todo el cemento en mal estado.

[10] Este material para su uso debe contar con la certificación de buena calidad del fabricante

Agregados

Los áridos a emplearse en la fabricación de hormigones serán aquellas arenas y gravas obtenidas de yacimientos naturales, rocas trituradas y otros que resulte aconsejable, como consecuencia de estudios realizados en laboratorio.

La arena o árido fino será aquél que pase el tamiz de 5 mm. de malla y grava o árido grueso el que resulte retenido por dicho tamiz.

El 90% en peso del árido grueso (grava) será de tamaño inferior a la menor de las dimensiones siguientes:

- a. Los cinco sextos de la distancia horizontal libre entre armaduras independientes, si es que dichas aberturas tamizan el vertido del hormigón o de la distancia libre entre una armadura y el paramento más próximo.
- b. La cuarta parte de la anchura, espesor o dimensión mínima de la pieza que se hormigone.
- c. Un tercio de la anchura libre de los nervios de los entrepisos.
- d. Un medio del espesor mínimo de la losa superior en los entrepisos.

Agua

El agua a emplearse para la mezcla, curación u otras aplicaciones, será razonablemente limpia y libre de aceite, sales, ácidos, álcalis, azúcar, materia vegetal o cualquier otra sustancia perjudicial para la obra.

No se permitirá el empleo de aguas estancadas procedentes de pequeñas lagunas o aquéllas que provengan de pantanos o desagües.

Toda agua de calidad dudosa deberá ser sometida al análisis respectivo y autorizado por el Supervisor de obra antes de su empleo.

La temperatura del agua para la preparación del hormigón deberá ser superior a 5 °C.

Hierro o acero corrugado

Los aceros de distintos diámetros y características se almacenarán separadamente, a fin de evitar la posibilidad de intercambio de barras.

El tipo de acero y su fatiga de fluencia será aquel que esté especificado en los planos estructurales.

Las barras no deben presentar defectos superficiales, grietas ni sopladuras las barras que presenten tales defectos serán rechazadas.

Las características mecánicas del acero a utilizarse deben estar respaldadas por certificaciones.

Queda terminantemente prohibido el empleo de aceros de diferentes tipos en una misma sección.

Aditivos

Se podrán emplear aditivos para modificar ciertas propiedades del hormigón, previa su justificación y aprobación expresa efectuada por el Supervisor de Obra.

Características del Hormigón

En general, el hormigón contendrá la cantidad de cemento que sea necesaria para obtener mezclas compactas, con la resistencia especificada en los planos o en el formulario de presentación de propuestas y capaces de asegurar la protección de las armaduras.

En ningún caso las cantidades de cemento para hormigones de tipo normal serán menores que:

APLICACION	Cantidad mínima de cemento por Kg/m ³ .
Hormigón Pobre	100
Hormigón Ciclópeo	300
Estructuras Corrientes (H.A)	350
Estructuras Especiales	400

Resistencia mecánica del hormigón

La calidad del hormigón estará definida por el valor de su resistencia característica a la compresión a la edad de 28 días.

Tipo de Hormigón	Resistencia cilíndrica (A los 28 días)
P mayor o igual	35 Mpa
A mayor o igual	21 Mpa
B mayor o igual	18 Mpa
C mayor o igual	16 Mpa
D mayor o igual	13 Mpa
E mayor o igual	11 Mpa

Los ensayos necesarios para determinar las resistencias de rotura se realizarán sobre probetas cilíndricas normales de 15 cm. de diámetro y 30 cm. de altura, en un laboratorio de reconocida capacidad.

El Contratista deberá tener en obra cuatro probetas de las dimensiones especificadas.

Ensayos de control

Durante la ejecución de la obra se realizarán ensayos de control, para verificar la calidad y uniformidad del hormigón.

Ensayos de consistencia

Mediante el Cono de Abrams se establecerá la consistencia de los hormigones, recomendándose el empleo de hormigones de consistencia plástica cuyo asentamiento deberá estar comprendido entre 3 a 5 cm.

Ensayos de resistencia

Al iniciar la obra y durante los primeros días se tomarán cuatro probetas diarias, dos para ser ensayadas a los 7 días y dos a los 28 días. Los ensayos a los 7 días permitirán corregir la dosificación en caso necesario.

Durante el transcurso de la obra se tomarán por lo menos tres probetas en cada vaciado y cada vez que así lo exija el Supervisor de Obra, pero en ningún caso el número de probetas deberá ser menor a tres por cada 25 metros cúbicos de concreto.

Queda establecido que es obligación del Contratista realizar ajustes y correcciones en la dosificación, hasta obtener los resultados que correspondan. En caso de incumplimiento el Supervisor de Obra dispondrá la paralización inmediata de los trabajos.

En el caso de que los resultados de los ensayos de resistencia no cumplan los requisitos, no se permitirá cargar la estructura hasta que el Contratista realice los siguientes ensayos y sus resultados serán aceptados por el Supervisor de Obra:

- a. Ensayos sobre probetas extraídas de las estructuras en lugares vaciados con hormigón de resistencia inferior a la debida, siempre que su extracción no afecte la estabilidad y resistencia de la estructura.
- b. Ensayos complementarios del tipo no destructivo, mediante un procedimiento aceptado por el Supervisor de Obra.
- c. Estos ensayos serán ejecutados por un laboratorio de reconocida experiencia y capacidad y antes de iniciarlos se deberá demostrar que el procedimiento empleado puede determinar la resistencia de la masa de hormigón con precisión del mismo orden que los métodos convencionales.

Si los resultados obtenidos son menores a la resistencia especificada, se considerará los siguientes casos:

- a. Si la resistencia es del orden del 80 al 90 % de la requerida:

Se procederá a ensayos de carga directa de la estructura constituida con hormigón de menor resistencia; si el resultado es satisfactorio, se aceptarán dichos elementos. Esta prueba deberá ser realizada por cuenta y riesgo del Contratista.

En el caso de las columnas, que, por la magnitud de las cargas, resulte imposible efectuar la prueba de carga, la decisión de refuerzo quedará librada a la verificación del Proyectista de la estructura, sin embargo, dicho refuerzo correrá por cuenta del Contratista.

- b. Si la resistencia está comprendida entre el 60 y el 80%:

Se podrán conservar los elementos estructurales si la prueba de carga directa da satisfactorios y si las sobrecargas de explotación pueden ser reducidas a valores compatibles con los resultados de los ensayos.

Para el caso de las columnas se procederá a un refuerzo adecuado que permita que alcancen el grado de seguridad deseado. La ejecución de los mencionados refuerzos se hará previa aprobación del Supervisor de Obra y por cuenta y riesgo del Contratista.

- c. La resistencia obtenida es inferior al 60 % de la especificada.

El Contratista procederá a la destrucción y posterior reconstrucción de los elementos estructurales que se hubieran construido con dichos hormigones, sin que por ello se reconozca pago adicional alguno o prolongación del plazo de ejecución.

PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN

Preparación, colocación, compactación y curado:

Dosificación de materiales

Para la fabricación del hormigón, el contratista presentara las dosificaciones teóricas, previo al hormigonado y debiendo ser respaldado por probetas de prueba debidamente preparadas y ensayadas. Una vez aceptada esta dosificación por el Supervisor, podrá realizarse la transformación a volumen con los pesos específicos aparentes de los materiales.

Cuando se emplee cemento envasado, la dosificación se realizará por número de bolsas de cemento, quedando prohibido el uso de fracciones de bolsa.

La medición de los áridos en volumen se realizará en recipientes aprobados por el Supervisor de Obra y de preferencia deberán ser indeformables.

Mezclado

El hormigón deberá ser mezclado mecánicamente, para lo cual:

Se utilizarán una o más hormigoneras de capacidad adecuada y se empleará personal especializado para su manejo.

Periódicamente se verificará la uniformidad del mezclado.

Los materiales componentes serán introducidos en el orden siguiente:

1. Una parte del agua del mezclado (aproximadamente la mitad).
2. El cemento y la arena simultáneamente. Si esto no es posible, se verterá una fracción del primero y después la fracción que proporcionalmente corresponda de la segunda; repitiendo la operación hasta completar las cantidades previstas.
3. La grava.
4. El resto del agua de amasado.

El tiempo de mezclado, contando a partir del momento en que todos los materiales hayan ingresado al tambor, no será inferior a noventa segundos para capacidades útiles de hasta 1 M3, pero no menor al necesario para obtener una mezcla uniforme. No se permitirá un mezclado excesivo que haga necesario agregar agua para mantener la consistencia adecuada.

No se permitirá cargar la hormigonera antes de haberse procedido a descargarla totalmente de la batida anterior.

El mezclado manual queda expresamente prohibido.

Transporte

El hormigón será transportado desde la hormigonera hasta el lugar de su colocación en condiciones que impidan su segregación o el comienzo del fraguado. Para ello se emplearán métodos y equipo que permitan mantener la homogeneidad del hormigón y evitar la pérdida de sus componentes o la introducción de materias ajenas.

Para los medios corrientes de transporte, el hormigón deberá quedar colocado en su posición definitiva dentro de los encofrados antes de que transcurran treinta minutos desde que el agua se ponga en contacto con el cemento.

Colocación

Antes del vaciado del hormigón en cualquier sección, el Contratista deberá requerir la correspondiente autorización escrita del Supervisor de Obra.

Salvo el caso que se disponga de una protección adecuada y la autorización necesaria para proceder en sentido contrario, no se colocará hormigón mientras llueva.

El espesor máximo de la capa de hormigón no deberá exceder de 50 cm., exceptuando las columnas.

La velocidad de colocación será la necesaria para que el hormigón en todo momento se mantenga plástico y ocupe rápidamente los espacios comprendidos entre las armaduras.

No se permitirá verter libremente el hormigón desde alturas mayores a 1.50 metros. En caso de alturas mayores, se deberá utilizar embudos y conductos cilíndricos verticales que eviten la segregación del hormigón. Se exceptúan de esta regla las columnas.

Durante la colocación y compactación del hormigón se deberá evitar el desplazamiento de las armaduras.

Las zapatas deberán hormigonarse en una operación continua.

Para las columnas se deberá contemplar un aditivo acelerante para minimizar tiempos y cargar las estructuras para los siguientes niveles

En las vigas, la colocación se hará por capas horizontales, de espesor uniforme en toda su longitud.

En losas, la colocación se hará por franjas de ancho tal que, al colocar el hormigón de la faja siguiente, en la faja anterior no se haya iniciado el fraguado.

Vibrado

Las vibradoras serán del tipo de inmersión de alta frecuencia y deberán ser manejadas por obreros especializados.

Las vibradoras se introducirán lentamente y en posición vertical o ligeramente inclinada.

El tiempo de vibración dependerá del tipo de hormigón y de la potencia del vibrador.

Para los muros se deberá contemplar en la masa del hormigón, un aditivo impermeabilizante en la mezcla del hormigón para quitar espacios vacíos y evitar filtraciones

Protección y curado

Tan pronto el hormigón haya sido colocado se lo protegerá de efectos perjudiciales.

El tiempo de curado será durante siete días consecutivos, a partir del momento en que se inició el endurecimiento.

El curado se realizará por humedecimiento con agua, mediante riego aplicado directamente sobre las superficies o sobre arpilleras.

Encofrados y Cimbras

Podrán ser de madera, metálicos o de cualquier otro material suficientemente rígido.

Deberán tener la resistencia y estabilidad necesaria, para lo cual serán convenientemente arriostrados.

En vigas de más de 6 metros de luz y losas de grandes dimensiones se dispondrá de contra flechas en los encofrados.

Previamente a la colocación del hormigón se procederá a la limpieza y humedecimiento de los encofrados.

Si se desea aceitar los moldes, dicha operación se realizará previa a la colocación de la armadura y evitando todo contacto con la misma.

Remoción de encofrados y cimbras

Los encofrados se retirarán progresivamente, sin golpes, sacudidas ni vibraciones.

Durante el período de construcción, sobre las estructuras no apuntaladas, queda prohibido aplicar cargas, acumular materiales o maquinarias en cantidades que pongan en peligro su estabilidad.

Los plazos mínimos para el desencofrado serán los siguientes:

Encofrados laterales de vigas y muros	2 a 3 días
Encofrados de columnas:	3 a 7 días
Encofrados debajo de losas, dejando puntales de seguridad:	7 a 14 días
Fondos de vigas, dejando puntales de seguridad:	14 días
Retiro de puntales de seguridad:	21 días

Armaduras

Las barras se cortarán y doblarán ajustándose estrictamente a las dimensiones y formas indicadas en los planos y las planillas de fierros, las mismas que deberán ser verificadas por el Supervisor antes de su utilización.

El doblado de las barras se realizará en frío mediante equipo adecuado, sin golpes ni choques, quedando prohibido el corte y doblado en caliente.

Antes de proceder al colocado de las armaduras en los encofrados, se limpiarán adecuadamente, librándolas de polvo, barro, pinturas y todo aquello capaz de disminuir la adherencia.

Todas las armaduras se colocarán en los diámetros y en las posiciones precisas señaladas en los planos.

Las barras de la armadura principal se vincularán firmemente con los estribos.

Para sostener y para que las armaduras tengan el recubrimiento respectivo se emplearán soportes de mortero de cemento con ataduras metálicas (galletas) que se fabricarán con la debida anticipación, quedando terminantemente prohibido el empleo de piedras como separadores.

Se cuidará especialmente que todas las armaduras queden protegidas mediante recubrimientos mínimos especificados en los planos.

En caso de no especificarse los recubrimientos en los planos, se aplicarán los siguientes:

Ambientes interiores protegidos:	1.0 a 1.5 cm.
Elementos expuestos a la atmósfera normal:	1.5 a 2.0 cm.
Elementos expuestos a la atmósfera húmeda:	2.0 a 2.5 cm.
Elementos expuestos a la atmósfera corrosiva:	3.0 a 3.5 cm.

En lo posible no se realizarán empalmes en barras sometidas a tracción.

Si fuera absolutamente necesario efectuar empalmes, éstos se ubicarán en aquellos lugares donde las barras tengan menores sollicitaciones (puntos de momento nulos).

Durante la ejecución de la obra, se hará el control sistemático de los hormigones, midiendo el asentamiento con el cono Abrams y elaborando probetas cilíndricas con la frecuencia establecida en la Norma. Para este efecto, el Contratista dispondrá en forma permanente en la obra por lo menos un juego del cono de Abrams y 4 moldes para preparar las probetas.

En caso de rechazarse el hormigón por su inadecuada calidad, deberá ser removido y ejecutado nuevamente por el Contratista, sin que se reconozca pago adicional alguno por estos trabajos, por ser de entera responsabilidad del Contratista.

Transporte

El transporte estará de acuerdo a la metodología de mezclado adoptado y se puede transportar por diferentes tipos desde el sitio de mezclado hasta el sitio de colocación.

Se podrá transportar con el uso de carretillas, utilizándose a distancias no mayores de 60 y 20 metros respectivamente, es importante que las vías de este transporte estén libres, lisas y libres de irregularidades que puedan disgregar el hormigón, recomendándose que las llantas sean de caucho para amortizar los movimientos durante el transporte.

Se podrá transportar mediante canalones cuando se tenga diferencias de elevaciones, se considera una inclinación de 1:3 y 1:2 de forma directa, si se presenta dificultad para esta condición y la verticalidad es pronunciada se implementará en los canalones barreras de circulación de la mezcla.

Se podrá transportar mediante camión mezclador (Mixer) y el tiempo de entrega por transporte en esta forma es generalmente de 30 a 45 minutos, considerando excepciones las cuales deben estar bien justificadas tomando un control de calidad minucioso aprobadas por la SUPERVISION.

Se podrá transportar mediante bombas especiales que cumplan con las necesidades, siendo este caso para la elevación del hormigón a alturas mayores a la de la rasante.

MEDICIÓN

Las cantidades de hormigón simple o armado que componen la estructura completa y terminada: zapatas o fundaciones, columnas, vigas de arriostramiento o sustentación, losas y escaleras serán medidas en metros cúbicos.

En esta medición se incluirá únicamente aquellos trabajos que sean aceptados por el Supervisor de Obra y que tengan las dimensiones y distribuciones de fierro indicadas en los planos o reformadas con autorización escrita del Supervisor de Obra.

MEDICION Y FORMA DE PAGO

Los trabajos ejecutados en un todo de acuerdo con los planos y las presentes especificaciones, medidos según lo señalado y aprobados por el Supervisor de Obra, serán cancelados a los precios unitarios de la propuesta aceptada.

Dichos precios serán compensación total por los materiales empleados en la fabricación, mezcla, transporte, colocación, construcción de encofrados, armadura de fierro, mano de obra, herramientas, equipo y otros gastos que sean necesarios para la adecuada y correcta ejecución de los trabajos.

De la misma manera que en el caso de la medición, si se encontrara especificado en el formulario de presentación de propuestas "Hormigón Armado" se entenderá que el acero se encuentra incluido en este ítem, efectuándose su cancelación dentro del hormigón, por lo que el Contratista deberá considerar este aspecto en su análisis de precio unitario.

El pago de los volúmenes de hormigón ejecutados se realizará con previa certificación de un Laboratorio de Ensayo de Materiales, que certifique la resistencia del requerida.; de lo contrario se efectuara una retención del pago de los volúmenes de hormigón que no cumplan con la resistencia buscada hasta que se demuestre que cumplen las características buscadas, y finalmente si esto no es posible el Supervisor de obras instruirá la demolición de los elementos sin costo alguno por demoliciones.

ÍTEM 5: RELLENO Y COMPACTADO MANUAL (SIN MATERIAL)**UNIDAD: m³****DESCRIPCIÓN**

Esta actividad consiste en rellenar y compactado con material común (tierra) proveniente de la excavación llenando el vacío de las excavaciones en capas y cubriendo las estructuras de fundación como así también otros materiales bajo el nivel de rasante, de manera que se obtenga una consistencia del terreno igual o mayor a las condiciones iniciales del mismo según lo indicado en los planos del proyecto o de acuerdo a instrucciones escritas del Supervisor de Obra.

MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO

El Contratista proporcionará todos los materiales, herramientas y equipo necesarios para la ejecución de los trabajos, los mismos deberán ser aprobados por el Supervisor de Obra.

El material de relleno a emplearse será preferentemente el mismo suelo extraído de la excavación, libre de pedrones y material orgánico. En caso de que no se pueda utilizar dicho material de la excavación o el formulario de presentación de propuestas señalase el empleo de otro material o de préstamo, el mismo deberá ser aprobado y autorizado por el Supervisor de Obra.

No se permitirá la utilización de suelos con excesivo contenido de humedad, considerándose como tales, aquellos que igualen o sobrepasen el límite plástico del suelo. Igualmente se prohíbe el empleo de suelos con piedras mayores a 10 cm. de diámetro.

FORMA DE EJECUCIÓN

Todo relleno y compactado deberá realizarse con aprobación previa del Supervisor de Obra.

El relleno será de material procedente de los lugares que indique el Supervisor de Obra.

Durante el proceso de relleno, podrán construirse drenajes si así lo exigiera el proyecto, o los que señale el Supervisor de Obra.

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 para lo cual se deberá contemplar en la propuesta un equipo de densidades del cono de arena

El material de relleno deberá colocarse en capas no mayores a 20 cm., con un contenido óptimo de humedad, procediéndose al compactado

A requerimiento del Supervisor de Obra, se efectuarán pruebas de densidad en sitio, corriendo por cuenta del Contratista los gastos que demanden estas pruebas. Asimismo, en caso de no

satisfacer el grado de compactación requerido, el Contratista deberá repetir el trabajo por su cuenta y riesgo.

MEDICIÓN

Este ítem será medido en metros cúbicos compactados.

El relleno y compactado será medido en metros cúbicos compactados en su posición final de secciones autorizadas y reconocidas por el SUPERVISOR.

La medición se efectuará sobre la geometría del espacio relleno.

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.

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

ITEM 10: REVOQUE CON MORTERO Y ADITIVO IMPERM. DOSF 1:3 E=2,5 CM

UNIDAD: m²

DEFINICIÓN

Este ítem se refiere al acabado de las superficies de los muros de hormigón y otros que se encuentran expuestos a la intemperie, sean estos interiores o exteriores mediante mortero de arena y cemento, y/o con el porcentaje correspondiente de Sika 1 en el caso de revoque impermeabilizante de acuerdo al formulario de presentación de propuestas y/o instrucciones del Supervisor de Obra.

MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO

El cemento será del tipo portland, fresco y de calidad probada.

El agua deberá ser limpia, no permitiéndose el empleo de aguas estancadas provenientes de pequeñas lagunas o aquéllas que provengan de alcantarillas, pantanos o ciénagas.

En general los agregados deberán estar limpios y exentos de materiales tales como arcillas, barro adherido, escorias, cartón, yeso, pedazos de madera o materias orgánicas.

El Contratista deberá lavar los agregados a su costo, a objeto de cumplir con las condiciones anteriores.

Se utilizará mezcla de cemento, cal y arena fina en proporción 1: 2 : 6.

Los morteros de cemento y arena fina a utilizarse serán en las proporciones 1: 3 y 1: 4 (cemento y arena), dependiendo el caso y de acuerdo a lo señalado en el formulario de presentación de propuestas y/o los planos.

En el caso del revoque impermeabilizante se utilizará un mortero de cemento y arena en una dosificación 1:3, con porcentaje de Sika 1 de 0.5kg/m² (impermeabilizante), de acuerdo a recomendaciones del manual.

PROCEDIMIENTO

De acuerdo al tipo de material empleado en los muros y especificado en el formulario de presentación de propuestas se seguirán los procedimientos de ejecución que a continuación se detallan:

Se debe realizar el revoque antes que el muro este completamente seco, caso contrario antes se deberá realizar una lechada de cemento.

Se realiza una primera capa consistente en la aplicación del mortero preparado con Sika, en un espesor comprendido entre 0.5 y 1 cm.

Luego se aplicará la segunda capa que podrá adoptar diversas apariencias, llegando a un espesor final de 2.5cm.

Revoques de cal, cemento y arena sobre muros de ladrillo.

Previamente a la colocación de la primera capa de mortero se limpiarán los paramentos de todo material suelto y sobrantes de mortero. Luego se colocarán maestras horizontales y verticales a distancias no mayores a dos (2) metros, las cuales deberán estar perfectamente niveladas unas con las otras, con el objeto de asegurar la obtención de una superficie pareja y uniforme.

Humedecidos los paramentos se castigarán los mismos con una primera mano de mezcla, tal que permita alcanzar el nivel determinado por las maestras y cubra todas las irregularidades de la superficie de los muros, nivelando y enrasando posteriormente con una regla entre maestra y maestra. Después se efectuará un rayado vertical con clavos a objeto de asegurar la adherencia de la segunda capa de acabado.

A continuación, se describen diferentes tipos de textura para el acabado final:

Frotachado Mandileado

Este tipo de acabado consiste en afinar mediante planchas metálicas, y frotachos de esponja de tal manera de obtener superficies lisas, planas y libres de ondulaciones, empleando mano de obra especializada.

Piruleado

Este tipo de acabado se podrá conseguir mediante la proyección del mortero contra el paramento del muro con un aparato de hojalata llamado piruleador. Se empleará el mortero de cemento, cal y arena en proporción 1: 2: 6. La granulometría de la arena, estará en función del tamaño de grano que se desee obtener.

Piruleado asentado

Este tipo de acabado consiste a realizar el salpicado con piruleador y el asentado con frotacho, para la chispa o cantidad de salpicado deberá ser aprobado por el supervisor

Graneado

Este tipo de acabado se podrá conseguir mediante la proyección del mortero contra el paramento del muro con una paleta o aparato especial proyector de revoques. Se empleará el mortero de cemento, cal y arena en proporción 1: 2: 6. La granulometría de la arena, estará en función del tamaño de grano que se desee obtener.

Las variedades de este tipo son el revoque escarchado fino, el de grano lanzado con la escobilla, el de grano grueso lanzado con una paleta, etc.

MEDICIÓN

Los revoques se medirán en metros cuadrados, tomando en cuenta únicamente las superficies netas del trabajo ejecutado.

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.

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.

ANEXO 8

CÓMPUTOS MÉTRICOS

Cómputos métricos de Villa Esperanza:

N°	DESCRIPCIÓN	UNID.	N° VECES	DIMENSIONES (m)			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
	M01 - TANQUE ELEVADO H°A° CAP. 30M3							
1	REPLANTEO Y CONTROL DE ESTRUCTURAS	m²						33.06
			1.00	5.75	5.75		33.06	33.06
2	EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA	m³						14.11
	Z1		1.00	1.20	1.20	2.45	3.53	3.53
	Z2		1.00	1.20	1.20	2.45	3.53	3.53
	Z3		1.00	1.20	1.20	2.45	3.53	3.53
	Z4		1.00	1.20	1.20	2.45	3.53	3.53
3	HORMIGON SIMPLE	m³						0.29
	Z1		1.00	1.20	1.20	0.05	0.07	0.07
	Z2		1.00	1.20	1.20	0.05	0.07	0.07
	Z3		1.00	1.20	1.20	0.05	0.07	0.07
	Z4		1.00	1.20	1.20	0.05	0.07	0.07
4	H.A. PARA ZAPATA	m³						1.73
	Z1		1.00	1.20	1.20	0.30	0.43	0.43
	Z2		1.00	1.20	1.20	0.30	0.43	0.43
	Z3		1.00	1.20	1.20	0.30	0.43	0.43
	Z4		1.00	1.20	1.20	0.30	0.43	0.43
5	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL SIN MATERIAL	m³						11.57
	Z1		1.00	1.20	1.20	2.45	3.53	3.53
	Z2		1.00	1.20	1.20	2.45	3.53	3.53
	Z3		1.00	1.20	1.20	2.45	3.53	3.53
	Z4		1.00	1.20	1.20	2.45	3.53	3.53
	descuento							
	Z1		- 1.00	1.20	1.20	0.35	0.50	- 0.50
	Z2		- 1.00	1.20	1.20	0.35	0.50	- 0.50
	Z3		- 1.00	1.20	1.20	0.35	0.50	- 0.50
	Z4		- 1.00	1.20	1.20	0.35	0.50	- 0.50

	C1		- 1.00	0.25	0.25	2.10	0.13	- 0.13
	C2		- 1.00	0.25	0.25	2.10	0.13	- 0.13
	C3		- 1.00	0.25	0.25	2.10	0.13	- 0.13
	C4		- 1.00	0.25	0.25	2.10	0.13	- 0.13
6	H.A. PARA COLUMNA	m³						4.28
	cimentación a Nivel Terreno							
	C1		1.00	0.25	0.25	2.10	0.13	0.13
	C2		1.00	0.25	0.25	2.10	0.13	0.13
	C3		1.00	0.25	0.25	2.10	0.13	0.13
	C4		1.00	0.25	0.25	2.10	0.13	0.13
	Nivel Terreno a nivel + 3							
	C1		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C2		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C3		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C4		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	Nivel +3 a Nivel +6							
	C1		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C2		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C3		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C4		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	Nivel +6 a Nivel +9							
	C1		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C2		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C3		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C4		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	Nivel +9 a Nivel +12							
	C1		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C2		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C3		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C4		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	Nivel +12 a Base de tanque							
	C1		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C2		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C3		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C4		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
7	H.A. PARA VIGA	m³						7.22

	cimentación a Nivel Terreno							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	Nivel Terreno a nivel + 3							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	Nivel +3 a Nivel +6							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	Nivel +6 a Nivel +9							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	Nivel +9 a Nivel +12							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	Nivel +12 a Base de tanque							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
8	H.A. PARA LOSA	m³						7.27
	BASE TANQUE		1.00	4.80	4.80	0.20	4.61	4.61
	TAPA TANQUE		1.00	4.80	4.80	0.15	3.46	3.46
	descuento							
	C1		- 1.00	0.25	0.25	0.20	0.01	- 0.01
	C2		- 1.00	0.25	0.25	0.20	0.01	- 0.01
	C3		- 1.00	0.25	0.25	0.20	0.01	- 0.01

	C4		- 1.00	0.25	0.25	0.20	0.01	- 0.01
	V1		- 1.00	4.30	0.20	0.20	0.17	- 0.17
	V2		- 1.00	4.30	0.20	0.20	0.17	- 0.17
	V3		- 1.00	4.30	0.20	0.20	0.17	- 0.17
	V4		- 1.00	4.30	0.20	0.20	0.17	- 0.17
	TAPA METALICA		- 1.00	0.60	0.60	0.15	0.05	- 0.05
9	H.A. PARA MUROS	m³						6.81
	MURO LATERAL 1		1.00	4.40	0.20	1.85	1.63	1.63
	MURO LATERAL 2		1.00	4.40	0.20	1.85	1.63	1.63
	MURO LATERAL 3		1.00	4.80	0.20	1.85	1.78	1.78
	MURO LATERAL 4		1.00	4.80	0.20	1.85	1.78	1.78
10	REVOQUE Y ENLUCIDO DE MORT.C/ADITIV IMPER	m²						70.92
	BASE TANQUE		1.00	4.40	4.40		19.36	19.36
	TAPA TANQUE		1.00	4.40	4.40		19.36	19.36
	descuento							
	TAPA METALICA		- 1.00	0.60	0.60		0.36	- 0.36
	MURO LATERAL 1		1.00	4.40		1.85	8.14	8.14
	MURO LATERAL 2		1.00	4.40		1.85	8.14	8.14
	MURO LATERAL 3		1.00	4.40		1.85	8.14	8.14
	MURO LATERAL 4		1.00	4.40		1.85	8.14	8.14

Cómputos métricos de 29 de Abril:

N°	DESCRIPCIÓN	UNID.	N° VECES	DIMENSIONES (m)			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
	M02 - TANQUE 29 DE ABRIL							
1	REPLANTEO Y CONTROL DE ESTRUCTURAS	m²						34.22
			1.00	5.85	5.85		34.22	34.22
2	EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA	m³						20.62
	Z1		1.00	1.30	1.30	3.05	5.15	5.15
	Z2		1.00	1.30	1.30	3.05	5.15	5.15
	Z3		1.00	1.30	1.30	3.05	5.15	5.15
	Z4		1.00	1.30	1.30	3.05	5.15	5.15
3	HORMIGON SIMPLE	m³						0.34
	Z1		1.00	1.30	1.30	0.05	0.08	0.08
	Z2		1.00	1.30	1.30	0.05	0.08	0.08
	Z3		1.00	1.30	1.30	0.05	0.08	0.08
	Z4		1.00	1.30	1.30	0.05	0.08	0.08
4	H.A. PARA ZAPATA	m³						2.03
	Z1		1.00	1.30	1.30	0.30	0.51	0.51
	Z2		1.00	1.30	1.30	0.30	0.51	0.51
	Z3		1.00	1.30	1.30	0.30	0.51	0.51
	Z4		1.00	1.30	1.30	0.30	0.51	0.51
5	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL SIN MATERIAL	m³						17.58
	Z1		1.00	1.30	1.30	3.05	5.15	5.15
	Z2		1.00	1.30	1.30	3.05	5.15	5.15
	Z3		1.00	1.30	1.30	3.05	5.15	5.15
	Z4		1.00	1.30	1.30	3.05	5.15	5.15
	descuento							
	Z1		- 1.00	1.30	1.30	0.35	0.59	- 0.59
	Z2		- 1.00	1.30	1.30	0.35	0.59	- 0.59
	Z3		- 1.00	1.30	1.30	0.35	0.59	- 0.59
	Z4		- 1.00	1.30	1.30	0.35	0.59	- 0.59

	C1		- 1.00	0.25	0.25	2.70	0.17	- 0.17
	C2		- 1.00	0.25	0.25	2.70	0.17	- 0.17
	C3		- 1.00	0.25	0.25	2.70	0.17	- 0.17
	C4		- 1.00	0.25	0.25	2.70	0.17	- 0.17
6	H.A. PARA COLUMNA	m³						4.43
	cimentación a Nivel Terreno							
	C1		1.00	0.25	0.25	2.70	0.17	0.17
	C2		1.00	0.25	0.25	2.70	0.17	0.17
	C3		1.00	0.25	0.25	2.70	0.17	0.17
	C4		1.00	0.25	0.25	2.70	0.17	0.17
	Nivel Terreno a nivel + 3							
	C1		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C2		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C3		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C4		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	Nivel +3 a Nivel +6							
	C1		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C2		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C3		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C4		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	Nivel +6 a Nivel +9							
	C1		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C2		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C3		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C4		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	Nivel +9 a Nivel +12							
	C1		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C2		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C3		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C4		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	Nivel +12 a Base de tanque							
	C1		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C2		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C3		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C4		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
7	H.A. PARA VIGA	m³						7.22

	cimentación a Nivel Terreno							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	Nivel Terreno a nivel + 3							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	Nivel +3 a Nivel +6							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	Nivel +6 a Nivel +9							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	Nivel +9 a Nivel +12							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	Nivel +12 a Base de tanque							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
8	H.A. PARA LOSA	m³						7.27
	BASE TANQUE		1.00	4.80	4.80	0.20	4.61	4.61
	TAPA TANQUE		1.00	4.80	4.80	0.15	3.46	3.46
	descuento							
	C1		- 1.00	0.25	0.25	0.20	0.01	- 0.01
	C2		- 1.00	0.25	0.25	0.20	0.01	- 0.01
	C3		- 1.00	0.25	0.25	0.20	0.01	- 0.01
	C4		- 1.00	0.25	0.25	0.20	0.01	- 0.01

	V1		- 1.00	4.30	0.20	0.20	0.17	- 0.17
	V2		- 1.00	4.30	0.20	0.20	0.17	- 0.17
	V3		- 1.00	4.30	0.20	0.20	0.17	- 0.17
	V4		- 1.00	4.30	0.20	0.20	0.17	- 0.17
	TAPA METALICA		- 1.00	0.60	0.60	0.15	0.05	- 0.05
9	H.A. PARA MUROS	m³						6.81
	MURO LATERAL 1		1.00	4.40	0.20	1.85	1.63	1.63
	MURO LATERAL 2		1.00	4.40	0.20	1.85	1.63	1.63
	MURO LATERAL 3		1.00	4.80	0.20	1.85	1.78	1.78
	MURO LATERAL 4		1.00	4.80	0.20	1.85	1.78	1.78
10	REVOQUE Y ENLUCIDO DE MORT.C/ADITIV IMPER	m²						70.92
	BASE TANQUE		1.00	4.40	4.40		19.36	19.36
	TAPA TANQUE		1.00	4.40	4.40		19.36	19.36
	descuento							
	TAPA METALICA		- 1.00	0.60	0.60		0.36	- 0.36
	MURO LATERAL 1		1.00	4.40		1.85	8.14	8.14
	MURO LATERAL 2		1.00	4.40		1.85	8.14	8.14
	MURO LATERAL 3		1.00	4.40		1.85	8.14	8.14
	MURO LATERAL 4		1.00	4.40		1.85	8.14	8.14

Cómputos métricos de 3 de Junio:

N°	DESCRIPCIÓN	UNID.	N° VECES	DIMENSIONES (m)			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
	M03 - TANQUE 3 DE JUNIO							
1	REPLANTEO Y CONTROL DE ESTRUCTURAS	m²						49.00
			1.00	7.00	7.00		49.00	49.00
2	EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA	m³						73.23
	Z1		1.00	2.45	2.45	3.05	18.31	18.31
	Z2		1.00	2.45	2.45	3.05	18.31	18.31
	Z3		1.00	2.45	2.45	3.05	18.31	18.31
	Z4		1.00	2.45	2.45	3.05	18.31	18.31
3	HORMIGON SIMPLE	m³						1.20
	Z1		1.00	2.45	2.45	0.05	0.30	0.30
	Z2		1.00	2.45	2.45	0.05	0.30	0.30
	Z3		1.00	2.45	2.45	0.05	0.30	0.30
	Z4		1.00	2.45	2.45	0.05	0.30	0.30
4	H.A. PARA ZAPATA	m³						7.20
	Z1		1.00	2.45	2.45	0.30	1.80	1.80
	Z2		1.00	2.45	2.45	0.30	1.80	1.80
	Z3		1.00	2.45	2.45	0.30	1.80	1.80
	Z4		1.00	2.45	2.45	0.30	1.80	1.80
5	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL SIN MATERIAL	m³						64.15
	Z1		1.00	2.45	2.45	3.05	18.31	18.31
	Z2		1.00	2.45	2.45	3.05	18.31	18.31
	Z3		1.00	2.45	2.45	3.05	18.31	18.31
	Z4		1.00	2.45	2.45	3.05	18.31	18.31
	descuento							
	Z1		- 1.00	2.45	2.45	0.35	2.10	- 2.10
	Z2		- 1.00	2.45	2.45	0.35	2.10	- 2.10
	Z3		- 1.00	2.45	2.45	0.35	2.10	- 2.10
	Z4		- 1.00	2.45	2.45	0.35	2.10	- 2.10

	C1		- 1.00	0.25	0.25	2.70	0.17	- 0.17
	C2		- 1.00	0.25	0.25	2.70	0.17	- 0.17
	C3		- 1.00	0.25	0.25	2.70	0.17	- 0.17
	C4		- 1.00	0.25	0.25	2.70	0.17	- 0.17
6	H.A. PARA COLUMNA	m³						4.43
	cimentación a Nivel Terreno							
	C1		1.00	0.25	0.25	2.70	0.17	0.17
	C2		1.00	0.25	0.25	2.70	0.17	0.17
	C3		1.00	0.25	0.25	2.70	0.17	0.17
	C4		1.00	0.25	0.25	2.70	0.17	0.17
	Nivel Terreno a nivel + 3							
	C1		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C2		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C3		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C4		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	Nivel +3 a Nivel +6							
	C1		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C2		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C3		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C4		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	Nivel +6 a Nivel +9							
	C1		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C2		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C3		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C4		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	Nivel +9 a Nivel +12							
	C1		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C2		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C3		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C4		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	Nivel +12 a Base de tanque							
	C1		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C2		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C3		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C4		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
7	H.A. PARA VIGA	m³						7.22

	cimentación a Nivel Terreno							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	Nivel Terreno a nivel + 3							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	Nivel +3 a Nivel +6							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	Nivel +6 a Nivel +9							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	Nivel +9 a Nivel +12							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	Nivel +12 a Base de tanque							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
8	H.A. PARA LOSA	m³						7.27
	BASE TANQUE		1.00	4.80	4.80	0.20	4.61	4.61
	TAPA TANQUE		1.00	4.80	4.80	0.15	3.46	3.46
	descuento							
	C1		- 1.00	0.25	0.25	0.20	0.01	- 0.01
	C2		- 1.00	0.25	0.25	0.20	0.01	- 0.01
	C3		- 1.00	0.25	0.25	0.20	0.01	- 0.01

	C4		- 1.00	0.25	0.25	0.20	0.01	- 0.01
	V1		- 1.00	4.30	0.20	0.20	0.17	- 0.17
	V2		- 1.00	4.30	0.20	0.20	0.17	- 0.17
	V3		- 1.00	4.30	0.20	0.20	0.17	- 0.17
	V4		- 1.00	4.30	0.20	0.20	0.17	- 0.17
	TAPA METALICA		- 1.00	0.60	0.60	0.15	0.05	- 0.05
9	H.A. PARA MUROS	m³						6.81
	MURO LATERAL 1		1.00	4.40	0.20	1.85	1.63	1.63
	MURO LATERAL 2		1.00	4.40	0.20	1.85	1.63	1.63
	MURO LATERAL 3		1.00	4.80	0.20	1.85	1.78	1.78
	MURO LATERAL 4		1.00	4.80	0.20	1.85	1.78	1.78
10	REVOQUE Y ENLUCIDO DE MORT.C/ADITIV IMPER	m²						70.92
	BASE TANQUE		1.00	4.40	4.40		19.36	19.36
	TAPA TANQUE		1.00	4.40	4.40		19.36	19.36
	descuento							
	TAPA METALICA		- 1.00	0.60	0.60		0.36	- 0.36
	MURO LATERAL 1		1.00	4.40		1.85	8.14	8.14
	MURO LATERAL 2		1.00	4.40		1.85	8.14	8.14
	MURO LATERAL 3		1.00	4.40		1.85	8.14	8.14
	MURO LATERAL 4		1.00	4.40		1.85	8.14	8.14

Cómputos métricos de San Cristóbal:

N°	DESCRIPCIÓN	UNID.	N° VECES	DIMENSIONES (m)			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
	M04 - TANQUE SAN CRISTOBAL							
1	REPLANTEO Y CONTROL DE ESTRUCTURAS	m²						37.21
			1.00	6.10	6.10		37.21	37.21
2	EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA	m³						22.58
	Z1		1.00	1.55	1.55	2.35	5.65	5.65
	Z2		1.00	1.55	1.55	2.35	5.65	5.65
	Z3		1.00	1.55	1.55	2.35	5.65	5.65
	Z4		1.00	1.55	1.55	2.35	5.65	5.65
3	HORMIGON SIMPLE	m³						0.48
	Z1		1.00	1.55	1.55	0.05	0.12	0.12
	Z2		1.00	1.55	1.55	0.05	0.12	0.12
	Z3		1.00	1.55	1.55	0.05	0.12	0.12
	Z4		1.00	1.55	1.55	0.05	0.12	0.12
4	H.A. PARA ZAPATA	m³						2.88
	Z1		1.00	1.55	1.55	0.30	0.72	0.72
	Z2		1.00	1.55	1.55	0.30	0.72	0.72
	Z3		1.00	1.55	1.55	0.30	0.72	0.72
	Z4		1.00	1.55	1.55	0.30	0.72	0.72
5	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL SIN MATERIAL	m³						18.72
	Z1		1.00	1.55	1.55	2.35	5.65	5.65
	Z2		1.00	1.55	1.55	2.35	5.65	5.65
	Z3		1.00	1.55	1.55	2.35	5.65	5.65
	Z4		1.00	1.55	1.55	2.35	5.65	5.65
	descuento							
	Z1		- 1.00	1.55	1.55	0.35	0.84	- 0.84
	Z2		- 1.00	1.55	1.55	0.35	0.84	- 0.84
	Z3		- 1.00	1.55	1.55	0.35	0.84	- 0.84
	Z4		- 1.00	1.55	1.55	0.35	0.84	- 0.84

	C1		- 1.00	0.25	0.25	2.00	0.13	- 0.13
	C2		- 1.00	0.25	0.25	2.00	0.13	- 0.13
	C3		- 1.00	0.25	0.25	2.00	0.13	- 0.13
	C4		- 1.00	0.25	0.25	2.00	0.13	- 0.13
6	H.A. PARA COLUMNA	m³						4.25
	cimentación a Nivel Terreno							
	C1		1.00	0.25	0.25	2.00	0.13	0.13
	C2		1.00	0.25	0.25	2.00	0.13	0.13
	C3		1.00	0.25	0.25	2.00	0.13	0.13
	C4		1.00	0.25	0.25	2.00	0.13	0.13
	Nivel Terreno a nivel + 3							
	C1		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C2		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C3		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C4		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	Nivel +3 a Nivel +6							
	C1		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C2		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C3		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C4		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	Nivel +6 a Nivel +9							
	C1		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C2		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C3		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C4		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	Nivel +9 a Nivel +12							
	C1		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C2		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C3		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C4		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	Nivel +12 a Base de tanque							
	C1		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C2		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C3		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C4		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
7	H.A. PARA VIGA	m³						7.22
	cimentación a Nivel Terreno							

	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	Nivel Terreno a nivel + 3							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	Nivel +3 a Nivel +6							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	Nivel +6 a Nivel +9							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	Nivel +9 a Nivel +12							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	Nivel +12 a Base de tanque							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
8	H.A. PARA LOSA	m³						7.27
	BASE TANQUE		1.00	4.80	4.80	0.20	4.61	4.61
	TAPA TANQUE		1.00	4.80	4.80	0.15	3.46	3.46
	descuento							
	C1	-	1.00	0.25	0.25	0.20	0.01	- 0.01
	C2	-	1.00	0.25	0.25	0.20	0.01	- 0.01
	C3	-	1.00	0.25	0.25	0.20	0.01	- 0.01
	C4	-	1.00	0.25	0.25	0.20	0.01	- 0.01
	V1	-	1.00	4.30	0.20	0.20	0.17	- 0.17

	V2		- 1.00	4.30	0.20	0.20	0.17	- 0.17
	V3		- 1.00	4.30	0.20	0.20	0.17	- 0.17
	V4		- 1.00	4.30	0.20	0.20	0.17	- 0.17
	TAPA METALICA		- 1.00	0.60	0.60	0.15	0.05	- 0.05
9	H.A. PARA MUROS	m³						6.81
	MURO LATERAL 1		1.00	4.40	0.20	1.85	1.63	1.63
	MURO LATERAL 2		1.00	4.40	0.20	1.85	1.63	1.63
	MURO LATERAL 3		1.00	4.80	0.20	1.85	1.78	1.78
	MURO LATERAL 4		1.00	4.80	0.20	1.85	1.78	1.78
10	REVOQUE Y ENLUCIDO DE MORT.C/ADITIV IMPER	m²						70.92
	BASE TANQUE		1.00	4.40	4.40		19.36	19.36
	TAPA TANQUE		1.00	4.40	4.40		19.36	19.36
	descuento							
	TAPA METALICA		- 1.00	0.60	0.60		0.36	- 0.36
	MURO LATERAL 1		1.00	4.40		1.85	8.14	8.14
	MURO LATERAL 2		1.00	4.40		1.85	8.14	8.14
	MURO LATERAL 3		1.00	4.40		1.85	8.14	8.14
	MURO LATERAL 4		1.00	4.40		1.85	8.14	8.14

Cómputos métricos de 10 de Abril:

N°	DESCRIPCIÓN	UNID.	N° VECES	DIMENSIONES (m)			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
	M05 - TANQUE10 DE ABRIL							
1	REPLANTEO Y CONTROL DE ESTRUCTURAS	m²						30.80
			1.00	5.55	5.55		30.80	30.80
2	EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA	m³						12.20
	Z1		1.00	1.00	1.00	3.05	3.05	3.05
	Z2		1.00	1.00	1.00	3.05	3.05	3.05
	Z3		1.00	1.00	1.00	3.05	3.05	3.05
	Z4		1.00	1.00	1.00	3.05	3.05	3.05
3	HORMIGON SIMPLE	m³						0.21
	Z1		1.00	1.00	1.00	0.05	0.05	0.05
	Z2		1.00	1.00	1.00	0.05	0.05	0.05
	Z3		1.00	1.00	1.00	0.05	0.05	0.05
	Z4		1.00	1.00	1.00	0.05	0.05	0.05
4	H.A. PARA ZAPATA	m³						1.20
	Z1		1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.30
	Z2		1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.30
	Z3		1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.30
	Z4		1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.30
5	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL SIN MATERIAL	m³						10.13
	Z1		1.00	1.00	1.00	3.05	3.05	3.05
	Z2		1.00	1.00	1.00	3.05	3.05	3.05
	Z3		1.00	1.00	1.00	3.05	3.05	3.05
	Z4		1.00	1.00	1.00	3.05	3.05	3.05
	descuento							
	Z1		- 1.00	1.00	1.00	0.35	0.35	- 0.35
	Z2		- 1.00	1.00	1.00	0.35	0.35	- 0.35
	Z3		- 1.00	1.00	1.00	0.35	0.35	- 0.35
	Z4		- 1.00	1.00	1.00	0.35	0.35	- 0.35

	C1		- 1.00	0.25	0.25	2.70	0.17	- 0.17
	C2		- 1.00	0.25	0.25	2.70	0.17	- 0.17
	C3		- 1.00	0.25	0.25	2.70	0.17	- 0.17
	C4		- 1.00	0.25	0.25	2.70	0.17	- 0.17
6	H.A. PARA COLUMNA	m³						4.43
	cimentación a Nivel Terreno							
	C1		1.00	0.25	0.25	2.70	0.17	0.17
	C2		1.00	0.25	0.25	2.70	0.17	0.17
	C3		1.00	0.25	0.25	2.70	0.17	0.17
	C4		1.00	0.25	0.25	2.70	0.17	0.17
	Nivel Terreno a nivel + 3							
	C1		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C2		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C3		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C4		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	Nivel +3 a Nivel +6							
	C1		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C2		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C3		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C4		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	Nivel +6 a Nivel +9							
	C1		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C2		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C3		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C4		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	Nivel +9 a Nivel +12							
	C1		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C2		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C3		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C4		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	Nivel +12 a Base de tanque							
	C1		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C2		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C3		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
	C4		1.00	0.25	0.25	3.00	0.19	0.19
7	H.A. PARA VIGA	m³						7.22

	cimentación a Nivel Terreno							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	Nivel Terreno a nivel + 3							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	Nivel +3 a Nivel +6							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	Nivel +6 a Nivel +9							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	Nivel +9 a Nivel +12							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	Nivel +12 a Base de tanque							
	V1		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V2		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V3		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
	V4		1.00	4.30	0.20	0.35	0.30	0.30
8	H.A. PARA LOSA	m³						7.27
	BASE TANQUE		1.00	4.80	4.80	0.20	4.61	4.61
	TAPA TANQUE		1.00	4.80	4.80	0.15	3.46	3.46
	descuento							
	C1	-	1.00	0.25	0.25	0.20	0.01	- 0.01
	C2	-	1.00	0.25	0.25	0.20	0.01	- 0.01
	C3	-	1.00	0.25	0.25	0.20	0.01	- 0.01

	C4		- 1.00	0.25	0.25	0.20	0.01	- 0.01
	V1		- 1.00	4.30	0.20	0.20	0.17	- 0.17
	V2		- 1.00	4.30	0.20	0.20	0.17	- 0.17
	V3		- 1.00	4.30	0.20	0.20	0.17	- 0.17
	V4		- 1.00	4.30	0.20	0.20	0.17	- 0.17
	TAPA METALICA		- 1.00	0.60	0.60	0.15	0.05	- 0.05
9	H.A. PARA MUROS	m³						6.81
	MURO LATERAL 1		1.00	4.40	0.20	1.85	1.63	1.63
	MURO LATERAL 2		1.00	4.40	0.20	1.85	1.63	1.63
	MURO LATERAL 3		1.00	4.80	0.20	1.85	1.78	1.78
	MURO LATERAL 4		1.00	4.80	0.20	1.85	1.78	1.78
10	REVOQUE Y ENLUCIDO DE MORT.C/ADITIV IMPER	m²						70.92
	BASE TANQUE		1.00	4.40	4.40		19.36	19.36
	TAPA TANQUE		1.00	4.40	4.40		19.36	19.36
	descuento							
	TAPA METALICA		- 1.00	0.60	0.60		0.36	- 0.36
	MURO LATERAL 1		1.00	4.40		1.85	8.14	8.14
	MURO LATERAL 2		1.00	4.40		1.85	8.14	8.14
	MURO LATERAL 3		1.00	4.40		1.85	8.14	8.14
	MURO LATERAL 4		1.00	4.40		1.85	8.14	8.14

ANEXO 9

PRECIOS UNITARIOS

Se presenta un único análisis de precios unitarios, ya que las estructuras de los tanques son similares. Las diferencias se encuentran únicamente en las zapatas, debido a variaciones en las secciones y en el armado según las características del suelo.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto: Diseño Estructural de Cinco Tanques Elevados			Actividad N°		1	
Actividad: Replanteo y Control de Estructuras			Cantidad:		1.00	
Unidad: m²			Moneda.		Bs	
Descripción		Unidad	Cantidad o Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total	
1.- Materiales						
1	Estaca de Madera	pza	0.320	2.500	0.800	
2	Listón de Madera Ochoo 2x2"	ml	0.160	3.500	0.560	
3	Clavo	kg	0.100	11.500	1.150	
4	Pintura al Óleo	lit	0.200	45.000	9.000	
5	Hilo Plástico	rollo	0.200	15.000	3.000	
6	Yeso	kg	1.527	0.550	0.840	
Total Materiales					15.350	
2.- Mano de Obra						
1	Topógrafo	hr	0.1375	20.00	2.75	
2	Alarife	hr	0.0500	15.00	0.75	
Sub total M.O.					3.5	
Cargas Sociales 55% del sub total M. O.					1.93	
Impuestos IVA M.O. = 14,94% (del Sub Total de M. O. + Cargas Sociales)					0.81	
Total Mano de Obra					6.24	
3.- Equipo, Maquinaria y Herramientas						
1	Equipo Topográfico	hr	0.1750	20	3.5	
Herramientas Menores 5 % de la mano de obra					5%	0.312
Total Eq, Maq. y Herr.					3.812	
4.- Gastos Generales y Administrativos						
Gastos Generales 10% (1+2+3)				10%	2.540	
5.- Utilidad						
Utilidad 10% (1+2+3+4)				10%	2.794	
6.- Impuestos						
Impuestos I. T. 3,09% (1+2+3+4+5)				3.09%	0.950	
Total Ítem Precio Unitario					31.68	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Proyecto: Diseño Estructural de Cinco Tanques Elevados			Actividad N°	2	
Actividad:	Excavación con Retroexcavadora		Cantidad:	1.00	
Unidad:	m³		Moneda.	Bs	
Descripción		Unidad	Cantidad o Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1.- Materiales					
Total Materiales					0.000
2.- Mano de Obra					
1	Especialista	hr	0.0700	23.00	1.61
2	Ayudante	hr	0.0500	15.00	0.75
Sub total M.O.					2.36
Cargas Sociales 55% del sub total M. O.					1.30
Impuestos IVA M.O. = 14,94% (del Sub Total de M. O. + Cargas Sociales)					0.55
Total Mano de Obra					4.20
3.- Equipo, Maquinaria y Herramientas					
1	Retroexcavadora	hr	0.0600	230	13.80
2	Volqueta	hr	0.0800	160	12.80
Herramientas Menores 5 % de la mano de obra					5% 0.210
Total Eq, Maq. y Herr.					26.81
4.- Gastos Generales y Administrativos					
Gastos Generales 10% (1+2+3)				10%	3.101
5.- Utilidad					
Utilidad 10% (1+2+3+4)				10%	3.412
6.- Impuestos					
Impuestos I. T. 3,09% (1+2+3+4+5)				3.09%	1.160
Total Ítem Precio Unitario					38.69

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Proyecto: Diseño Estructural de Cinco Tanques Elevados			Actividad N°	3	
Actividad:	Hormigón Simple		Cantidad:	1.00	
Unidad:	m³		Moneda.	Bs	
Descripción		Unidad	Cantidad o Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1.- Materiales					
1	Cemento	kg	200.000	0.920	184.000
2	Arena	m³	0.560	120.000	67.200
3	Grava	m³	0.800	110.000	88.000
Total Materiales					339.200
2.- Mano de Obra					
1	Albañil	hr	2.0000	18.75	37.50
2	Ayudante		2.0000	15.00	30.00
3	Peón	hr	12.0000	12.50	150.00
Sub total M.O.					217.5
Cargas Sociales 55% del sub total M. O.					119.63
Impuestos IVA M.O. = 14,94% (del Sub Total de M. O. + Cargas Sociales)					50.37
Total Mano de Obra					387.49
3.- Equipo, Maquinaria y Herramientas					
1	Mezcladora	hr	0.7000	12.5	8.75
Herramientas Menores 5 % de la mano de obra				5%	19.375
Total Eq, Maq. y Herr.					28.125
4.- Gastos Generales y Administrativos					
Gastos Generales 10% (1+2+3)				10%	75.482
5.- Utilidad					
Utilidad 10% (1+2+3+4)				10%	83.030
6.- Impuestos					
Impuestos I. T. 3,09% (1+2+3+4+5)				3.09%	28.222
Total Ítem Precio Unitario					941.55

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto: Diseño Estructural de Cinco Tanques Elevados			Actividad N°		4	
Actividad:	H.A. para Zapata		Cantidad:		1.00	
Unidad:	m³		Moneda.		Bs	
Descripción		Unidad	Cantidad o Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total	
1.- Materiales						
1	Cemento Portland IP-30	kg	385.000	0.950	365.750	
2	Fierro corrugado	kg	46.000	16.70	358.800	
3	Grava común	m³	0.450	120.000	54.000	
4	Arena común	m³	0.950	120.000	114.000	
5	Madera de const.	pie²	25.000	8.000	200.000	
6	Clavos	kg	1.200	12.500	15.000	
7	Alambre de amarre	kg	1.000	12.000	12.000	
Total Materiales					1119.550	
2.- Mano de Obra						
1	Albañil	hr	12.0000	18.75	225	
2	Ayudante	hr	18.0000	15.00	270	
3	Encofrador	hr	10.0000	18.75	187.5	
4	Armador	hr	10.0000	18.75	187.5	
Sub total M.O.					870	
Cargas Sociales 55% del sub total M. O.					478.50	
Impuestos IVA M.O. = 14,94% (del Sub Total de M. O. + Cargas Sociales)					201.47	
Total Mano de Obra					1549.97	
3.- Equipo, Maquinaria y Herramientas						
1	Mezcladora	hr	0.4000	12.5	5.00	
2	Vibradora	hr	0.4000	12.5	5.00	
Herramientas Menores 5 % de la mano de obra					5%	77.498
Total Eq, Maq. y Herr.					87.498	
4.- Gastos Generales y Administrativos						
Gastos Generales 10% (1+2+3)				10%	275.701	
5.- Utilidad						
Utilidad 10% (1+2+3+4)				10%	303.272	
6.- Impuestos						
Impuestos I. T. 3,09% (1+2+3+4+5)				3.09%	103.082	
Total Ítem Precio Unitario					3439.07	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Proyecto: Diseño Estructural de Cinco Tanques Elevados				Actividad N°	5
Actividad:	Relleno y Compactado Manual (sin material)			Cantidad:	1.00
Unidad:	m³			Moneda.	Bs
Descripción		Unidad	Cantidad o Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1.- Materiales					
Total Materiales					0.000
2.- Mano de Obra					
1	Peon	hr	2.0000	12.50	25.00
Sub total M.O.					25.00
Cargas Sociales 55% del sub total M. O.					13.75
Impuestos IVA M.O. = 14,94% (del Sub Total de M. O. + Cargas Sociales)					5.79
Total Mano de Obra					44.54
3.- Equipo, Maquinaria y Herramientas					
1	Compactador Manual	hr	2.0000	5.00	10.00
Herramientas Menores 5 % de la mano de obra					5% 2.227
Total Eq, Maq. y Herr.					12.23
4.- Gastos Generales y Administrativos					
Gastos Generales 10% (1+2+3)				10%	5.677
5.- Utilidad					
Utilidad 10% (1+2+3+4)				10%	6.244
6.- Impuestos					
Impuestos I. T. 3,09% (1+2+3+4+5)				3.09%	2.122
Total Ítem Precio Unitario					70.81

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto: Diseño Estructural de Cinco Tanques Elevados			Actividad N°	6		
Actividad:	H.A. para Columnas		Cantidad:	1.00		
Unidad:	m³		Moneda.	Bs		
Descripción		Unidad	Cantidad o Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total	
1.- Materiales						
1	Cemento Portland IP-30	kg	385.000	0.950	365.750	
2	Fierro corrugado	kg	96.000	16.70	748.800	
3	Grava común	m³	0.450	120.000	54.000	
4	Arena común	m³	0.920	120.000	110.400	
5	Madera de const.	pie²	80.000	8.000	640.000	
6	Clavos	kg	2.000	12.500	25.000	
7	Alambre de amarre	kg	2.000	12.000	24.000	
Total Materiales					1967.950	
2.- Mano de Obra						
1	Albañil	hr	10.0000	18.75	187.5	
2	Ayudante	hr	20.0000	15.00	300	
3	Encofrador	hr	10.0000	18.75	187.5	
4	Armador	hr	16.0000	18.75	300	
Sub total M.O.					975	
Cargas Sociales 55% del sub total M. O.					536.25	
Impuestos IVA M.O. = 14,94% (del Sub Total de M. O. + Cargas Sociales)					225.78	
Total Mano de Obra					1737.03	
3.- Equipo, Maquinaria y Herramientas						
1	Mezcladora	hr	0.4000	12.5	5.00	
2	Vibradora	hr	0.4000	12.5	5.00	
Herramientas Menores 5 % de la mano de obra					5%	86.852
Total Eq, Maq. y Herr.					96.852	
4.- Gastos Generales y Administrativos						
Gastos Generales 10% (1+2+3)				10%	380.183	
5.- Utilidad						
Utilidad 10% (1+2+3+4)				10%	418.202	
6.- Impuestos						
Impuestos I. T. 3,09% (1+2+3+4+5)				3.09%	142.147	
Total Ítem Precio Unitario					4742.36	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto: Diseño Estructural de Cinco Tanques Elevados			Actividad N°	7		
Actividad:	H.A. para Vigas		Cantidad:	1.00		
Unidad:	m³		Moneda:	Bs		
Descripción		Unidad	Cantidad o Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total	
1.- Materiales						
1	Cemento Portland IP-30	kg	385.000	0.950	365.750	
2	Fierro corrugado	kg	83.000	16.70	647.400	
3	Grava común	m³	0.450	120.000	54.000	
4	Arena común	m³	0.920	120.000	110.400	
5	Madera de const.	pie²	70.000	8.000	560.000	
6	Clavos	kg	2.000	12.500	25.000	
7	Alambre de amarre	kg	2.000	12.000	24.000	
Total Materiales					1786.550	
2.- Mano de Obra						
1	Albañil	hr	18.0000	18.75	337.5	
2	Ayudante	hr	12.0000	18.75	225	
3	Encofrador	hr	10.0000	18.75	187.5	
4	Armador	hr	20.0000	15.00	300	
Sub total M.O.					1050	
Cargas Sociales 55% del sub total M. O.					577.50	
Impuestos IVA M.O. = 14,94% (del Sub Total de M. O. + Cargas Sociales)					243.15	
Total Mano de Obra					1870.65	
3.- Equipo, Maquinaria y Herramientas						
1	Mezcladora	hr	0.4000	12.5	5.00	
2	Vibradora	hr	0.4000	12.5	5.00	
Herramientas Menores 5 % de la mano de obra					5%	93.532
Total Eq, Maq. y Herr.					103.532	
4.- Gastos Generales y Administrativos						
Gastos Generales 10% (1+2+3)				10%	376.073	
5.- Utilidad						
Utilidad 10% (1+2+3+4)				10%	413.680	
6.- Impuestos						
Impuestos I. T. 3,09% (1+2+3+4+5)				3.09%	140.610	
Total Ítem Precio Unitario					4691.09	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto: Diseño Estructural de Cinco Tanques Elevados			Actividad N°	8		
Actividad:	H.A. para Losas		Cantidad:	1.00		
Unidad:	m³		Moneda:	Bs		
Descripción		Unidad	Cantidad o Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total	
1.- Materiales						
1	Cemento Portland IP-30	kg	385.000	0.950	365.750	
2	Fierro corrugado	kg	74.000	16.70	577.200	
3	Grava común	m³	0.450	120.000	54.000	
4	Arena común	m³	0.920	120.000	110.400	
5	Madera de const.	pie²	100.000	8.000	800.000	
6	Clavos	kg	2.000	12.500	25.000	
7	Alambre de amarre	kg	2.000	12.000	24.000	
Total Materiales					1956.350	
2.- Mano de Obra						
1	Albañil	hr	18.0000	18.75	337.5	
2	Ayudante	hr	10.0000	18.75	187.5	
3	Encofrador	hr	8.0000	18.75	150	
4	Armador	hr	18.0000	15.00	270	
Sub total M.O.					945	
Cargas Sociales 55% del sub total M. O.					519.75	
Impuestos IVA M.O. = 14,94% (del Sub Total de M. O. + Cargas Sociales)					218.83	
Total Mano de Obra					1683.58	
3.- Equipo, Maquinaria y Herramientas						
1	Mezcladora	hr	0.4000	12.5	5.00	
2	Vibradora	hr	0.4000	12.5	5.00	
Herramientas Menores 5 % de la mano de obra					5%	84.179
Total Eq, Maq. y Herr.					94.179	
4.- Gastos Generales y Administrativos						
Gastos Generales 10% (1+2+3)				10%	373.411	
5.- Utilidad						
Utilidad 10% (1+2+3+4)				10%	410.752	
6.- Impuestos						
Impuestos I. T. 3,09% (1+2+3+4+5)				3.09%	139.615	
Total Ítem Precio Unitario					4657.89	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto: Diseño Estructural de Cinco Tanques Elevados			Actividad N°	9		
Actividad: H.A. para Muros			Cantidad:	1.00		
Unidad: m³			Moneda:	Bs		
Descripción		Unidad	Cantidad o Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total	
1.- Materiales						
1	Cemento Portland IP-30	kg	385.000	0.950	365.750	
2	Fierro corrugado	kg	94.000	16.70	733.200	
3	Grava común	m³	0.450	120.000	54.000	
4	Arena común	m³	0.920	120.000	110.400	
5	Madera de const.	pie²	80.000	8.000	640.000	
6	Clavos	kg	2.000	12.500	25.000	
7	Alambre de amarre	kg	2.000	12.000	24.000	
Total Materiales					1952.350	
2.- Mano de Obra						
1	Albañil	hr	20.0000	18.75	375	
2	Ayudante	hr	10.0000	18.75	187.5	
3	Encofrador	hr	10.0000	18.75	187.5	
4	Armador	hr	20.0000	15.00	300	
Sub total M.O.					1050	
Cargas Sociales 55% del sub total M. O.					577.50	
Impuestos IVA M.O. = 14,94% (del Sub Total de M. O. + Cargas Sociales)					243.15	
Total Mano de Obra					1870.65	
3.- Equipo, Maquinaria y Herramientas						
1	Mezcladora	hr	0.4000	12.5	5.00	
2	Vibradora	hr	0.4000	12.5	5.00	
Herramientas Menores 5 % de la mano de obra					5%	93.532
Total Eq, Maq. y Herr.					103.532	
4.- Gastos Generales y Administrativos						
Gastos Generales 10% (1+2+3)				10%	392.653	
5.- Utilidad						
Utilidad 10% (1+2+3+4)				10%	431.918	
6.- Impuestos						
Impuestos I. T. 3,09% (1+2+3+4+5)				3.09%	146.809	
Total Ítem Precio Unitario					4897.91	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Proyecto: Diseño Estructural de Cinco Tanques Elevados				Actividad N°	10
Actividad: Revoque y Enlucido de Mort.c/aditiv imper.				Cantidad:	1.00
Unidad: m²				Moneda.	Bs
Descripción		Unidad	Cantidad o Rendimiento	Precio Unitario	Costo Total
1.- Materiales					
1	Cemento Portland IP-30	kg	12.000	0.950	11.400
2	Arena fina	m³	0.040	100.000	4.000
3	Sika 1 impermeabilizante	kg	0.500	8.700	4.350
4	Cal	kg	5.000	2.300	11.500
Total Materiales					31.250
2.- Mano de Obra					
1	Albañil	hr	2.5000	18.75	46.875
2	Ayudante	hr	2.5000	15.00	37.5
Sub total M.O.					84.375
Cargas Sociales 55% del sub total M. O.					46.41
Impuestos IVA M.O. = 14,94% (del Sub Total de M. O. + Cargas Sociales)					19.54
Total Mano de Obra					150.32
3.- Equipo, Maquinaria y Herramientas					
Herramientas Menores 5 % de la mano de obra				5%	7.516
Total Eq, Maq. y Herr.					7.516
4.- Gastos Generales y Administrativos					
Gastos Generales 10% (1+2+3)				10%	18.909
5.- Utilidad					
Utilidad 10% (1+2+3+4)				10%	20.799
6.- Impuestos					
Impuestos I. T. 3,09% (1+2+3+4+5)				3.09%	7.070
Total Ítem Precio Unitario					235.86

ANEXO 10

PRESUPUESTO GENERAL

Presupuesto general según CBH-87

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Prec.Unit.	Prec. Total
>	M01 - TANQUE VILLA ESPERANZA				146,645.96
1	Replanteo y control de estructuras	m ²	33.06	31.68	1,047.34
2	Excavación con retroexcavadora	m ³	14.11	38.69	545.92
3	Hormigón simple	m ³	0.29	941.55	273.05
4	H.A. para zapata	m ³	1.73	3,380.69	5,848.59
5	Relleno y compactado manual (sin material)	m ³	11.57	70.81	819.27
6	H.A. para columna	m ³	4.28	4,742.36	20,297.30
7	H. A. para viga	m ³	7.22	4,691.09	33,869.67
8	H. A. para losa	m ³	7.27	4,657.89	33,862.86
9	H.A. para muros	m ³	6.81	4,897.91	33,354.77
10	Revoque y enlucido de mort.c/aditiv imper	m ²	70.92	235.86	16,727.19
>	M02 - TANQUE 29 DE ABRIL				149,014.28
11	Replanteo y control de estructuras	m ²	34.22	31.68	1,084.09
12	Excavación con retroexcavadora	m ³	20.62	38.69	797.79
13	Hormigón simple	m ³	0.34	941.55	320.13
14	H.A. para zapata	m ³	2.03	3,322.31	6,744.29
15	Relleno y compactado manual (sin material)	m ³	17.58	70.81	1,244.84
16	H.A. para columna	m ³	4.43	4,742.36	21,008.65
17	H. A. para viga	m ³	7.22	4,691.09	33,869.67
18	H. A. para losa	m ³	7.27	4,657.89	33,862.86
19	H.A. para muros	m ³	6.81	4,897.91	33,354.77
20	Revoque y enlucido de mort.c/aditiv imper	m ²	70.92	235.86	16,727.19
>	M03 - TANQUE 3 DE JUNIO				172,591.52
21	Replanteo y control de estructuras	m ²	49.00	31.68	1,552.32
22	Excavación con retroexcavadora	m ³	73.23	38.69	2,833.27
23	Hormigón simple	m ³	1.20	941.55	1,129.86
24	H.A. para zapata	m ³	7.20	3,293.12	23,710.46
25	Relleno y compactado manual (sin material)	m ³	64.15	70.81	4,542.46
26	H.A. para columna	m ³	4.43	4,742.36	21,008.65
27	H. A. para viga	m ³	7.22	4,691.09	33,869.67
28	H. A. para losa	m ³	7.27	4,657.89	33,862.86
29	H.A. para muros	m ³	6.81	4,897.91	33,354.77
30	Revoque y enlucido de mort.c/aditiv imper	m ²	70.92	235.86	16,727.19
>	M04 - TANQUE SAN CRISTOBAL				151,248.33
31	Replanteo y control de estructuras	m ²	37.21	31.68	1,178.81
32	Excavación con retroexcavadora	m ³	22.58	38.69	873.62
33	Hormigón simple	m ³	0.48	941.55	451.94
34	H.A. para zapata	m ³	2.88	3,273.67	9,428.17
35	Relleno y compactado manual (sin material)	m ³	18.72	70.81	1,325.56
36	H.A. para columna	m ³	4.25	4,747.23	20,175.73
37	H. A. para viga	m ³	7.22	4,691.09	33,869.67
38	H. A. para losa	m ³	7.27	4,657.89	33,862.86
39	H.A. para muros	m ³	6.81	4,897.91	33,354.77
40	Revoque y enlucido de mort.c/aditiv imper	m ²	70.92	235.86	16,727.19
>	M05 - TANQUE 10 DE ABRIL				145,312.82
41	Replanteo y control de estructuras	m ²	30.80	31.68	975.74
42	Excavación con retroexcavadora	m ³	12.20	38.69	472.02
43	Hormigón simple	m ³	0.21	941.55	197.73
44	H.A. para zapata	m ³	1.20	3,439.07	4,126.88
45	Relleno y compactado manual (sin material)	m ³	10.13	70.81	717.31
46	H.A. para columna	m ³	4.43	4,742.36	21,008.65
47	H. A. para viga	m ³	7.22	4,691.09	33,869.67
48	H. A. para losa	m ³	7.27	4,657.89	33,862.86
49	H.A. para muros	m ³	6.81	4,897.91	33,354.77
50	Revoque y enlucido de mort.c/aditiv imper	m ²	70.92	235.86	16,727.19
Total presupuesto:					764,812.90

Son: Setecientos Sesenta y Cuatro Mil Ochocientos Doce 90/100 Bolivianos

Presupuesto general según NB 1225001

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Prec.Unit.	Prec. Total
> M01 - TANQUE VILLA ESPERANZA					147,328.20
1	Replanteo y control de estructuras	m ²	33.06	31.68	1,047.34
2	Excavación con retroexcavadora	m ³	14.11	38.69	545.92
3	Hormigón simple	m ³	0.29	941.55	273.05
4	H.A. para zapata	m ³	1.73	3,380.69	5,848.59
5	Relleno y compactado manual (sin material)	m ³	11.57	70.81	819.27
6	H.A. para columna	m ³	4.28	5,097.50	21,817.30
7	H. A. para viga	m ³	7.22	4,506.23	32,534.98
8	H. A. para losa	m ³	7.27	4,657.89	33,862.86
9	H.A. para muros	m ³	6.81	4,970.88	33,851.69
10	Revoque y enlucido de mort.c/aditiv imper	m ²	70.92	235.86	16,727.19
> M02 - TANQUE 29 DE ABRIL					149,728.21
11	Replanteo y control de estructuras	m ²	34.22	31.68	1,084.09
12	Excavación con retroexcavadora	m ³	20.62	38.69	797.79
13	Hormigón simple	m ³	0.34	941.55	320.13
14	H.A. para zapata	m ³	2.03	3,322.31	6,744.29
15	Relleno y compactado manual (sin material)	m ³	17.58	70.81	1,244.84
16	H.A. para columna	m ³	4.43	5,092.63	22,560.35
17	H. A. para viga	m ³	7.22	4,506.23	32,534.98
18	H. A. para losa	m ³	7.27	4,657.89	33,862.86
19	H.A. para muros	m ³	6.81	4,970.88	33,851.69
20	Revoque y enlucido de mort.c/aditiv imper	m ²	70.92	235.86	16,727.19
> M03 - TANQUE 3 DE JUNIO					172,920.18
21	Replanteo y control de estructuras	m ²	49.00	31.68	1,552.32
22	Excavación con retroexcavadora	m ³	73.23	38.69	2,833.27
23	Hormigón simple	m ³	1.20	941.55	1,129.86
24	H.A. para zapata	m ³	7.20	3,239.61	23,325.19
25	Relleno y compactado manual (sin material)	m ³	64.15	70.81	4,542.46
26	H.A. para columna	m ³	4.43	5,092.63	22,560.35
27	H. A. para viga	m ³	7.22	4,506.23	32,534.98
28	H. A. para losa	m ³	7.27	4,657.89	33,862.86
29	H.A. para muros	m ³	6.81	4,970.88	33,851.69
30	Revoque y enlucido de mort.c/aditiv imper	m ²	70.92	235.86	16,727.19
> M04 - TANQUE SAN CRISTOBAL					151,919.86
31	Replanteo y control de estructuras	m ²	37.21	31.68	1,178.81
32	Excavación con retroexcavadora	m ³	22.58	38.69	873.62
33	Hormigón simple	m ³	0.48	941.55	451.94
34	H.A. para zapata	m ³	2.88	3,273.67	9,428.17
35	Relleno y compactado manual (sin material)	m ³	18.72	70.81	1,325.56
36	H.A. para columna	m ³	4.25	5,102.36	21,685.03
37	H. A. para viga	m ³	7.22	4,506.23	32,534.98
38	H. A. para losa	m ³	7.27	4,657.89	33,862.86
39	H.A. para muros	m ³	6.81	4,970.88	33,851.69
40	Revoque y enlucido de mort.c/aditiv imper	m ²	70.92	235.86	16,727.19
> M05 - TANQUE 10 DE ABRIL					146,026.75
41	Replanteo y control de estructuras	m ²	30.80	31.68	975.74
42	Excavación con retroexcavadora	m ³	12.20	38.69	472.02
43	Hormigón simple	m ³	0.21	941.55	197.73
44	H.A. para zapata	m ³	1.20	3,439.07	4,126.88
45	Relleno y compactado manual (sin material)	m ³	10.13	70.81	717.31
46	H.A. para columna	m ³	4.43	5,092.63	22,560.35
47	H. A. para viga	m ³	7.22	4,506.23	32,534.98
48	H. A. para losa	m ³	7.27	4,657.89	33,862.86
49	H.A. para muros	m ³	6.81	4,970.88	33,851.69
50	Revoque y enlucido de mort.c/aditiv imper	m ²	70.92	235.86	16,727.19
Total presupuesto:					767,923.20

Son: Setecientos Sesenta y Siete Mil Novecientos Veintitrés 20/100 Bolivianos

ANEXO 11

CRONOGRAMA DE

EJECUCIÓN DEL

PROYECTO

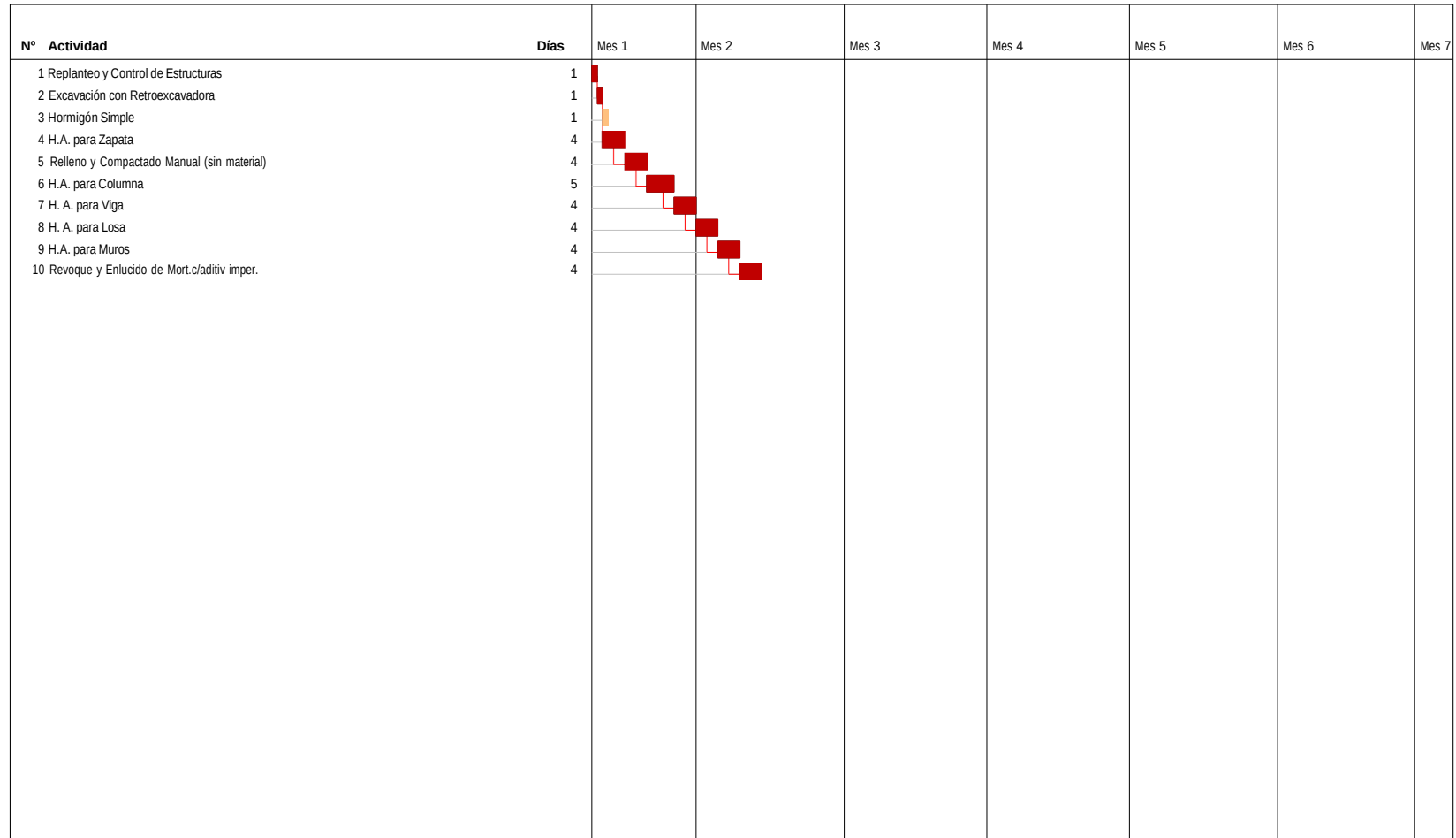
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL DE CINCO TANQUES ELEVADOS (TANQUE 3 DE JUNIO)

Cliente: Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo

Lugar: San Lorenzo - Tarija

Plazo total de ejecución: 36 Días (calendario)



 Ruta crítica