

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**“DISEÑO DE RESERVORIO N-31 CON SISTEMA CONVENCIONAL EN
CONCRETO ARMADO Y CON SISTEMA INNOVADOR DE ACERO
EMPERNADO CON RECUBRIMIENTO EPÓXICO”**

Tesis presentada por el bachiller:
Céspedes Campos, Angel Aarón
para optar el Título Profesional de:
Ingeniero Civil

Asesor: Ing. Febres Rosado, Olger

AREQUIPA - PERU

2019

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS

VISTO

El BORRADOR DE TESIS Titulado:

"Diseño de reservorio R3-31 con sistema
convencional en concreto armado y con
sistema innovador de acero emperrado con recubrimiento epóxico"

Presentado por el (la) (los) Bachiller (es):

Angel Aaron Céspedes Campos

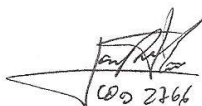
Nuestro DICTAMEN es:

APROBADO.

OBSERVACIONES:

Arequipa, 04 de Octubre del 2018

Chavez.
Cod. 1732


Cod. 2766


Cod. 1938

*Caminante, son tus huellas
el camino y nada más;
Caminante, no hay camino,
se hace camino al andar.
Al andar se hace el camino,
y al volver la vista atrás
se ve la senda que nunca
se ha de volver a pisar.
Caminante no hay camino
sino estelas en la mar.*

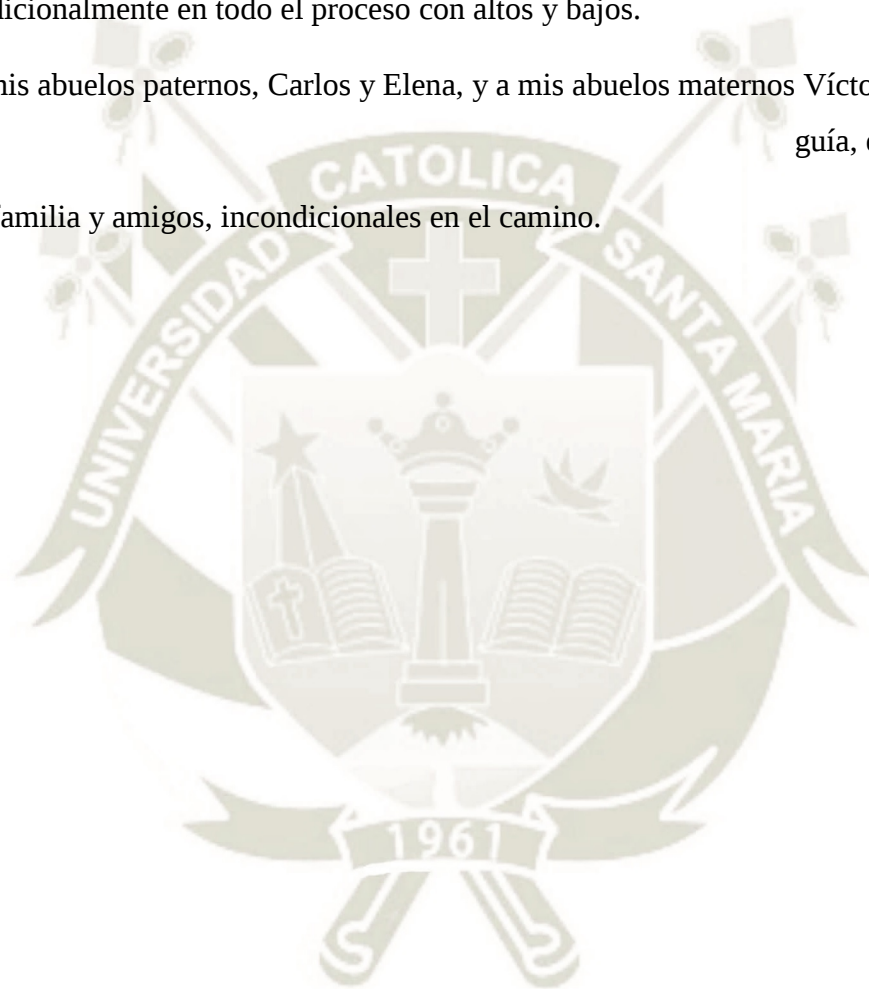
Antonio Machado



A mis padres Angel e Irma y a mi hermano Fabrizio quienes me apoyaron incondicionalmente en todo el proceso con altos y bajos.

A mis abuelos paternos, Carlos y Elena, y a mis abuelos maternos Víctor y María, por su guía, ejemplo y cariño.

A mi familia y amigos, incondicionales en el camino.



RESUMEN

El proyecto de tesis titulado: “Diseño de reservorio N-31 con sistema convencional en concreto armado y con sistema innovador de acero empernado con recubrimiento epóxico”, presenta como objetivo general: Diseñar el reservorio N-31 con sistema convencional en concreto armado y con sistema innovador de acero empernado con recubrimiento epóxico para hallar el costo de ambos sistemas y realizar una comparación con la cual podamos determinar qué sistema puede ser una mejor opción.

Se cuenta con estudios de mecánica de suelos, además del que se diseñó los diferentes elementos estructurales de ambos sistemas (muros, viga, losa de fondo, losa de techo y domo geodésico).

Para el análisis estático de ambos sistemas se usaron cargas muertas, vivas y viento en el caso del reservorio de acero empernado, también presión de agua en las paredes y fondo de losa, siendo añadidos el peso convectivo e impulsivo, generados por el agua al interior del reservorio, la cual afectará a las paredes.

En el análisis dinámico, se agregó a lo anterior el espectro de respuesta sísmica con coeficiente de reducción (R) diferente para ambos casos, para concreto armado se usó un $R_{wi} = 2$ y $R_{wc} = 1$ y para el acero empernado fue $R_{wi} = 3$ y $R_{wc} = 1$.

Se pre dimensionaron todos los elementos y fueron analizados en los programas SAP y ETABS, discretizándose los elementos shell, para su análisis y consecuente resultado, con el que se obtendrán los datos para el cálculo de acero estructural en el reservorio de concreto armado y para el diseño de uniones empernadas de planchas de acero y uniones de vigas en el domo geodésico.

Después del análisis, cálculo y diseño de los elementos, se prosiguió a realizar el presupuesto, planos y programación, con los cuales obtendremos los resultados que serán utilizados para satisfacer la hipótesis planteada.

Palabras clave: reservorio, concreto armado, acero empernado, sismo, análisis, cálculo, diseño, elementos estructurales.

ABSTRACT

The thesis project entitled: "Design of reservoir n-31 with conventional system in reinforced concrete and with innovative system of bolted steel with epoxy coating", has as a general objective: Design the reservoir N-31 with conventional system in reinforced concrete and with innovative system of bolted steel with epoxy coating to find the cost of both systems and make a comparison with which we can determine which system can be a better option.

There are studies of soil mechanics, in addition to the design of the different structural elements of both systems (walls, beam, floor slab, roof slab and geodesic dome).

For the static analysis of both systems dead, live and wind loads were used in the case of the bolted steel reservoir, also water pressure in the walls and bottom of the slab, being added the convective and impulsive weight, generated by the water inside of the reservoir, which will affect the walls.

In the dynamic analysis, the seismic response spectrum with a different reduction coefficient (R) for both cases was added to the above, for reinforced concrete an $R_{wi} = 2$ was used and $R_{wc} = 1$ and for the bolted steel it was $R_{wi} = 3$ and $R_{wc} = 1$.

All the elements were pre-dimensioned and analyzed in the SAP and ETABS programs, discretizing the shell elements, for their analysis and consequent result, with which the data will be obtained for the calculation of structural steel in the reinforced concrete reservoir and for the design of bolted joints of steel plates and beam joints in the geodesic dome.

After the analysis, calculation and design of the elements, we proceeded to make the budget, plans and programming, with which we will obtain the results that will be used to satisfy the proposed hypothesis.

Keywords: reservoir, reinforced concrete, bolted steel, earthquake, analysis, calculation, design, structural elements.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del Problema	1
1.2. Objetivos.....	1
1.2.1. General.....	1
1.2.2. Específicos.....	1
1.3. Resumen de Resultados	2
1.4. Antecedentes.....	3
1.5. Hipótesis	7
CAPÍTULO 2	8
2. Marco Teórico	8
2.1. El Agua	8
2.2. Tipos de reservorios.....	10
2.2.1. Según su función	10
2.2.2. Según su posición en el terreno	11
2.2.3. Según el material de construcción	15
2.3. Acciones y comportamiento de un reservorio	17
2.4. Normatividad para los parámetros sísmicos	21
2.5. Método estático.....	25
2.5.1. Reservorio de concreto armado	27
2.5.2. Reservorio de acero empernado	34
CAPÍTULO 3	38
3. Cálculo Hidráulico	38
3.1. Número de habitantes que requieren el servicio de abastecimiento de agua potable	38
3.2. Cálculo del caudal requerido	40
CAPÍTULO 4	42
4. Diseño de Reservorio de Concreto Armado.....	42
4.1. Reservorio de Concreto Armado	42
4.1.1. Dimensionamiento del reservorio.....	42
4.1.2. Determinación de los parámetros sísmicos	47
4.1.3. Análisis por el método estático.....	48
4.1.4. Modelamiento estructural y asignación de cargas en el software SAP2000 .	51

4.2.	Análisis e interpretación de resultados	60
4.2.1.	Desplazamientos	60
4.2.2.	Cortantes basales	60
4.2.3.	Fuerzas meridianas y paralelas en la cúpula.....	61
4.2.4.	Fuerza axial en la viga	62
4.2.5.	Fuerzas para el cálculo del muro cilíndrico	62
4.2.6.	Diseño de Cimentación.....	68
4.3.	Resultados del Diseño.....	70
CAPÍTULO 5		72
5.	Diseño de Reservoirio de Acero Empernado con Recubrimiento Epóxico.....	72
5.1.	Reservoirio de Reservoirio de Acero Empernado con Recubrimiento Epóxico.....	72
5.1.1.	Dimensionamiento del reservoirio.....	72
5.1.2.	Determinación de los parámetros sísmicos	77
5.1.3.	Análisis por el método estático.....	77
5.1.4.	Modelamiento estructural y asignación de cargas en el software SAP2000 .	84
5.1.5.	Diseño de perfiles para el domo	93
5.1.6.	Diseño de Losa de Cimentación	102
5.2.	Resultados del Diseño.....	104
CAPÍTULO 6		105
6.	Resultados y Comparaciones de los Diseños	105
6.1.	Comparación de Ambos Sistemas	105
6.2.	Comparación de Costos	106
6.3.	Comparación de Procedimientos Constructivos	109
CAPÍTULO 7		112
7.	Presupuesto.....	112
7.1.	Presupuesto Reservoirio de Concreto Armado	112
7.2.	Presupuesto Reservoirio de Acero Empernado con Recubrimiento Epóxico.....	114
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		115
ANEXOS		119
Anexo A	Estudio de mecánica de suelos.....	120
Anexo B	Análisis de costos unitarios	130
Anexo C	Listado de insumos.....	150
Anexo D	Desagregado de gastos generales	155
Anexo E	Planos	160

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la región Arequipa	3
Figura 2. Área de influencia del Reservoirio N-31.....	4
Figura 3. Parámetros climáticos promedio de Arequipa	5
Figura 4. Consumo aproximado de agua por persona/día	9
Figura 5. Tanque de producción y proceso	10
Figura 6. Reservoirio de almacenamiento	11
Figura 7. Tanque superficial.....	12
Figura 8. Tanque enterrado.....	12
Figura 9. Tanque semi enterrado	13
Figura 10. Tanque elevado	14
Figura 11. Reservoirio concreto armado apoyado.....	15
Figura 12. Reservoirio concreto armado elevado	16
Figura 13. Reservoirio de acero.....	16
Figura 14. Diagrama de esfuerzos en paredes	18
Figura 15. Comportamiento dinámico.....	19
Figura 16. Modelo de Masas y Resortes para Tanques Apoyados.....	19
Figura 17. Distribución en Planta de las Presiones Dinámicas del Agua.....	20
Figura 18. Mapa de zonificación	22
Figura 19. Factores h_i / H_L y h_c / H_L versus D / H_L , para reservoirio circular.....	28
Figura 20. Factores h_i / H_L y h_c / H_L versus D / H_L , para reservoirio circular.....	29
Figura 21. Coeficiente C_w para reservoirios circulares.....	31
Figura 22. Coeficiente $2\pi/\lambda$ para reservoirios circulares	32
Figura 23. Curve for obtaining factor K_p for the ratio D/H	36
Figura 24. Curvas para obtener los factores X_1 / H y X_2 / H para la relación D / H	36
Figura 25. Curvas para obtener los factores W_1 / W_T y W_2 / W_T para la relación D / H .	37
Figura 26. Peso de cúpula.....	46
Figura 27. Peso de muro	46
Figura 28. Peso de viga anular.....	47
Figura 29. Peso de cúpula CV	47
Figura 30. Grillas del reservoirio de concreto armado idealizado en Sap2000	52
Figura 31. Fuerzas laterales dinámicas reservoirio de concreto armado	53
Figura 32. Ubicación del componente convectivo y asignación en el reservoirio de concreto armado	54
Figura 33. Definimos el peso convectivo del reservoirio de concreto armado	54
Figura 34. Definimos el peso impulsivo del reservoirio de concreto armado	55
Figura 35. Definir el empuje hidrostático, reservoirio de concreto armado	56
Figura 36. Definir mediante ecuación el empuje hidrostático, reservoirio de concreto armado	56
Figura 37. Factor de reducción multiplicado por las paredes, reservoirio de concreto armado	57
Figura 38. Espectro de respuesta para reservoirio de concreto armado	57
Figura 39. Definimos la envolvente, reservoirio de concreto armado.....	59
Figura 40. Desplazamiento horizontal, reservoirio de concreto armado	60
Figura 41. Método estático	60
Figura 42. Método dinámico	61
Figura 43. Fuerzas 1-1 o en paralelo de la cúpula.....	61
Figura 44. Fuerzas 1-1 o en paralelo del anillo externo de la cúpula	61
Figura 45. Fuerzas 2-2 o meridianas de la cúpula	62

Figura 46. Fuerza axial en la viga anular.....	62
Figura 47. Fuerzas 1-1 en el muro cilíndrico	63
Figura 48. Fuerzas 2-2 en el muro cilíndrico	63
Figura 49. Distribución acero horizontal en muro.....	66
Figura 50. Distribución acero vertical en muro.....	67
Figura 51. Esfuerzos en la losa circular reservorio de concreto armado.....	68
Figura 52. Peso de cúpula.....	75
Figura 53. Peso del muro.....	75
Figura 54. Peso de cúpula.....	76
Figura 55. Peso de cúpula.....	76
Figura 56. Curvas para obtener los factores $W1 / WT$ y $W2 / WT$ para la relación D / H ..	78
Figura 57. Curvas para obtener los factores $X1 / H$ y $X2 / H$ para la relación D / H	79
Figura 58. Curva para obtener el factor Kp para	83
Figura 59. Grillas del reservorio de acero idealizado en Sap2000	84
Figura 60. Fuerzas laterales dinámicas, reservorio de acero	85
Figura 61. Ubicación de la componente convectiva y asignación en el reservorio de acero.....	86
Figura 62. Definimos el peso convectivo del reservorio de acero.....	87
Figura 63. Definimos el peso impulsivo del reservorio de acero	88
Figura 64. Definir el empuje hidrostático en el reservorio de acero	89
Figura 65. Definir mediante ecuación el empuje hidrostático en el reservorio de acero	89
Figura 66. Factor de reducción multiplicado por las paredes.....	90
Figura 67. Espectro de respuesta para reservorio de acero.....	90
Figura 68. Definimos la envolvente, reservorio de acero.....	92
Figura 69. Domo geodésico modelado	93
Figura 70. Propiedades de la cobertura	93
Figura 71. Propiedades del perfil.....	94
Figura 72. Cuadro para el diseño de los perfiles del domo	94
Figura 73. Domo con las secciones diseñadas.....	95
Figura 74. Esfuerzos en la losa circular reservorio de acero emperrado	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores de zona	22
Tabla 2. Clasificación de los perfiles de suelo	23
Tabla 3. Factor de suelo "S"	23
Tabla 4. Periodos " T_p " y " T_L "	23
Tabla 5. Categoría y Factor de uso de las edificaciones.....	24
Tabla 6. Factor de modificación de respuesta R_w	25
Tabla 7. Número de lotes.....	38
Tabla 8. Población proyectada.....	39
Tabla 9. Caudales	40
Tabla 10. Dimensiones del reservorio	43
Tabla 11. Propiedades dinámicas y fuerzas laterales dinámicas del reservorio de concreto armado	51
Tabla 12. Pesos de los elementos para el reservorio de concreto armado.....	51
Tabla 13. Combinación de cargas afectadas por coef. sanitario $S=1.30$ (Concreto armado).....	59
Tabla 14. Combinación de cargas afectadas por coef. sanitario $S=1.65$ (Concreto armado).....	59
Tabla 15. Dimensiones del reservorio	74
Tabla 17. Propiedades dinámicas y fuerzas laterales del reservorio de acero	81
Tabla 18. Pesos de los elementos reservorio de acero.....	82
Tabla 19. Combinación de cargas afectadas por coef. sanitario $S=1.30$ (Acero empernado)	91
Tabla 20. Combinación de cargas afectadas por coef. sanitario $S=1.65$ (Acero empernado)	92
Tabla 21. Comparación de presupuestos	106
Tabla 22. Presupuestos de sistemas constructivos	107
Tabla 23. Tipos de recursos del proyecto	107
Tabla 24. Desglose de recursos del proyecto	108
Tabla 25. Comparación de actividades de ambos sistemas constructivos.....	108
Tabla 26. Actividades de ambos sistemas constructivos.....	109
Tabla 27. Variación de recursos	116
Tabla 28. Variación de actividades.....	116

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

La EPS representativa de la ciudad de Arequipa está en el proceso de renovación de algunos reservorios que ya cumplieron con su vida útil de más de 40 años al servicio de la población, algunos otros están en reparación y también hay aquellos que aparecen con los nuevos proyectos de habilitaciones urbanas, como es el caso del reservorio N-31, objeto de investigación.

Los reservorios de concreto armado son muy usados en nuestro país y por supuesto en nuestra ciudad ya que genera confianza tanto a los ingenieros como a la gente de a pie ver una estructura de concreto y acero que almacena nuestra agua potable. Un problema de los reservorios de concreto armado es que una vez que llega o sobrepasa su vida útil, se comienzan a ver en sus estructuras el desprendimiento de pedazos de concreto, la exposición del acero de refuerzo y la permeabilidad de estos, y el mantenimiento de estas estructuras no es programado debidamente por los responsables de los mismos; ante este sistema usual, se plantea una nueva alternativa de solución que ya se ve con mayor frecuencia, que vienen siendo los reservorios de acero, en este particular caso, los reservorios de acero empernado con recubrimiento epóxico.

1.2. Objetivos

1.2.1. General

Diseñar el reservorio N-31 con sistema convencional en concreto armado y con sistema innovador de acero empernado con recubrimiento epóxico.

1.2.2. Específicos

- Calcular el volumen del reservorio de concreto de acuerdo a la población.
- Realizar el diseño del reservorio N-31 en concreto armado el cual será un reservorio apoyado.
- Hacer la cotización con la empresa encargada de la construcción de los reservorios de acero empernado con recubrimiento epóxico.
- Analizar los costos que cada propuesta generará.
- Comparar los análisis de tiempo, costo y beneficio de cada sistema.

1.3. Resumen de Resultados

Resumen del Presupuesto

Proyecto	DISEÑO DE RESERVORIO N-31 CON SISTEMA CONVENCIONAL EN CONCRETO ARMADO		
Cliente	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA		
Departamento	AREQUIPA		
Provincia	AREQUIPA		
Distrito	CERRO COLORADO		
	Costo a :	Mar-18	
Item	Descripción Sub presupuesto	Costo Directo	
01	ESTRUCTURAS	848,719.35	
02	ARQUITECTURA	145,712.75	
SUB TOTAL COSTO DIRECTO		994,431.40	
	Mano de Obra	273,054.16	
	Materiales	620,288.36	
	Equipo	101,088.98	
	COSTO DIRECTO	994,431.40	
	GASTOS GENERALES	14.88 %	147,971.39
	UTILIDAD	5 %	49,721.57
	SUB TOTAL	1,192,124.36	
	IGV.	18 %	214,582.38
PRESUPUESTO TOTAL		1,406,706.74	

Son : UN MILLON CUATROCIENTOS SEIS MIL SETECIENTOS SEIS CON 74/100 NUEVOS SOLES

Resumen del Presupuesto

Proyecto	DISEÑO DE RESERVORIO N-31 CON SISTEMA INNOVADOR DE ACERO EMPERNADO CON RECUBRIMIENTO EPÓXICO		
Cliente	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA		
Departamento	AREQUIPA		
Provincia	AREQUIPA		
Distrito	CERRO COLORADO	Costo a :	Mar-18

Item	Descripción Sub presupuesto	Costo Directo
01	ESTRUCTURAS	1,392,470.41
SUB TOTAL COSTO DIRECTO		1,392,470.41
	Mano de Obra	40,763.18
	Materiales	1,285,426.78
	Equipo	66,280.55
	COSTO DIRECTO	1,392,470.41
	GASTOS GENERALES	3.67 % 51,113.66
	UTILIDAD	5 % 69,623.52
	SUB TOTAL	1,513,197.59
	IGV.	18 % 272,375.57
	PRESUPUESTO TOTAL	1,785,573.16

Son :	UN MILLON SETECIENTOS OCHENTA Y CINCO MIL QUINIENTOS SETENTA Y TRES CON 16/100 NUEVOS SOLES
-------	---

1.4. Antecedentes

El área de estudio del proyecto está determinada y delimitada por el distrito de Cerro Colorado, en la cual se ubicará el reservorio N – 31 encargado de dotar de agua al área de influencia de la urbe.



Figura 1. Ubicación de la región Arequipa

Fuente: Perfiles de proyectos de inversión pública en materia ambiental

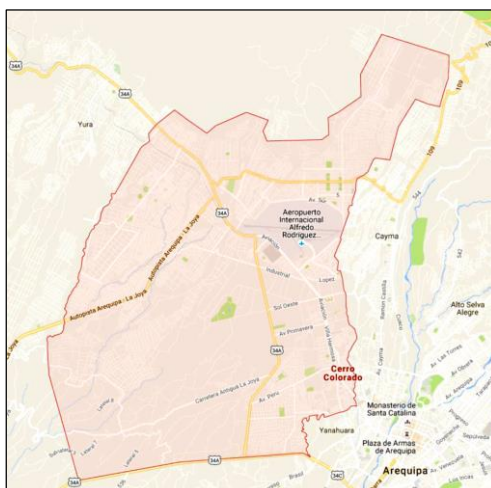


Figura 2. Área de influencia del Reservorio N-31

Fuente: Google maps y elaboración propia

a) **Ubicación**

El distrito de Cerro Colorado, “la tierra del sillar”, está situado al norte de la ciudad de Arequipa, a 2406 m.s.n.m., con una superficie de 174.90 Km². Límites del distrito: Al norte: Yura, Al sur: Sachaca y Yanahuara, Al este: Cayma, Al oeste: Uchumayo. Cerro Colorado se conformó en sus inicios de urbanizaciones tradicionales como: Pachacutec, Zamácola, Cerro Viejo, Rio Seco, La Libertad, Alto Libertad, 12 de Octubre, Challapampa entre otros. Actualmente son urbanizaciones de referencia Quinta Siena, El Solar de Challapampa, Quinta Azores I, Quinta Azores II, ADUCA, Quinta El Sol, El Rosario I, El Rosario II, La Planicie, Ingenieros, El Cortijo, Montebello, Campo Verde, Casabella, que les dan prestancia por su modernidad. También Alto Victoria, Semi Rural Pachacutec, José Santos Atahualpa, y otros.

b) **Características del clima**

El clima del área es generalmente templado y seco, la temperatura varía generalmente entre los 10 a 25 grados centígrados.

La humedad promedio es de 46%, en verano puede llegar hasta un 70% y en las demás estaciones como invierno, otoño y primavera llega a un mínimo de 27%. Por otra parte la época de lluvias suele presentarse durante los meses de enero y marzo las cuales pueden provocar daños considerables al sistema de producción de agua y alcantarillado de Arequipa debido a su intensidad.

La radiación solar es alta intensidad, en la región Arequipa suele oscilar entre los 850 y 950 watt por metro cuadrado.

Los vientos se presentan principalmente en las noches y en las primeras horas del día con una dirección noreste, en las horas que restan se siente más las brisas más leves que van a una dirección sur oeste, siendo la velocidad del viento en promedio de 1,5 y 2,5 metros por segundo.

 Parámetros climáticos promedio de Arequipa 													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura diaria máxima (°C)	20	20	20	21	21	20	20	20	21	21	21	21	21
Temperatura diaria mínima (°C)	10	10	10	9	8	7	7	7	8	8	8	9	9
Precipitación total (mm)	20	40	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100

Figura 3. Parámetros climáticos promedio de Arequipa

Fuente: Portal de Arequipa

c) **Condiciones de vivienda y comunicación**

La zona a la que abastecerá el reservorio, circunscrita al distrito de Cerro Colorado, cuenta con telefonía e internet fijo y móvil, servicio de cable; así como teléfonos de uso público ubicados principalmente en bodegas de las zonas locales, además de cabinas públicas de Internet.

Las viviendas son predominantemente de material noble en zonas residenciales y de mayor poder adquisitivo, también hay viviendas bien construidas y algunas zonas donde las condiciones son más precarias y los sistemas constructivos poco seguros.

d) **Vías de acceso**

La red vial del distrito se categoriza dependiendo del tipo de superficie de rodadura. Se caracteriza por tener un gran porcentaje de vías asfaltadas pero el cual no supera las vías de acceso a las zonas más alejadas del distrito que son vías

afirmadas, lo que hace más difícil la integración de las urbanizaciones y conjuntos de lotes cercanos al límite de las mismas.

e) **Accesibilidad y medios de transporte más comunes**

El acceso principal está dado por la carretera Arequipa - Cerro Colorado la cual se encuentra asfaltado y desde el centro de la ciudad resulta aproximadamente 15 minutos en llegar al lugar. La población utiliza como medio de transporte el servicio público pagando S/. 1,00, además del servicio particular compuesto por autos y camionetas y del transporte pesado conformado por camiones, volquetes, etc.

f) **Disponibilidad de servicios básicos**

El distrito de Cerro Colorado cuenta con servicios de energía eléctrica, servicio telefónico, agua potable y alcantarillado, considerando que dispone de todos los servicios básicos. Existen también puestos policiales, mercado, comedores populares, losas deportivas, capillas y/o iglesias, locales sociales, etc., además todos los asentamientos cuentan con sus vías y calles, en algunos casos no se encuentran asfaltadas, en zonas periféricas algunas están a nivel de trochas.

g) **Servicio de electricidad**

Entre los servicios básicos del hogar, destaca la disponibilidad de energía eléctrica como el servicio de mayor cobertura en los hogares del Departamento de Arequipa. En efecto, el 96,6 por ciento de los hogares tenían acceso a este servicio, lo que constituye un incremento de 4,4 puntos porcentuales respecto al año 2009 (92,2 por ciento). Los hogares más beneficiados fueron los del área urbana, donde el servicio cubre al 99,5 por ciento; en el área rural el 82,5 por ciento disponía de este servicio, es en el área urbana donde se dio el mayor incremento (4,9 puntos porcentuales) con respecto al año 2009.

La cobertura del servicio de electricidad por alumbrado público en el distrito de Cerro Colorado muestra una importante proporción de hogares que tienen acceso a este servicio básico, estimándose un porcentaje de más del 90% de viviendas que aseguran tener acceso a dicho servicio.

h) Fuente de agua para consumo

El distrito de Cerro Colorado actualmente se abastece del servicio de agua proveniente de la planta de tratamiento Miguel de la Cuba Ibarra mediante la línea de conducción T-50 (DN 1000mm) que abastece al sistema conformado por reservorios y líneas de conducción proyectadas para cubrir el área de demanda de agua en el distrito.

No obstante un gran porcentaje de los hogares ubicados en las nuevas habilitaciones urbanas y zonas alejadas del distrito aún utilizan agua proveniente de cisternas y modos indirectos de dotación, desarrollándose en su mayoría el acarreo del agua y almacenamiento de este en viviendas que aún no cuentan con el servicio de agua potable y alcantarillado sanitario.

1.5. Hipótesis

Dado que el concreto armado es una tecnología en la que el proceso constructivo toma mucho tiempo, el uso de mano de obra y materiales es mayor comparado con las nuevas tecnologías que se proponen, se quiere demostrar que estas nuevas tecnologías son capaces de reemplazarlo, ya que minimizan el tiempo considerablemente, sus beneficios técnicos y sociales son iguales o mejores que los del concreto armado y su costo puede ser sopesado con la reducción de tiempo en su procedimiento constructivo.

CAPÍTULO 2

2. Marco Teórico

2.1. El Agua

- El agua dulce es esencial para la vida. En promedio un ser humano no puede vivir más de tres días sin ella. El agua es también esencial para la ganadería, la agricultura y la producción de casi todos nuestros bienes y servicios, y es además la fuente de energía renovable más importante y más utilizada: la energía hidroeléctrica representa el 19% del total de la producción de electricidad en el mundo. (Organización Meteorológica Mundial (OMM), Artículo “El agua” 2018).

El agua es nuestro recurso natural más importante. Más del 70% de la superficie de nuestro planeta azul está cubierta por agua. En los océanos se encuentra el 97,5% de toda el agua de la Tierra. El resto, solo un 2,5%, es agua dulce, y un 69% de esta es hielo. La ausencia de agua siempre ha estado asociada con la desaparición de los seres vivos, es por eso que se dice que el agua es indispensable para la vida del ser humano. Es el principal agente termorregulador del organismo, permite conseguir un equilibrio de temperaturas en todo el cuerpo. Nuestro organismo, y de cualquier otro ser vivo, necesita agua para funcionar normalmente, puesto que tanto las reacciones bioquímicas como el transporte adecuado de las sustancias tienen lugar en solución acuosa. Además, el agua constituye al menos dos terceras partes del cuerpo humano. (Organización Meteorológica Mundial (OMM), Artículo “El agua” 2018).

En los últimos tiempos, los recursos naturales se volvieron escasos por la creciente sobrepoblación y su disposición en varias regiones habitadas es la preocupación de muchas organizaciones gubernamentales. El suministro de agua potable al consumidor es un problema que ha ocupado al hombre desde la antigüedad. Ya en la Grecia clásica se construían acueductos y tuberías de presión para asegurar el suministro local. En algunas zonas se construían y construyen cisternas o tanques que recogen las aguas pluviales. Estos depósitos suelen ser subterráneos para que el agua se mantenga fresca y a salvo de la luz del sol. Organización Meteorológica Mundial (OMM), Artículo “El agua” 2018.

Es muy importante el tratamiento y almacenamiento que se le da al recurso hídrico ya que según estudios estadísticos; La mala calidad el agua y el saneamiento irregular

afectan gravemente el estado sanitario de la población: solo el consumo de agua contaminada causa 5 000 000 de muertes al año, según varios informes de las Naciones Unidas, que declararon 2005-2015 la Década de la Acción. La OMS estima que la adopción de políticas de agua segura podría evitar la muerte de 1 400 000 niños al año, víctimas de diarrea, 50 países, que reúnen a casi un tercio de la población mundial, carecen de un adecuado suministro de agua, y 17 de ellos extraen anualmente más agua de sus acuíferos de la que puede renovarse naturalmente. OMS. (2008). How does safe water impact global health?

Además de precisar los seres humanos el agua para su existencia precisan del agua para su propio aseo y la limpieza. Se ha estimado que los humanos consumen directamente o indirectamente alrededor de un 54 % del agua dulce superficial disponible en el mundo. Scarlett Sanchez. (2015). Este porcentaje se desglosa en:

- Un 20 %, utilizado para mantener la fauna y la flora, para el transporte de bienes (barcos) y para la pesca, y
- el 34 % restante, utilizado de la siguiente manera: El 70 % en irrigación, un 20 % en la industria y un 10 % en las ciudades y los hogares.

El consumo humano se puede desglosar a grandes rasgos como se muestra en la siguiente tabla:

CONSUMO APROXIMADO DE AGUA POR PERSONA/DÍA	
ACTIVIDAD	CONSUMO DE AGUA (Litros)
Afeitarse	40-75
Afeitarse (cerrando grifo)	3
Bañarse	200
Beber	1.5
Cocinar	6-8
Darse una ducha	35-70
Descargar la cisterna	10-15
Lavar el coche con manguera	500
Lavar la ropa	60-100
Lavar las manos	1.5
Lavar los dientes	30
Lavar los dientes (cerrando el grifo)	1.5
Limpiar la casa	15-40
Limpiar la vajilla a mano	100
Limpiar la vajilla a máquina	18-50
Media descarga de cisterna	6
Regar un jardín pequeño	75
Riego de plantas domésticas	15

Datos de *Intermon Oxfam*

Figura 4. Consumo aproximado de agua por persona/día

Fuente: Intermon Oxfam

El agua potable es considerada aquella que cumple con la norma establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cual indica la cantidad de sales

minerales disueltas que debe contener el agua para adquirir la calidad de potable. Sin embargo una definición aceptada generalmente es aquella que dice que el agua potable es toda la que es “apta para consumo humano”, lo que quiere decir que es posible beberla sin que cause daños o enfermedades al ser ingerida. Scarlett Sanchez. (2015).

2.2. Tipos de reservorios

Existe una amplia variedad de estructuras para que funcionen como reservorios, por ello la selección es de acuerdo al servicio que sea requerido. Tenemos la clasificación siguiente: según su función, su posición en el terreno y materiales de construcción.

2.2.1. Según su función

En esta clasificación tenemos los siguientes:

- Producción y proceso: estos reservorios o tanques son elementos de transición entre dos actividades realizadas. Podemos verlos en la industria petrolera, minera, cementera, etc. En ramas más afines a procesos.



Figura 5. Tanque de producción y proceso

Fuente: Internet

- Almacenamiento: estos reservorios están diseñados para la reserva y utilización de volúmenes del material contenido, las cuales cuentan con un mayor tiempo de residencia. Este tipo de reservorio será el que utilizaremos

en este proyecto con la finalidad de almacenar agua potable para un determinado sector.



Figura 6. Reservorio de almacenamiento

Fuente: Apromsa

2.2.2. Según su posición en el terreno

- **Tanques Apoyados en el Suelo:**

Los tanques o reservorios apoyados poseen una geometría rectangular y circular, son contruidos directamente sobre la superficie del suelo y los enterrados, de forma rectangular y circular son contruidos por debajo de la superficie del suelo, son las llamadas cisternas. Eduardo Ulises Onofre Ledesma. (2014). Procedimiento constructivo de tanques rectos en la planta de tratamiento de aguas residuales Atotonilco.

Tanques superficiales, se utilizan este tipo de tanques, por lo general, cuando el terreno sobre el que se va a apoyar tiene la capacidad necesaria para soportar las cargas aplicadas, sin sufrir deformaciones importantes. Resulta conveniente, en caso necesario, disponer de cierta altura para la descarga del líquido, a fin de disponer de una carga de presión hidrostática adecuada.

Los tanques superficiales tienen la ventaja de que su mantenimiento es más sencillo de efectuar, también es más sencilla la instalación, operación y mantenimiento de las tuberías de entrada y de salida.

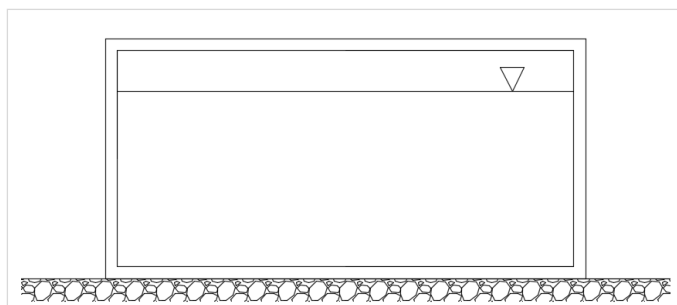


Figura 7. Tanque superficial

Fuente: Elaboración propia

Tanques enterrados, se construyen totalmente bajo la superficie del terreno. Se emplean cuando el terreno de desplante es adecuado para el funcionamiento hidráulico de la red de distribución y cuando es necesario excavar hasta encontrar un estrato de soporte más resistente. Eduardo Ulises Onofre Ledesma. (2014). Procedimiento constructivo de tanques rectos en la planta de tratamiento de aguas residuales Atotonilco.

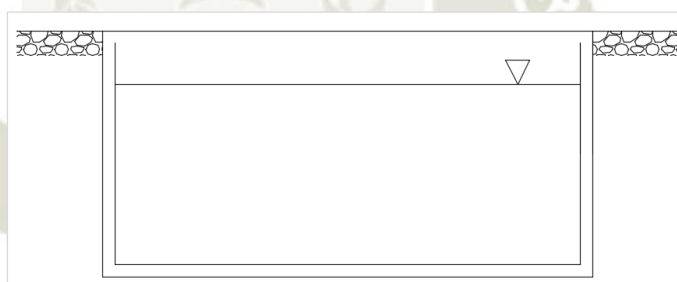


Figura 8. Tanque enterrado

Fuente: Elaboración propia

Tienen la ventaja de conservar el agua a resguardo de las grandes variaciones de temperatura; no alteran el paisaje y sus cubiertas pueden utilizarse para las más diversas funciones, tales como: áreas verdes, canchas de juego para básquetbol, tenis, etc.; e incluso como helipuertos.

Sus inconvenientes son el tener que efectuar excavaciones costosas, la dificultad de observar y mantener las instalaciones de conexión del abastecimiento y la red de distribución, así como, la dificultad para descubrir las posibles filtraciones y fugas del líquido.

Por otro lado, en los tanques semienterrados, una porción de la construcción se encuentra bajo el nivel del terreno y otra parte sobre éste, como en la figura siguiente.

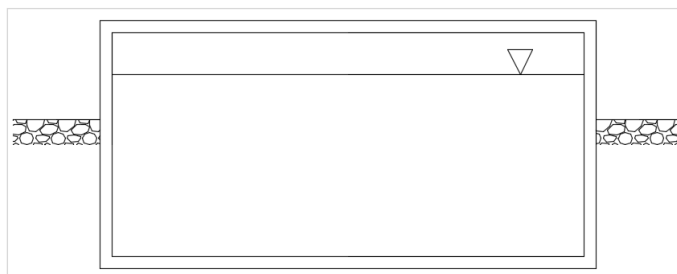


Figura 9. Tanque semi enterrado

Fuente: Elaboración propia

La construcción de este tipo de depósito está definida por razones de topografía o cuando el costo de la excavación es alto, debido a que ésta no se justifica por su localización desventajosa o por razones de geotecnia. De no observarse ambos factores, el resultado final sería el costo elevado de la construcción. Por otra parte, permiten un acceso a las instalaciones más fácilmente que el de los depósitos totalmente enterrados.

- Tanques elevados:

Se puede definir como la estructura necesaria en el proceso de distribución del agua potable y es así que a partir de ellos se puede llegar a regular o controlar el volumen y las reservas de agua para las horas de mayor consumo o cuando se requieran en situación de emergencia como incendios. Son de diferentes tamaños dependiendo del volumen que almacenarán y esto condicionará su forma. En la figura siguiente se muestra un ejemplo de tanque elevado. Eduardo Ulises Onofre Ledesma. (2014). Procedimiento constructivo de tanques rectos en la planta de tratamiento de aguas residuales Atotonilco.

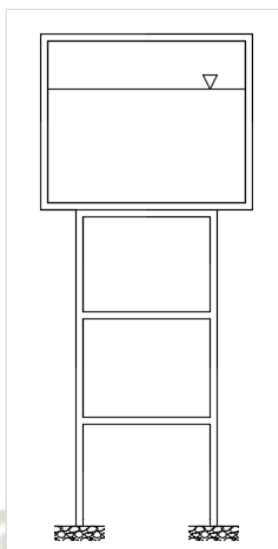


Figura 10. Tanque elevado

Fuente: Elaboración propia

Los tanques elevados cumplen dos propósitos fundamentales:

- a) Compensar las variaciones de consumo que se producen durante el día.
- b) Mantener las presiones de servicio en la red de distribución

Considerando el tipo de alimentación los tanques elevados son de dos tipos:

- Tanques de cabecera: Se alimentan directamente de la fuente o planta de tratamiento mediante gravedad o bombeo. Causa una variación relativamente grande de la presión en las zonas extremas de la red de distribución. Organización Panamericana de la salud. “Guía para el diseño y construcción de reservorios apoyados”. Lima, 2005.
- Tanques flotantes: Se ubican en la parte más alejada de la red de distribución con relación a la captación o planta de tratamiento, se alimentan por gravedad o por bombeo. Almacena agua en las horas de menor consumo y auxilia el abastecimiento de la ciudad durante las horas de mayor consumo. Organización Panamericana de la salud. “Guía para el diseño y construcción de reservorios apoyados”. Lima, 2005.

2.2.3. Según el material de construcción

El escoger el material con el cual se construirá el reservorio es uno de los pasos más importantes ya que ello estará determinado por el costo del material, facilidad y rapidez de su construcción, durabilidad del material, vida útil del proyecto, sustancia que almacenará; en nuestro caso almacenaremos agua potable para que sea distribuida a una comunidad. Entre los materiales más comunes para almacenar volúmenes considerables, tenemos:

- Concreto armado: este tipo de reservorio es utilizado en su mayoría para almacenar líquidos, aunque también tiene una aplicación en el área de tratamiento de agua como sedimentador, etc. Su tiempo de construcción es mayor comparado con el de acero. Abraham G. Lopez Juan C. Sanchez. (2011). Diseño de cisternas de ferrocemento, análisis económico, constructivo y cualitativo ante cisternas de hormigón armado y cisternas plásticas.



Figura 11. Reservorio concreto armado apoyado

Fuente: Grupo Ortiz



Figura 12. Reservorio concreto armado elevado

Fuente: Elaboración propia

- Acero: son tanques más ligeros comparados con el concreto armado, almacenan líquidos y tienen gran capacidad de almacenamiento. Son contruidos a través de planchas de acero de dimensiones determinadas para cada tipo de volumen almacenado. Su construcción es más rápida comparada con el concreto armado, por lo que están siendo una opción escogida en estos últimos años. Abraham G. Lopez Juan C. Sanchez. (2011). Diseño de cisternas de ferrocemento, análisis económico, constructivo y cualitativo ante cisternas de hormigón armado y cisternas plásticas.



Figura 13. Reservorio de acero

Fuente: Tank Connection

2.3. Acciones y comportamiento de un reservorio

Para realizar el diseño debemos tener en cuenta tres acciones:

- **Acciones Permanentes**, son cargas que actúan en forma continua sobre la estructura y cuya influencia tiene poca significancia en el tiempo. Algunas principales acciones que se pueden nombrar son: la carga muerta, carga de equipos y tuberías. Ing. Roberto F. Morales. (2015). Deformaciones de las estructuras. Revista de la universidad de mendoza, 1, 14
- **Acciones Variables**, son cargas que actúan en forma variable cuya intensidad varía significativamente con el tiempo. Algunas principales acciones que se pueden nombrar son: la carga viva, los empujes estáticos del agua y la tierra, los cambios de temperatura. Ing. Roberto F. Morales. (2015). Deformaciones de las estructuras. Revista de la universidad de mendoza, 1, 14
- **Acciones Accidentales**, son aquellas que no deben su ocurrencia al funcionamiento normal de la estructura y por ello ocurren durante breves lapsos, pudiendo alcanzar intensidades significativas. Se puede nombrar a las siguientes: los sismos, explosiones, incendios y otras ocurrencias extraordinarias. Ing. Roberto F. Morales. (2015). Deformaciones de las estructuras. Revista de la universidad de mendoza, 1, 14

Para el diseño del reservorio se tomarán en cuenta los efectos de las cargas muertas, las cargas vivas, los empujes del agua y las cargas de sismo.

Cargas muertas:

Se considerará el peso de los elementos que conformarán el reservorio.

El peso real se podrá determinar por medio de análisis o usando los datos indicados en los diseños y catálogos de los fabricantes.

Cargas vivas sobre la cúpula:

La carga debido a la acción de mantenimiento del reservorio es de 50 kg/m².

Empuje del agua:

La altura del nivel de agua que se considerará en el diseño será hasta el nivel de vertido de excedencias.

Un depósito cilíndrico que contenga un fluido, en este caso agua potable, está sometido a fuerzas de tensión en su sección transversal, y las paredes han de resistir estas fuerzas para evitar que colapse. Optaciano L. Vasquez. (2010). Estatica de fluidos.

Como en este caso el fluido que va a estar contenido en el depósito es agua, cuyo diagrama de esfuerzos que actúan en la pared del tanque son los indicados en la figura 14, las fuerzas de tracción F que actúan en la pared del tanque deben ser absorbidas por el acero de refuerzo.

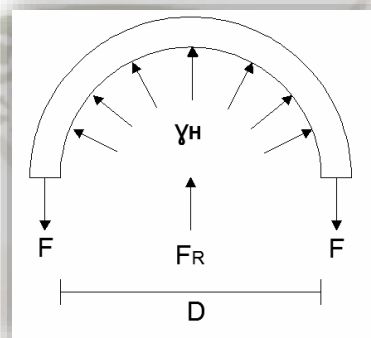


Figura 14. Diagrama de esfuerzos en paredes

Fuente: Elaboración propia

Sismo:

El diseño del reservorio se basará en los 3 principios filosóficos del diseño sísmico resistente que nos da la Norma E0.30:

- a) Evitar pérdida de vidas humanas.
- b) Asegurar la continuidad de los servicios básicos.
- c) Minimizar los daños a la propiedad.

“Para estructuras tales como reservorios, tanques, silos, puentes, torres de transmisión, muelles, estructuras hidráulicas y todas aquellas cuyo comportamiento sísmico difiera del de las edificaciones, se podrá usar esta Norma en lo que sea aplicable”.

El comportamiento dinámico del fluido con la estructura durante una perturbación sísmica, según Quezada, W., & Salinas, A. (2014), se diferencia en el total de la masa del agua contenida en el reservorio, una parte de la masa de agua queda impregnada

rígidamente en las paredes del reservorio y además que esta se encuentra confinada y se ubica en la parte inferior contados a partir del piso del reservorio. A esta masa se le conoce como Masa Impulsiva (W_i). Así como se representa en la Figura 15. Carrión, L. & Corpus, B. (2015).

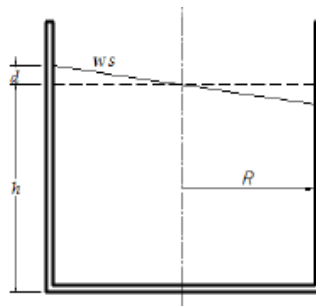


Figura 15. Comportamiento dinámico

Fuente: Elaboración propia

Asimismo el complemento de la masa impulsiva que se ubica ciertamente sobre esa, al no encontrarse confinada (ya que tiene libertad por un borde libre) oscila durante la perturbación sísmica generándose en ella un oleaje. A esta masa complementaria se le conoce como Masa Convectiva (W_c), es fácil observar que la cantidad de la masa impulsiva es mayor que la masa convectiva. Para tener en cuenta los efectos hidrodinámicos este método, que se muestra en la Figura 16, en la cual se aprecia la existencia de la masa Impulsiva (W_i) que se adhiere rígidamente a las paredes interiores del reservorio y que dicha masa al estar totalmente confinada, deberá unirse a las paredes del tanque a través de resortes cuya rigidez es infinita. Carrión, L. & Corpus, B. (2015).

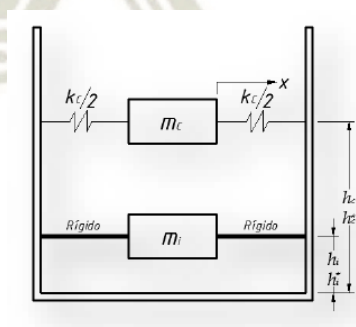


Figura 16. Modelo de Masas y Resortes para Tanques Apoyados.

Fuente: Elaboración propia

De la misma forma puede apreciarse la existencia de la Masa Convectiva (W_c) la cual tiene una posición por encima de la Masa Impulsiva (W_i) y que se adhiere a las paredes del reservorio a través de resortes cuya rigidez axial, corresponde a la del líquido contenido.

Las cuantificaciones de las masas dependen de la geometría de los reservorios (altura, diámetro o lado) y de la masa total de agua contenida.

La distribución de las presiones hidrodinámicas en un muro circular debido a la excitación sísmica, por Palomino, A. (2014), varía alrededor de la circunferencia del tanque. Sin embargo, por conveniencia en el análisis de esfuerzos en las paredes del tanque, la presión hidrodinámica sobre las paredes del tanque debe aproximarse a una distribución de presiones hacia afuera de intensidad igual a la máxima presión hidrodinámica. Carrión, L. & Corpus, B. (2015).

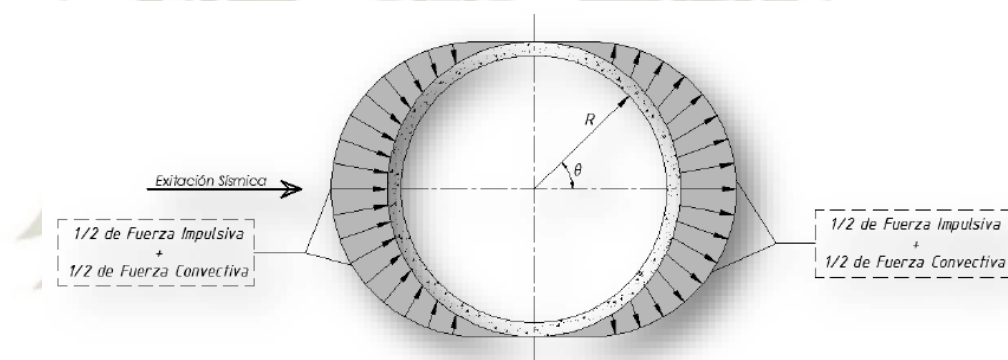


Figura 17. Distribución en Planta de las Presiones Dinámicas del Agua.

Fuente: ACI 350

Como resultado de un temblor, el contenido de un depósito para el almacenamiento de líquidos, ubicado sobre el terreno, experimenta una oscilación a causa del movimiento del terreno. El fluido en las proximidades de los muros se acelera hacia un lado y otro, esencialmente al unísono con dichos muros, en tanto que el fluido cercano a la parte central del depósito no se acelera, sino que tenderá a oscilar con el periodo natural del chapoteo u oleaje del líquido. Las presiones del fluido actuando sobre los muros del depósito reflejan estas dos acciones, de las cuales, una de las componentes varía con el tiempo en forma directamente proporcional a las aceleraciones del terreno, en tanto que la otra, varía en el tiempo con el chapoteo u oleaje del líquido. Las presiones impulsivas se originan por el impacto del agua contra las paredes del tanque cuando éste es acelerado por la perturbación sísmica,

en cambio las presiones convectivas son debidas a las oscilaciones del líquido contenido en el reservorio por efecto de las vibraciones de la torre de soporte (reservorio elevado), o transmitidas directamente por el suelo. Las presiones impulsivas se modelan como una masa W_i rígida fijada a las paredes del cilindro mientras que las presiones convectivas se modelan como una masa W_c fijada mediante resortes al cuerpo del tanque. Carrión, L. (2015).

2.4. Normatividad para los parámetros sísmicos

Para el análisis sísmico de nuestro reservorio de concreto armado haremos uso de los parámetros dados por la norma técnica E 030, para el diseño sismo resistente.

- ZONIFICACIÓN

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Figura N° 21. El área de estudio se ubica en el Distrito de Cerro Colorado, donde se realizara el **RESERVORIO N-31 CON SISTEMA CONVENCIONAL EN CONCRETO ARMADO Y CON SISTEMA INNOVADOR DE ACERO EMPERNADO CON RECUBRIMIENTO EPÓXICO**, se encuentra en una zona de Alta Sismicidad, clasificándose según el Reglamento Nacional de Construcciones como zona 3, mencionando que la zonificación considerada se basa en la distribución espacial de la Sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.

Conforme a la clasificación como zona 3 puede darse la probabilidad de ocurrencia de sismos de considerable magnitud.

ZONAS SÍSMICAS



Figura 18. Mapa de zonificación

Fuente: Norma E030

A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla N° 5. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

FACTORES DE ZONA	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Tabla 1. Factores de zona

Fuente: Norma E030

El valor de Z que se tomará es de la zona 3 con una aceleración de 0.35 g.

- CONDICIONES GEOTÉCNICAS

Para los efectos de esta Norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte (V_s), o alternativamente, para suelos granulares, el promedio ponderado de los N_{60}

obtenidos mediante un ensayo de penetración estándar (SPT), o el promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada (S_u) para suelos cohesivos.

Según el estudio de suelos anexado, se adoptará el Perfil Tipo S2 (Suelos intermedios).

CLASIFICACION DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{S}_u$
S_0	> 1500 m/s	-	-
S_1	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S_2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S_3	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S_4	Clasificación basada en el EMS		

Tabla 2. Clasificación de los perfiles de suelo
Fuente: Norma E030

- PARAMETROS DE SITIO (S, TP Y TL)

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los períodos T_P y T_L dados en las Tablas 7 y 8.

FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	S_0	S_1	S_2	S_3
Z_4	0,80	1,00	1,05	1,10
Z_3	0,80	1,00	1,15	1,20
Z_2	0,80	1,00	1,20	1,40
Z_1	0,80	1,00	1,60	2,00

Tabla 3. Factor de suelo "S"
Fuente: Norma E030

PERIODOS " T_P " Y " T_L "				
	Perfil de suelo			
	S_0	S_1	S_2	S_3
T_P (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T_L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Tabla 4. Periodos " T_P " y " T_L "
Fuente: Norma E030

- FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SISMICA “C”

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (A) por las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} T < T_p & \quad C = 2.5 \\ T_p < T < T_L & \quad C = 2.5 * \frac{T_p}{T} \\ T > T_L & \quad C = 2.5 * \frac{T_p * T_L}{T^2} \end{aligned}$$

Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la respuesta estructural respecto de la aceleración en el suelo. Sin embargo estas expresiones solo son específicamente para el comportamiento de una edificación. En los reservorios se debe tener en cuenta que existen 2 componentes que amplifican sísmicamente las fuerzas y estas son las ya mencionadas anteriormente como la componente convectiva y la componente impulsiva.

- CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR DE USO (U)

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR “U”		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información	1,5

Tabla 5. Categoría y Factor de uso de las edificaciones

Fuente: Norma E030

Al ser nuestra estructura un reservorio de almacenamiento de agua potable para la distribución de una zona urbana, lo categorizaremos como una edificación esencial, dándonos esto un factor $U=1.5$, para los cálculos del cortante basal y espectro a utilizar.

- FACTOR DE MODIFICACIÓN DE RESPUESTA

Este factor de Reducción de Fuerzas Sísmicas tiene una aplicación exclusiva para las edificaciones. En cambio para estructuras especiales como los reservorios se optaran por otros estándares. Para ello optaremos por el estándar ACI 350.3R – 06 sección 4.2, la cual define el Factor de Reducción o Factor de Modificación de Respuesta R por las características de muro-zapata y del tipo de reservorio a diseñar. Estos factores se basan al comportamiento por las componentes impulsivas y convectivas que se producen y así obteniéndose el valor de R_i y R_c . (Ver Tabla 10)

Table 4.1.1(b)—Response modification factor R

Type of structure	R_i		R_c
	On or above grade	Buried*	
Anchored, flexible-base tanks	3.25 [†]	3.25 [†]	1.0
Fixed or hinged-base tanks	2.0	3.0	1.0
Unanchored, contained, or uncontained tanks [‡]	1.5	2.0	1.0
Pedestal-mounted tanks	2.0	—	1.0

Tabla 6. Factor de modificación de respuesta R_w
Fuente: Norma E030

En el proyecto que estamos desarrollando tenemos un tanque de simple apoyo por lo que usaremos $R_{wi} = 2.0$ y $R_{wc} = 1$ para el reservorio de concreto armado, mientras para el reservorio de acero usaremos $R_{wi} = 3.0$ y $R_{wc} = 1$.

2.5. Método estático

Fuerza cortante en la base

La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determinará por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P, \frac{C}{R} \geq 0.125$$

La fuerza cortante en la base o cortante basal es la respuesta de la estructura ante las fuerzas sísmicas y esta se obtendrá de las solicitaciones del peligro sísmico, las características del edificio y el peso de la estructura.

La distribución de la fuerza sísmica corresponde a las fuerzas sísmicas que actúan en cada entrepiso las cuáles serán las que se asignen en el programa para el análisis del método estático.

Sin embargo para este procedimiento se deberán considerar el comportamiento sísmico del líquido contenido en el reservorio y se deberá calcular las cargas que actúan en la estructura durante un movimiento sísmico, teniendo por consideración las componentes dinámicas, impulsiva y convectiva, que genera el agua contenida en el reservorio.

Mediante el cálculo de ellas podremos obtener la cortante basal total y las fuerzas sísmicas o fuerzas dinámicas laterales que actuaran en el reservorio.

a. Requerimientos de diseño

- Los muros, cimentación y cobertura de una estructura almacenadora de líquido se debe diseñar para resistir los efectos de ambas aceleraciones de diseño (horizontal y vertical), combinadas con los efectos de cargas estáticas de diseño aplicables.
- En relación a la aceleración horizontal, cuando se diseñe se debe tener en cuenta: los efectos de transferencia del corte basal total entre el muro y la zapata y entre el muro y la cobertura; y la presión dinámica actuante en el muro sobre la base.
- Efectos de la aceleración máxima horizontal y vertical deben ser combinados bajo el método de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados.

2.5.1. Reservorio de concreto armado

2.5.1.1. Modelo dinámico

Según Sección 9.3, ACI 350.3 – 01, las características dinámicas del suelo soportante de una estructura contenedora de líquidos, sujeto a aceleraciones sísmicas, debe computarse de acuerdo a las siguientes expresiones:

Peso equivalente de la componente impulsiva

$$\frac{W_i}{W_L} = \frac{\tanh[0.866(D/H_L)]}{0.866(D/H_L)}$$

Peso equivalente de la componente convectiva

$$\frac{W_c}{W_L} = 0.230(D/H_L) \tanh[3.68(H_L/D)]$$

Teniendo cada variable la siguiente denominación:

Wi = Peso Equivalente de la Componente Impulsiva.

Wc = Peso Equivalente de la Componente Convectiva.

WL = Peso Total del Líquido Almacenado.

D = Diámetro de Reservorio Circular.

HL = Profundidad de Diseño del Líquido Depositado

Alturas a los centros de gravedad

a. Excluyendo la presión basal (EBP)

Altura sobre la base al centro de gravedad de la fuerza impulsiva:

Para un $D/H_L < 1.333$

$$\frac{h_i}{H_L} = 0.5 - 0.09375\left(\frac{D}{H_L}\right)$$

Para un $D/H_L \geq 1.333$

$$\frac{h_i}{H_L} = 0.375$$

Altura sobre la base al centro de gravedad de la fuerza impulsiva:

Para todos los casos usamos la siguiente fórmula

$$\frac{h_c}{H_L} = 1 - \frac{\cosh\left[3.68\left(\frac{H_L}{D}\right)\right] - 1}{3.68\left(\frac{H_L}{D}\right) \times \sinh\left[3.68\left(\frac{H_L}{D}\right)\right]}$$

Otra forma de conseguir esta altura es mediante el siguiente diagrama que muestra la razón D/H_L se obtiene el factor de altura impulsiva y/o convectiva para obtener la altura del centro de gravedad respectivo.

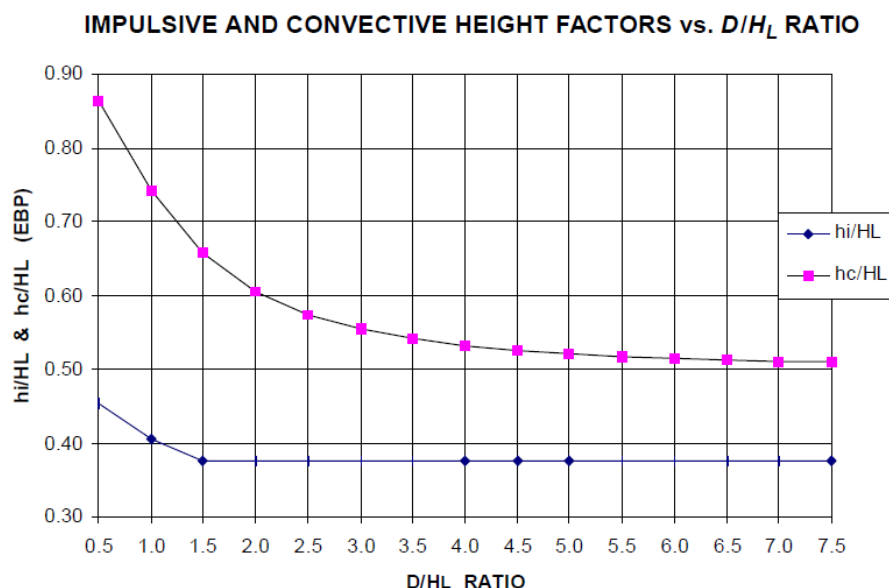


Figura 19. Factores h_i / H_L y h_c / H_L versus D / H_L , para reservorio circular.

Fuente: AWWA D 103-97

h_i = Altura sobre la base al centro de gravedad de la fuerza impulsiva.

h_c = Altura sobre la base al centro de gravedad de la fuerza convectiva.

b. Incluyendo la presión basal (IBP)

Altura sobre la base al centro de gravedad de la fuerza impulsiva:

Para un $D/H_L < 0.75$

$$\frac{h_i'}{H_L} = 0.45$$

Para un $D/H_L \geq 0.75$

$$\frac{h_i'}{H_L} = \frac{0.866 \left(\frac{D}{H_L} \right)}{2 \times \tanh \left[0.866 \left(\frac{D}{H_L} \right) \right]} - \frac{1}{8}$$

Altura sobre la base al centro de gravedad de la fuerza impulsiva:

Para todos los casos usamos la siguiente fórmula

$$\frac{h_c'}{H_L} = 1 - \frac{\cosh \left[3.68 \left(\frac{H_L}{D} \right) \right] - 2.01}{3.68 \left(\frac{H_L}{D} \right) \times \sinh \left[3.68 \left(\frac{H_L}{D} \right) \right]}$$

Otra forma de conseguir esta altura es mediante el siguiente diagrama que muestra la razón D/H_L se obtiene el factor de altura impulsiva y/o convectiva para obtener la altura del centro de gravedad respectivo.

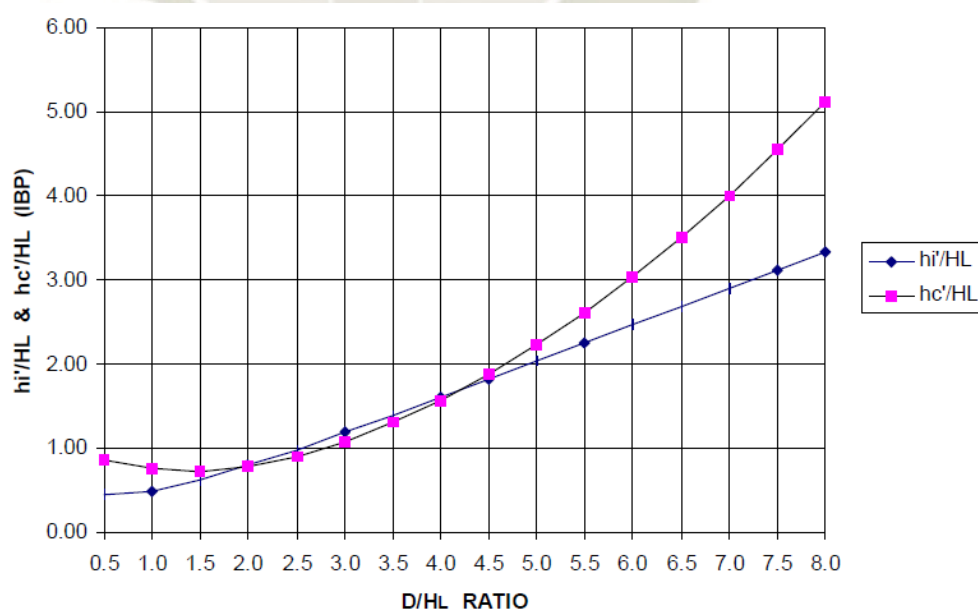


Figura 20. Factores h_i / H_L y h_c / H_L versus D / H_L , para reservorio circular.

Fuente: AWWA D 103-97

h_i = Altura sobre la base al centro de gravedad de la fuerza impulsiva.

h_c = Altura sobre la base al centro de gravedad de la fuerza convectiva.

Propiedades dinámicas

- a. Periodo fundamental de oscilación de la componente impulsiva y reservorio

Según el ACI 350.3R – 01 sección 9.3.4

$$T_i = \frac{2\pi}{\omega_i}$$

ω_i = Frecuencia angular del modo impulsivo de vibración.

Para calcular las variables ω_i y C_i , utilizaremos las siguientes formulas:

$$\omega_i = C_i \times \frac{12}{H_L} \sqrt{\frac{E_c}{\rho_c}},$$

$$[\omega_i = C_i \times \frac{1}{H_L} \sqrt{\frac{10^3 E_c}{\rho_c}} \text{ in the SI system}]$$

$$C_i = C_w \times 10 \sqrt{\frac{t_w}{12R}},$$

$$[C_i = C_w \times \sqrt{\frac{t_w}{10R}} \text{ in the SI system}]$$

Para calcular C_w ,

$$C_w = 9.375 \times 10^{-2} + 0.2039 \left(\frac{H_L}{D}\right) - 0.1034 \left(\frac{H_L}{D}\right)^2 - 0.1253 \left(\frac{H_L}{D}\right)^3 + 0.1267 \left(\frac{H_L}{D}\right)^4 - 3.186 \times 10^{-2} \left(\frac{H_L}{D}\right)^5$$

Otra forma de conseguir el coeficiente C_w es mediante el siguiente diagrama que muestra la razón D/H_L se obtiene el coeficiente requerido.

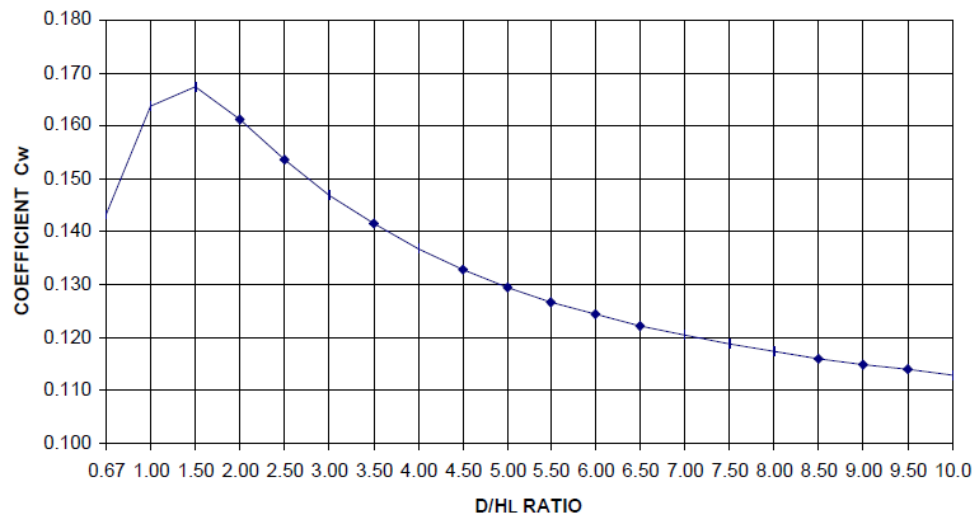


Figura 21. Coeficiente Cw para reservorios circulares

Fuente: AWWA D 103-97

- b. Periodo fundamental de oscilación de la componente convectiva y reservorio

Según el ACI 350.3R – 01 sección 9.3.4

$$\tau_c = \frac{2\pi}{\omega_c} = \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)\sqrt{D}$$

ω_c = Frecuencia angular del modo convectivo de vibración.

Para calcular las variables ω_c y λ , utilizaremos las siguientes formulas:

$$\omega_c = \frac{\lambda}{\sqrt{D}}$$

$$\lambda = \sqrt{3.68g \tanh[3.68(H_L/D)]}$$

Otra forma de conseguir el coeficiente $2\pi/\lambda$ es mediante el siguiente diagrama que muestra la razón D/HL se obtiene el coeficiente requerido.

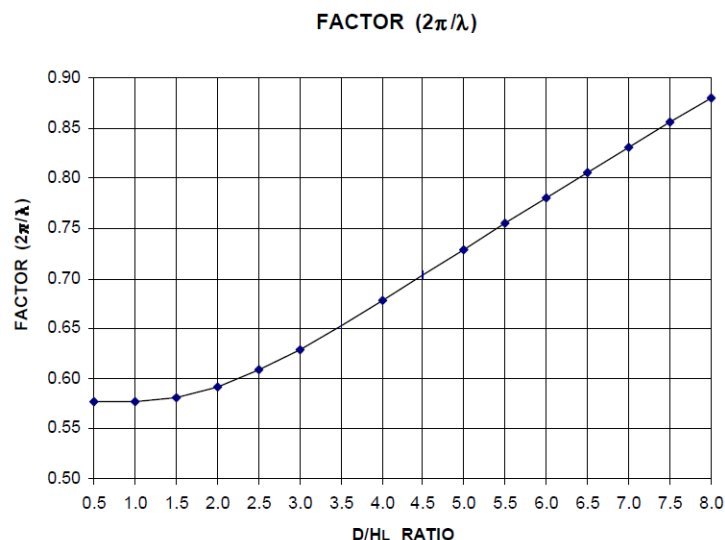


Figura 22. Coeficiente $2\pi/\lambda$ para reservorios circulares

Fuente: AWWA D 103-97

Las presiones convectivas se generan por la oscilación (oleaje) de la masa de agua, por eso tiene una rigidez K_c , que para el análisis de nuestro reservorio lo representaremos como un resorte. (Housner, 1963)

$$K_c = 0.836 * \frac{mg}{h} * \tanh\left(3.68 * \frac{HL}{D}\right)^2$$

c. Factores de amplificación espectral

Según el ACI 350.3R – 01 sección 9.4

Amplificación espectral impulsiva C_i se determinará de la siguiente manera:

For $T_i \leq 0.31$ s,

$$C_i = \frac{2.75}{S}$$

For $T_i > 0.31$ s,

$$C_i = \frac{1.25}{T_i^{2/3}} \leq \frac{2.75}{S}$$

Amplificación espectral convectiva C_c se determinará de la siguiente manera:

For $T_c \geq 2.4$ s,

$$C_c = \frac{6.0}{T_c^2}$$

d. Presiones sísmicas sobre la base

Los muros de los reservorios son diseñados para soportar tanto las fuerzas dinámicas laterales como las presiones hidrostáticas ejercidas por el líquido contenido.

- Fuerzas de Inercia del muro P_w y la cúpula P_r .
- Presión impulsiva hidrodinámica P_i del líquido contenido.
- Presión convectiva hidrodinámica P_c del líquido contenido.
- Los efectos de la aceleración vertical.

Según el ACI 350.3R – 01 sección 4.1.1, las fuerzas dinámicas laterales serán calculadas con las siguientes formulas:

$$P_w = ZSIC_i \times \frac{\epsilon W_w}{R_{wi}}$$

$$P_w' = ZSIC_i \times \frac{\epsilon W_w'}{R_{wi}}$$

$$P_r = ZSIC_i \times \frac{W_r}{R_{wi}}$$

$$P_c = ZSIC_c \times \frac{W_c}{R_{wc}}$$

Cada variable tendrá la siguiente designación:

P_w = Fuerza de Inercia del Muro.

P_r = Fuerza de Inercia de la Cubierta.

P_i = Fuerza Total Impulsiva

P_c = Fuerza Total Convectiva.

ϵW_w = La Masa Efectiva del Muro del Tanque.

W_r = La Masa efectiva de la Cubierta del Tanque.

W_i = Componente Impulsiva de la Masa del Líquido.

W_c = Componente Convectiva de la Masa del Líquido.

Z = Factor de Zona Sísmica.

C_i = Factor de Amplificación Espectral Impulsiva.

C_c = Factor de Amplificación Espectral Convectiva.

I = Factor de Importancia.

R_{wi} = Factor de Modificación de Respuesta Impulsiva.

R_{wc} = Factor de Modificación de Respuesta Convectiva.

Cortante basal total

Según el ACI 350.3R – 01 sección 4.1.2

El cortante basal debido a las fuerzas sísmicas aplicadas en la parte inferior de la pared del tanque se determinará de la siguiente manera:

$$V = \sqrt{(P_i + P_w + P_r)^2 + P_c^2}$$

Al estar definidas las fuerzas dinámicas laterales y calculando el cortante basal se procederá a incluir estos resultados al modelamiento. Se deja en claro que este análisis corresponde a las fuerzas de sismo que actúan en el reservorio a las cuales se adhieren las cargas hidrostáticas por el líquido contenido y el peso propio de los elementos estructurales del reservorio.

2.5.2. Reservorio de acero emperrado

El procedimiento de masa efectiva considera dos modos de respuesta del tanque y su contenido: primero la respuesta amplificada de alta frecuencia al movimiento lateral del suelo de la cubierta y el techo del tanque junto con una parte del contenido líquido que se mueve al unísono con la cubierta y segundo la respuesta amplificada de baja frecuencia de una parte de los contenidos líquidos en el modo fundamental de saltos. El diseño requiere la determinación de la masa hidrodinámica asociada con cada modo y la fuerza lateral y el momento de volcado aplicados a la cáscara como resultado de la respuesta de las masas al movimiento lateral del suelo.

Cortante en la base debido a las fuerzas aplicadas en la base del reservorio de almacenamiento y se determinará de acuerdo a la siguiente formula:

$$V_{ACT} = \frac{18ZI}{R_w} [0.14(W_s + W_r + W_1) + SC_1 W_2]$$

Como también el momento de volteo, para verificar el espesor de la pared del reservorio.

$$M = \frac{18ZI}{R_w} [0.14(W_s X_s + W_r H_t + W_1 X_1) + S W_2 X_2 C_1]$$

V_{ACT} = cortante basal, en libras.

M = momento de volteo aplicado a la parte inferior de la pared del tanque, en libras.

Z = coeficiente de zona.

I = factor de uso.

R_w = coeficiente de reducción de fuerza.

W_s = peso total del fondo de la carcasa del tanque, y accesorios significativos en libras.

X_s = altura desde la parte inferior del tanque hasta el centro de gravedad del reservorio, en pies.

W_r = peso total del techo del tanque, en libras.

H_t = altura total de la cáscara del tanque, en pies.

W_1 = peso de la masa efectiva del contenido del tanque que se mueve al unísono con la cubierta del tanque, en libras. (Componente impulsiva)

X_1 = altura desde la parte inferior del tanque hasta el centroide de la fuerza sísmica lateral aplicada a W_1 , en pies.

S = factor de amplificación del sitio.

W_2 = peso de la masa efectiva del primer modo de los contenidos del tanque, en libras. (Componente convectiva)

X_2 = altura desde la parte inferior del tanque hasta el centroide de la fuerza sísmica lateral aplicada a W_2 , en pies.

El coeficiente C_1 se determina de la siguiente manera:

$$C_1 = 1/(6T_w) \text{ cuando } T_w < 4.5 \text{ s}$$

o

$$C1 = 0.75/Tw^2 \text{ cuando } Tw \geq 4.5 \text{ s}$$

Para ello el primer periodo de la onda se calcula con la siguiente formula:

$$Tw = KpD^{1/2}$$

Kp = factor de relación entre el radio y el diámetro del reservorio.

D = diámetro del tanque, pies.

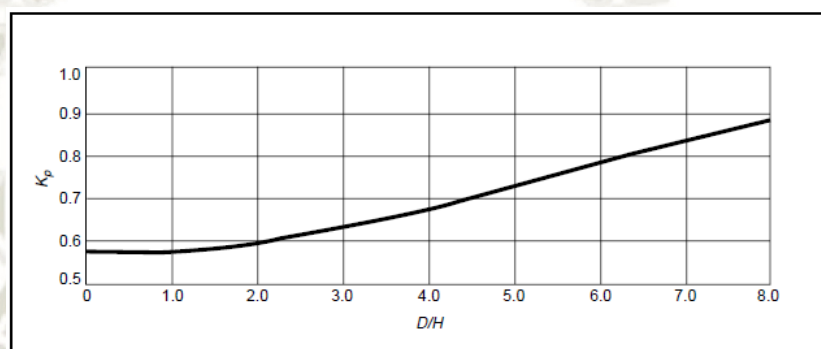


Figura 23. Curve for obtaining factor Kp for the ratio D/H

Fuente: AWWA D 103-97

Para el cálculo de las alturas a los centroides de las componentes tanto convectiva como impulsiva, tenemos la ayuda de los cuadros de curvas que relacionan el diámetro y la altura del reservorio.

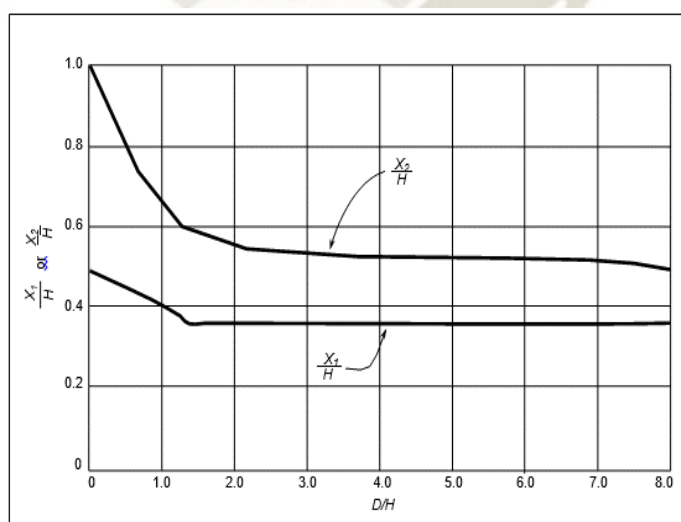


Figura 24. Curvas para obtener los factores $X1 / H$ y $X2 / H$ para la relación D / H

Fuente: AWWA D 103-97

Para el cálculo de los pesos de las componentes tanto convectiva como impulsiva, tenemos la ayuda de los cuadros de curvas que relacionan el diámetro y la altura del reservorio.

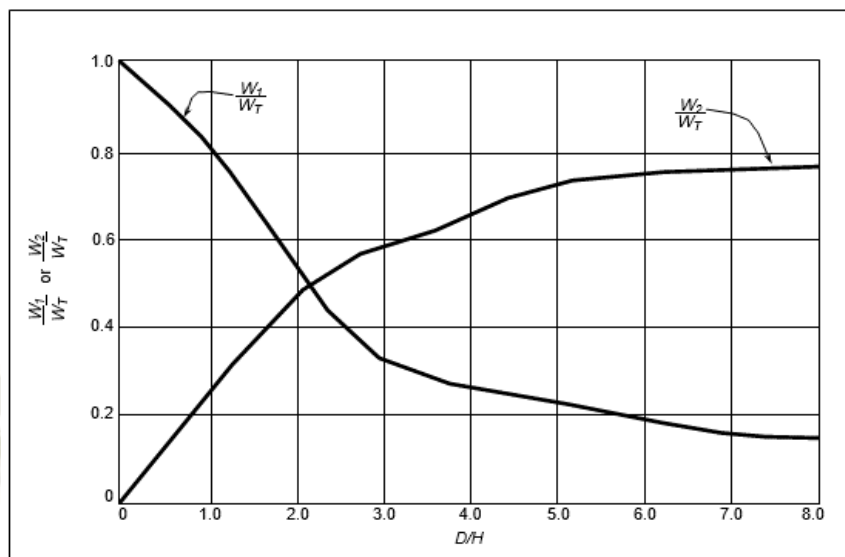


Figura 25. Curvas para obtener los factores W_1 / W_T y W_2 / W_T para la relación D / H

Fuente: AWWA D 103-97

CAPÍTULO 3

3. Cálculo Hidráulico

3.1. Número de habitantes que requieren el servicio de abastecimiento de agua potable

La población actual se ha determinado por el método de saturación (conteo de lotes), que equivale a 7099 lotes, en base a los planos de lotización por parte del Municipio.

Para efectos del cálculo de demanda se consideró el 4.3% de tasa de crecimiento de acuerdo al Compendio Estadístico INEI 2014.

La población proyectada corresponde a la población demandante sin proyecto y es la que se establece a continuación para el circuito del Reservorio N-31:

HABILITACIONES	N° DE LOTES
APIPA Sector XVII	231
APIPA Sector XI	73
APIPA Sector XII	92
APIPA Sector XIII	86
APIPA Sector XVI	427
APIPA Sector XV	1003
APIPA Sector Establecido I	343
ACNE	46
JLByR Sector V	254
JLByR Sector IV	26
JLByR Sector VII	558
JLByR Sector VIII	887
JLByR Sector IX	1191
JLByR Sector X	409
JLByR Sector XI	815
JLByR Sector XII	364
JLByR Sector Establecido II	294
TOTAL	7099

Tabla 7. Número de lotes

Fuente: Elaboración propia

Se tendrá también en cuenta que no todos los lotes están siendo habitados, por lo cual se ha estimado un promedio de 70% de habitabilidad para los sectores de intervención.

MÉTODO GEOMÉTRICO

Habitabilidad: 70%

Lotes habilitados: $7099 * 70\% = 4969$ lotes

Población: $4969 \text{ lotes} \times 3 \text{ hab/lote} = 14908$ habitantes

Pf: Población Final.

Pi: Población Inicial.

Tc: Tasa de Crecimiento.

n: Diferencia del año final e inicial.

$$Pf = Pi * (1 + tc)^n$$

AÑO	TOTAL
2016	14908
2017	15549
2018	16218
2019	16915
2020	17642
2021	18401
2022	19192
2023	20017
2024	20878
2025	21776
2026	22712
2027	23689
2028	24708
2029	25770
2030	26878
2031	28034
2032	29239
2033	30497
2034	31808
2035	33176
2036	34602
2037	36090
2038	37642

Tabla 8. Población proyectada

Fuente: Elaboración propia

3.2. Cálculo del caudal requerido

Según los planos otorgados por la municipalidad de cerro colorado tenemos un total de 17 sectores y se usara una densidad poblacional de 3 hab/lote.

Por lo tanto según Método Geométrico expresado en la Tabla 8, tenemos como población futura de 37642 Hab.

K2: Coeficiente de variación 1.3 – 1.8

Qmh: Caudal Máximo Horario

D: Dotación

Calculamos la demanda (Dem.):

Pf = 37642 habitantes

D = 150 l/hab*día

$$Demanda = 37642 \text{ hab} * 150 \frac{l}{\text{hab}} * \text{dia}$$

$$Demanda = 5646300 \text{ l/dia}$$

$$Demanda = 5646.300 \text{ m}^3/\text{dia}$$

CÁLCULO DE CAUDAL DE DISEÑO

	Caudales	Unidades
Demanda	65.35	l/s
qmd	84.96	l/s
qmh	117.63	l/s

Tabla 9. Caudales

Fuente: Elaboración propia

Se usará como caudal de diseño a 117.63 l/s para el diseño del reservorio N-31.

VOLUMEN DEL RESERVORIO

Q_{diseño}: 117.63 l/s

a) VOLUMEN DOMÉSTICO

$$\text{CAUDAL (Q)} = \text{Demanda} * K_2$$

$$\text{CAUDAL (Q)} = 10163.34 \text{ m}^3/\text{día}$$

Según Reglamento Nacional de Edificaciones

$$V_{\text{domestico}} = 10163.34 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}} \times 25\%$$

$$V_{\text{domestico}} = 2540.84 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen consumo doméstico } \mathbf{2540.84 \text{ m}^3}$$

b) VOLUMEN CONTRA INCENDIO

$$V_{\text{incendio}} = \text{Dot. Grifo} \times N^{\circ} \text{ Sectores}$$

$$\text{Sectores} = 17 * 70\% \text{ de habitabilidad} = 12$$

$$\text{Dotación por sector} = 50 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{incendio}} = 50 \text{ m}^3 \times 12 \text{ sectores}$$

$$V_{\text{incendio}} = 600$$

$$\text{Volumen contra incendio } \mathbf{600 \text{ m}^3}$$

c) VOLUMEN DE EMERGENCIA

$$V_{\text{emergencia}} = (V_{\text{incendio}} + V_{\text{domestico}}) \times 15\%$$

$$V_{\text{emergencia}} = (600 + 2540.84) \times 15\%$$

$$V_{\text{emergencia}} = 471.13 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de emergencia } \mathbf{471.13 \text{ m}^3}$$

VOLUMEN TOTAL DEL RESEVORIO

$$V_{\text{almacenamiento}} = V_{\text{regulación}} + V_{\text{contra incendio}} + V_{\text{reserva}}$$

$$V_{\text{almacenamiento}} = 2540.84 \text{ m}^3 + 600 \text{ m}^3 + 471.13 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{almacenamiento}} = 3611.97 \text{ m}^3$$

El volumen de almacenamiento resulta 3611.97 m^3 por aspectos de mantenimiento y operación se establecerá $V_{\text{almacenamiento}} = 3650 \text{ m}^3$

$$\text{Volumen total del reservorio} = 3650 \text{ m}^3$$

CAPÍTULO 4

4. Diseño de Reservorio de Concreto Armado

4.1. Reservorio de Concreto Armado

4.1.1. Dimensionamiento del reservorio

El reservorio será cilíndrico.

$$V = \frac{\pi * D^2}{4} * H$$

Donde:

V: Volumen del Reservorio.

D: Diámetro del Reservorio.

H: Altura del Reservorio.

$$V = 3650 \text{ m}^3$$

$$H = 6 \text{ m}$$

$$3650 = \frac{\pi * D^2}{4} * 6$$

$$D = \sqrt{\frac{3650 * 4}{6 * \pi}}$$

$$D = 27.83 \text{ m} \cong 28 \text{ m}$$

DIMENSIONAMIENTO DE LA TAPA

La tapa del Reservorio tendrá la forma de un domo esférico.

Para f: flecha de la Tapa.

$$f = D_i / 6 \text{ [m]} \quad f = 28/6 \quad f = 4.65 \text{ m}$$

D_i: Diámetro interno en metros

ESTRUCTURACION DEL RESERVORIO

El modelo analizado es un reservorio cilíndrico vertical de concreto armado con espesor constante, casi lleno de agua hasta su totalidad, apoyado en todo su perímetro al suelo.

El reservorio es cerrado en su parte superior por medio de una cubierta en forma de bóveda y que es empotrada en la parte superior del cilindro.

Las Dimensiones para el modelo son:

ELEMENTO	Dimensiones (m)
Diámetro del reservorio	28.00
Altura del cilindro	6.80
Espesor muro del reservorio	0.40
Diámetro de cúpula	28.00
Espesor de cúpula	0.10
Radio interior de la cúpula	23.20
Angulo barrido de la bóveda	37.12°
Nivel del agua	6.00

Tabla 10. Dimensiones del reservorio

Fuente: Elaboración propia

PARAMETROS DE DISEÑO ESTABLECIDOS

- El módulo de elasticidad del concreto armado, E_c , es de 252902.45 kg/cm².
- El módulo de elasticidad del acero, E_s , es de 2100000.00 kg/cm².
- El módulo de deformación transversal (coeficiente de Poisson) se admite que sea igual a 0,2.
- La resistencia a compresión del mortero será de 280 kg/cm².
- La densidad depende de la cantidad de armadura reticulada de 2400 kg/m³.

Cálculo del espesor de la cúpula

Según el ACI 350.3R – 06 sección G.2.3.1.2, la siguiente formula nos ayuda a calcular el espesor de la resistencia a los esfuerzos de compresión y la protección ante la corrosión en el refuerzo:

$$h_d = r_d \sqrt{\frac{1.5P_u}{\phi B_f B_c E_c}} ; \quad h_d = 0.1 \text{ m}$$

P_u = Presión unitaria de diseño de la cúpula

B_i = Factor de reducción del pandeo por imperfecciones geométricas.

$B_i = (r_d/r_i)^2$, el máximo valor permitido para r_i será $1.4 r_d$, en ese caso: $B_i = 0.5$

B_c = Factor de reducción del pandeo por creep, no linealidad y fisuramiento del concreto.

$B_c = 0.44 + 0.003 (L)$

Para $12 \text{ lb/ft}^2 < L \leq 30 \text{ lb/ft}^2$

$B_c = 0.53$

Para $L \geq 30 \text{ lb/ft}^2$

E_c = Módulo de elasticidad del concreto [Lb/in^2].

r_d = Radio interno del domo [in].

L = Carga viva

Espesor de muro

El muro del reservorio es el cual soportará la presión del líquido contenido, para ello se diseñará por flexión y como todos los elementos en contacto con el agua se considerará una resistencia de $f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ como mínimo según alcances de la ACI 350 – 06.

Según el ACI 350, los muros de concreto reforzado con altura mayor a los 3 metros tendrán un espesor mínimo de 0.30 metros (30 centímetros).

Para verificar el espesor de 40 centímetros planteado, se analizará para condiciones de tensión anular o tensión del refuerzo horizontal, cuando el muro está expuesto a presiones internas debido a la presión del agua, con la siguiente expresión:

$$t = \left(\frac{CE_s + f_s - nf_r}{f_r f_s} \right) T_{m\acute{a}x}$$

Donde

C = coeficiente de contracción del concreto colado, varía desde 0.0003 a 0.0008.

E_s = módulo de elasticidad del acero de refuerzo.

f_s = esfuerzo de tensión anular del acero de refuerzo.

n = relación de módulos de elasticidad entre el acero y el concreto, $n=E_s/E_c$.

f_r = módulo de ruptura a la tensión del concreto.

$T_{máx}$ = Tensión máxima en el refuerzo, Kg/m

$$t = \frac{2322.499}{100 * 1400 * 28} * T_{máx}$$

$$t = 0.00059 * T_{máx}$$

$$t = 34.272 \text{ cm}, \text{ a esto debemos sumarle el recubrimiento de 4 cm.}$$

$$t = 34.272 \text{ cm} + 4 \text{ cm} = 38.272 \text{ cm}$$

$$t = 38.272 \text{ cm} \approx 40 \text{ cm}$$

Dimensiones de la viga anular

A la viga se le colocó una dimensión de 50 x 50 centímetros de sección transversal, para verificar si esta sección será la correcta para el sucesivo diseño se analizará la máxima fuerza anular actuante en el anillo que es la viga, haciendo uso de la fórmula del punto anterior:

$$t = \left(\frac{CE_s + f_s - nf_r}{f_r f_s} \right) T_{máx}$$

$$t = \frac{2007.499}{100 * 1400 * 28} * T_{máx}$$

$$t = 0.000512 * T_{máx}$$

$$t = 44.032 \text{ cm}, \text{ a esto debemos sumarle el recubrimiento de 4 cm.}$$

$$t = 44.032 \text{ cm} + 4 \text{ cm} = 48.032 \text{ cm}$$

$$t = 48.032 \text{ cm} \approx 50 \text{ cm}$$

Espesor de la cimentación

Al tener una losa de cimentación con 2 capas de refuerzo, según el ACI 350 – 06 en su apéndice H.3 (slab thickness), especifica que se debe tener un espesor mínimo de 6 pulgadas, por lo tanto el espesor escogido para nuestro caso será:

$$e = 20 \text{ cm}$$

CARGAS DE DISEÑO

A través del modelo realizado en SAP2000, hacemos el cálculo de las diferentes cargas de cada elemento que conforma el reservorio; hallando en cada nudo restringido de la base del elemento las reacciones verticales para así calcular el peso por carga muerta y viva.

a) Carga Muerta

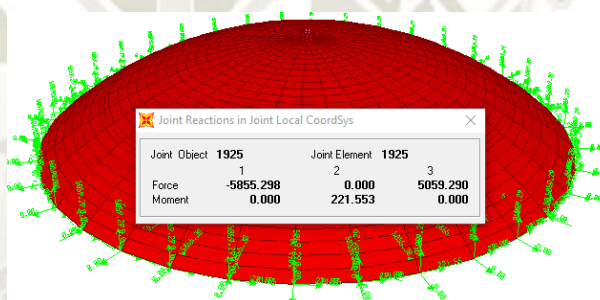


Figura 26. Peso de cúpula
Fuente: Elaboración propia

$$\begin{aligned} \text{Peso Total Cúpula} &= \# \text{ Joint} \times \text{Reacción Joint} \\ \text{Peso Total Cúpula} &= 36 \times 5059.29 \text{ kgf} \\ \text{Peso Total Cúpula} &= 182134.44 \text{ kgf} \end{aligned}$$

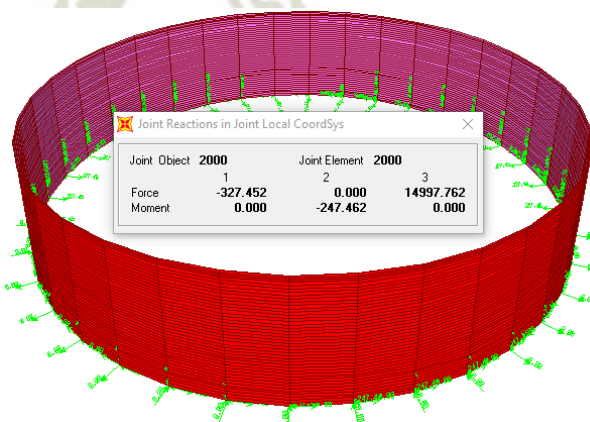


Figura 27. Peso de muro
Fuente: Elaboración propia

Peso Total Muro = # Joint x Reacción Joint
Peso Total Muro = 36 x 14997.762 kgf
Peso Total Muro = 539919.432 kgf



Figura 28. Peso de viga anular
Fuente: Elaboración propia

Peso Total Viga = # Joint x Reacción Joint
Peso Total Viga = 36 x 1521.737 kgf
Peso Total Viga = 54782.532 kgf

b) Carga Viva

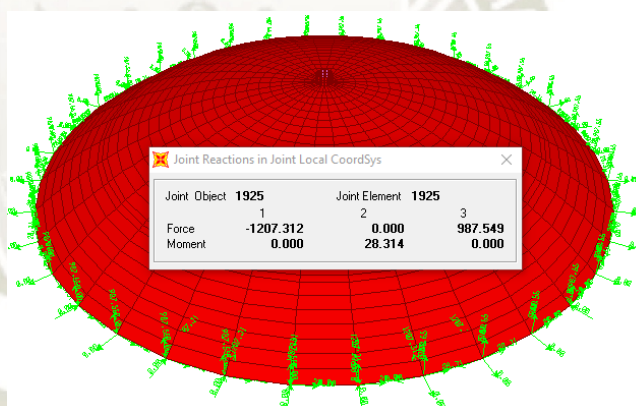


Figura 29. Peso de cúpula CV
Fuente: Elaboración propia

Peso Total Cúpula = # Joint x Reacción Joint
Peso Total Cúpula = 36 x 987.549 kgf
Peso Total Cúpula = 35551.764 kgf

4.1.2. Determinación de los parámetros sísmicos

Los parámetros sísmicos serán determinados como se explicó en el marco teórico.

Categoría del edificio	A	
Zonificación (Z)	S2	
Parámetros de sitio	S2	1.15
	Tp	0.6
	Tl	2
Factor de uso (U)	1.5	
Factor de modificación de respuesta		
Impulsiva	2	
Convectiva	1	

4.1.3. Análisis por el método estático

4.1.3.1. Cálculos de las cargas sísmicas de diseño

a. Cálculo del factor de corrección

Según el ACI 350.3R – 01 sección 9.5.2 para tanques circulares tenemos la siguiente fórmula para el Coeficiente de Masa Efectiva:

$$\varepsilon = \left[0.0151 \left(\frac{D}{H_L} \right)^2 - 0.1908 \left(\frac{D}{H_L} \right) + 1.021 \right]$$

$$\varepsilon = 0.4594$$

Donde:

D: Diámetro del Reservorio

HL: Altura del nivel del agua

b. Cálculo de los pesos efectivos del líquido almacenado; componente impulsiva (w_i) y convectiva (w_c)

En el diseño:

$$\frac{W_i}{W_L} = 0.247$$

$$\frac{W_c}{W_L} = 0.706$$

El valor ya calculado de W_L es 3694512.96 kg

$$W_i = 913617.187 \text{ Kg}$$

$$W_c = 2607671.92 \text{ Kg}$$

c. Cálculo de la rigidez del resorte

$$K_c = 1540816.85 \text{ Kg/m}$$

4.1.3.2. Cálculos de las alturas a los centros de gravedad

d. Cálculo de las alturas al centro de gravedad de la ubicación de las componentes impulsiva y convectiva

- Componente Impulsiva

$$h_i = 2.25 \text{ m}$$

- Componente Convectiva

$$h_c = 3.15 \text{ m}$$

4.1.3.3. Cálculos de las propiedades dinámicas

e. Cálculo de los factores de amplificación C_l , C_w para la masa impulsiva

$$c_w = 0.132$$

$$c_l = 0.249$$

f. Cálculo de la frecuencia de vibración natural combinada (w_i) y el periodo de la masa impulsiva

$$w_{i=} 23.51 \text{ rad/s}$$

$$T_{i=} 0.27 \text{ s}$$

g. Calculamos los coeficientes y la frecuencia de vibración convectiva:

$$\lambda = 8.82384$$

h. Cálculo de la frecuencia de vibración del componente convectivo (w_c) del líquido almacenado

$$w_{c=} 1.67 \text{ rad/s}$$

$$T_{c=} 3.77 \text{ s}$$

4.1.3.4. Cálculos de los factores de amplificación espectral C_i y C_c

Según el ACI 350.3R – 01 sección 9.4

i. C_i se determinará de la siguiente manera:

For $T_i \leq 0.31$ s,

$$C_i = \frac{2.75}{S}$$

For $T_i > 0.31$ s,

$$C_i = \frac{1.25}{T_i^{2/3}} \leq \frac{2.75}{S}$$

Coeficiente de Diseño Sísmico Horizontal Modo Impulsivo

$$Z = 0.35$$

$$U = 1.50$$

$$S = 1.15$$

$$R_i = 2$$

$$T_i = 0.27 \text{ s} < 0.31 \text{ s}$$

$$C_{i5\%} = 2.39$$

j. C_c se determinará de la siguiente manera:

For $T_c \geq 2.4$ s,

$$C_c = \frac{6.0}{T_c^2}$$

Coeficiente de Diseño Sísmico Horizontal Modo Convectivo

$$Z = 0.35$$

$$U = 1.50$$

$$S = 1.15$$

$$R_c = 1$$

$$T_c = 3.77 \text{ s} > 2.4 \text{ s}$$

$$C_{c5\%} = 0.42$$

4.1.3.5. Cálculos de las fuerzas laterales dinámicas

En la siguiente tabla tenemos las distintas propiedades dinámicas halladas anteriormente, que serán necesarias para el cálculo de las fuerzas laterales.

Factor de Corrección, ξ	0.4594	
Peso Efectivo del Muro del Reservorio, ξW_w	248062.98	Kg
Peso de la Cúpula del Reservorio, W_d	182134.44	Kg
Peso Equivalente de la Componente Impulsiva, m_i	913617.19	Kg
Peso Equivalente de la Componente Convectiva, m_c	2607671.92	Kg
Fuerza Inercial Lateral por aceleración del Muro, P_w	179070.47	Kg
Fuerza Inercial Lateral por aceleración de la Cúpula, P_d	131478.30	Kg
Fuerza Lateral Impulsiva, P_i	659517.41	Kg
Fuerza Lateral Convectiva, P_c	665362.52	Kg

Tabla 11. Propiedades dinámicas y fuerzas laterales dinámicas del reservorio de concreto armado

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.6. Cálculo del cortante basal

El cortante basal debido a las fuerzas sísmicas aplicadas en la parte inferior de la pared del tanque se determinará de la siguiente manera:

$$V = \sqrt{(P_i + P_w + P_r)^2 + P_c^2}$$

$$V = 1176322.943 \text{ kg}$$

Distribución de las fuerzas laterales

$$F_x = \frac{V * w_x h_x}{\sum_{i=1}^n w_i h_i}$$

F_x = Fuerza aplicada sobre toda el área en ese nivel de la estructura, de acuerdo a su distribución de masa en cada nivel.

W_i = Peso asignado a cada nivel de la estructura, siendo una fracción de la carga total de la estructura.

NIVEL	Pi (kg)	hi (m)	Pi*hi	Fi (kg)	W = Fi/L (kg/m)
Impulsivo	913617.19	2.25 m	2055638.67	179189.17	2037.060
Muro	248062.98	3.00 m	744188.95	64870.64	737.463
Convectivo	2607671.92	3.15 m	8204690.81	715199.49	8130.538
Viga anular	138797.68	6.40 m	888305.13	77433.19	880.277
Domo	182134.44	8.79 m	1601825.40	139630.45	1587.348
		$\Sigma =$	13494648.96	1176322.94	

Tabla 12. Pesos de los elementos para el reservorio de concreto armado

Fuente: Elaboración propia

4.1.4. Modelamiento estructural y asignación de cargas en el software SAP2000

El modelamiento computacional que puede tener una aproximación se logra a través de la aplicación de un modelo desarrollado en el programa, haciendo uso de elementos shell, y con la incorporación de parámetros sísmicos aplicables al modelo. Los elementos shell son áreas, que pueden tener mayormente la

geometrías triangulares o de cuadriláteros, utilizados para modelar comportamientos combinados del tipo membrana y placa (flexión).

Dado que los elementos *shell* representan mejor las características de los efectos axiales y flectores que involucra el comportamiento de los reservorios de almacenamiento es por lo cual son útiles para el modelado.

Se harán modelos tridimensionales de los reservorios diseñados mediante la aplicación de elementos *shell* en los muros, y una distribución adecuada de las masas que representan los efectos hidrodinámicos del líquido, para cada reservorio según lo calculado aplicando las metodologías de cada norma.

- a. Primero se realiza el modelo de la estructura del reservorio tomando en cuenta sus dimensiones, material y restricciones en la base; los muros del reservorio son definidos mediante un grillado que en este primer modelo es de 45 divisiones en altura y 36 divisiones radiales. (Ver Figura 27)

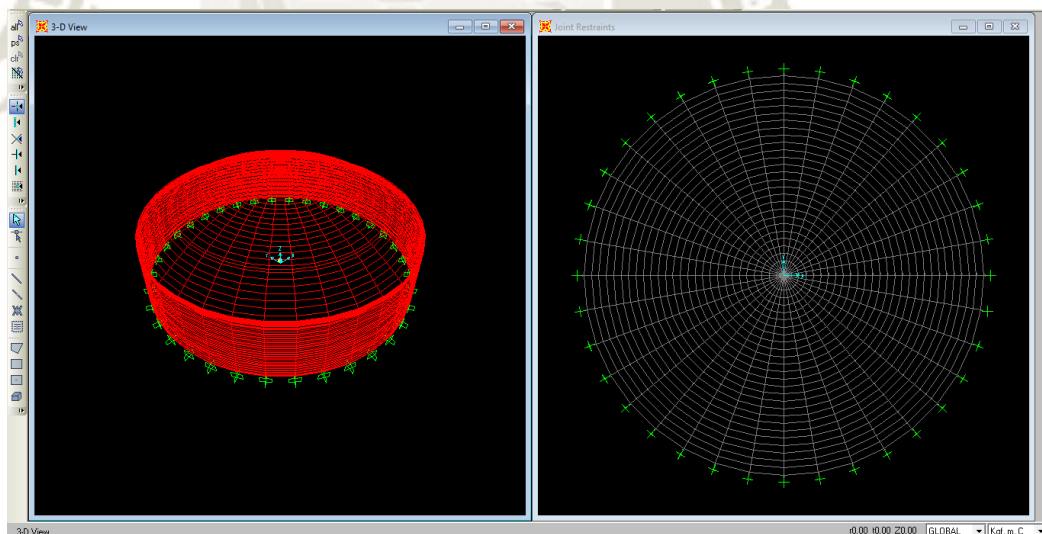


Figura 30. Grillas del reservorio de concreto armado idealizado en Sap2000

Fuente: Elaboración propia

- b. Se definen los materiales, acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ y concreto $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$, como también las secciones área (losa, cúpula, viga y muro).
- c. Definimos las propiedades de las secciones, precisamente los espesores y materiales definidos, en este caso será un espesor de cúpula de 10 cm, de muro de 40 cm y viga anular una sección de 50 cm x 50 cm, todos estos

elementos fueron modelados como elementos *shell*, ya explicado al comienzo el porqué de su utilización.

Al ya haber asignado las secciones modeladas a las grillas dibujadas al inicio, se le asignaran las restricciones a los *joints* o nodos inferiores del muro modelado, siendo en este caso empotrados, restringido tanto para desplazamientos como para giros.

- d. Definimos los *Load Patterns*, considerando la componente impulsiva y convectiva como cargas de sismo, usando coeficientes y las demás cargas como son carga muerta, viva, presión de agua, peso de agua y losa.
- e. En el caso del método estático para hallar la cortante basal, colocaremos las fuerzas laterales dinámicas como *frames*, cuyo peso no afectara en el resultado, que serán afectados por fuerzas horizontales, cada uno en la altura correspondiente como se ve en la Tabla 12.

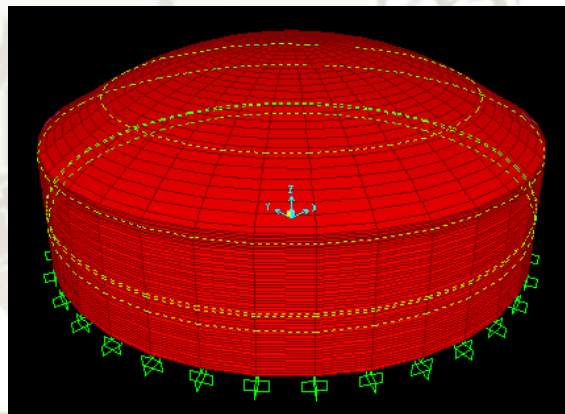


Figura 31. Fuerzas laterales dinámicas reservorio de concreto armado
Fuente: Elaboración propia

- f. El peso convectivo W_c , será definido como una carga de masa en el centro del reservorio de almacenamiento que se adhiere a las paredes del tanque a través de resortes cuya rigidez axial, corresponde a la del líquido contenido. Esto es porque el peso convectivo representa el oleaje que ocurre en la parte superior del líquido contenido.

Según los cálculos, la rigidez es 1540816.85 kg/m y será dividida entre 36, que es la cantidad de secciones en las que dividimos radialmente el muro del reservorio, a continuación se mostraran los cálculos:

$$K_c = 1540816.85, \text{ rigidez total.}$$

$$K_c = 1540816.85 / 36 = 42800.4681 \text{ kg/m, rigidez de un resorte.}$$

$$K_c = 42800.4681 * 2 = 85600.93625 \text{ kg/m (se multiplicó por 2 que es el } R_{wc})$$

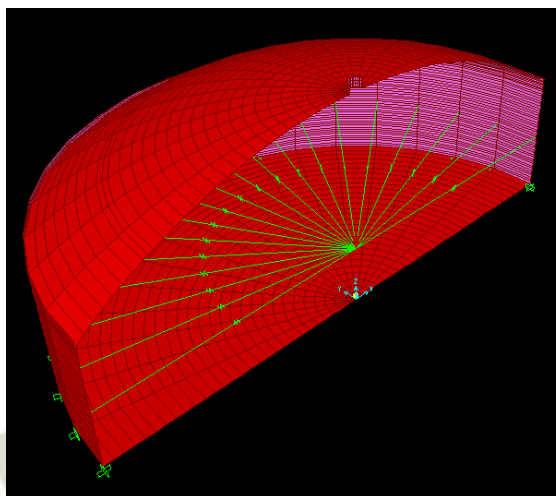


Figura 32. Ubicación del componente convectivo y asignación en el reservorio de concreto armado

Fuente: Elaboración propia

Luego de haber dibujado los resortes, el peso convectivo es aplicado al centro del reservorio a la altura h_c , es definido por el peso calculado multiplicado por el factor de reducción igual 2.

$$M_c = 2607671.92 \text{ kg}$$

$$M_c = 2607671.92 * 2 = 5215343.840594 \text{ kg}$$

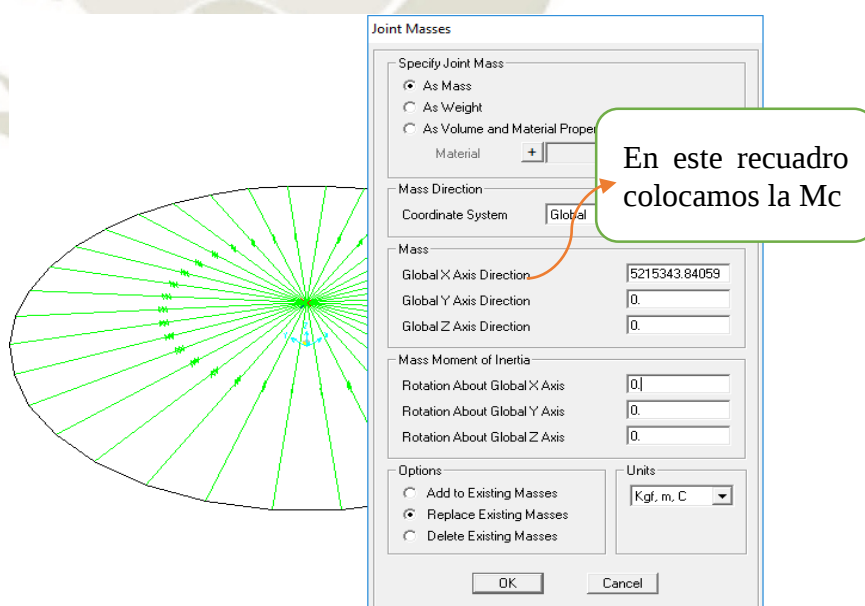


Figura 33. Definimos el peso convectivo del reservorio de concreto armado

Fuente: Elaboración propia

- g. El peso impulsivo W_i se adhiere rígidamente a las paredes inferiores del tanque, y que dicha masa al estar totalmente confinada, deberá unirse a las paredes del tanque a través de resortes cuya rigidez es infinita.

$$M_i = 913617.187 \text{ kg}$$

$$M_i = 913617.187 / 36 / 16 = 1586.14095 \text{ kg}$$

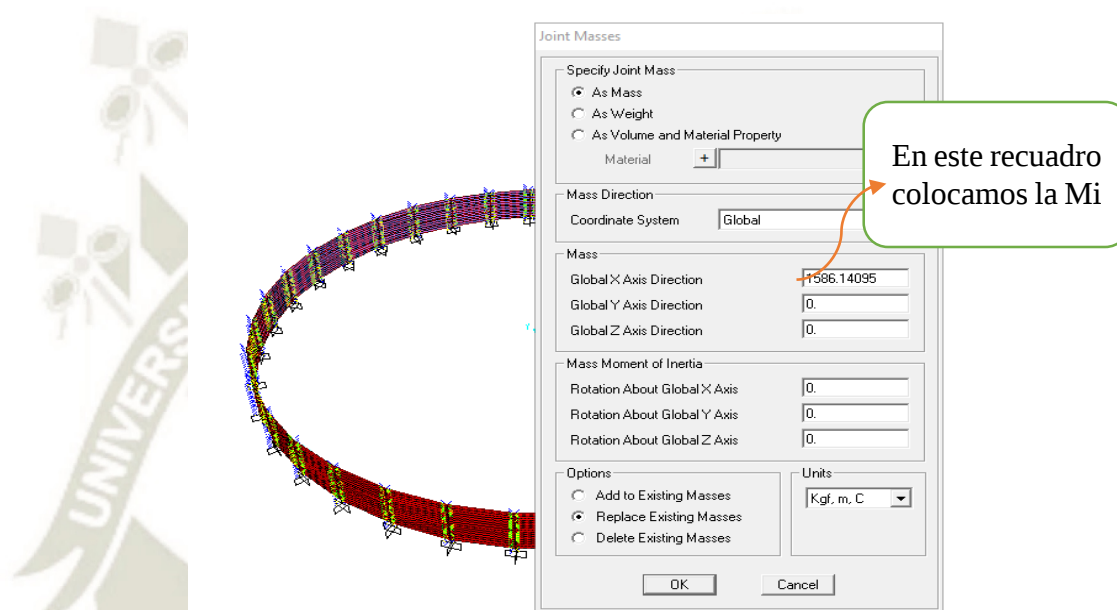


Figura 34. Definimos el peso impulsivo del reservorio de concreto armado
Fuente: Elaboración propia

- h. Ahora procedemos a colocar las presiones de agua, para procesar estos datos en el programa SAP2000, es necesario realizar un análisis previo y obtener ecuaciones, que representen la distribución de fuerzas de presión hidrostática, de la siguiente manera:

H_i = Altura a la que se encuentra la base de la cuba

H_f = Altura máxima de agua almacenada

C, D = constantes para la ecuación

P_a = Presión en la base de la cuba

P_b = Presión en la altura máxima de agua almacenada

$$H_i * C + D = P_a$$

$$H_f * C + D = P_b$$

$$0 * C + D = 6000$$

$$6 \cdot C + D = 0$$

$$C = -1000$$

$$D = 6000$$

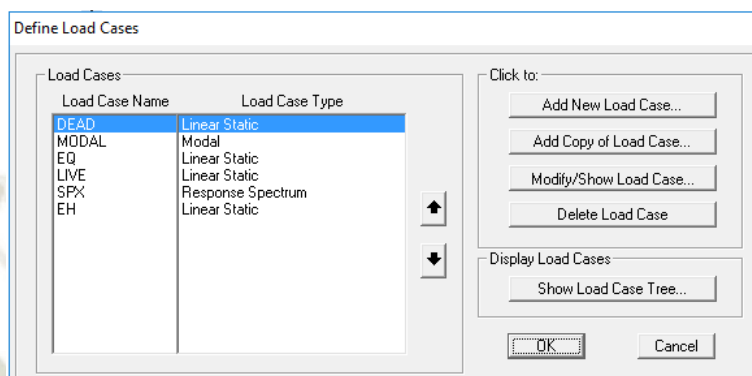


Figura 35. Definir el empuje hidrostático, reservorio de concreto armado

Fuente: Elaboración propia

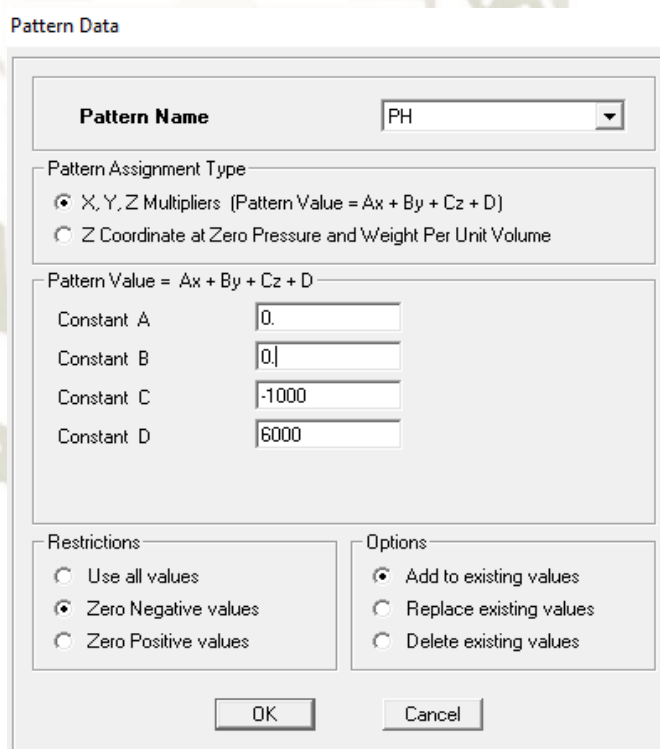
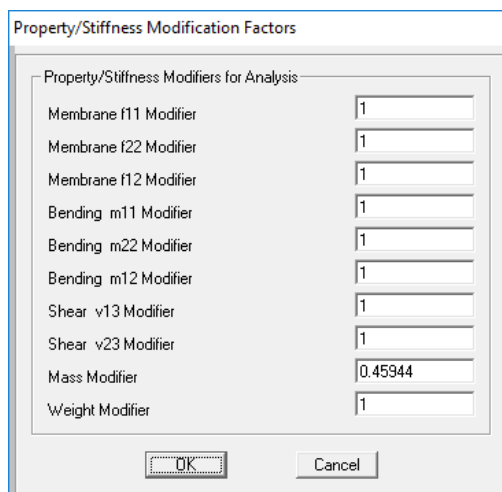


Figura 36. Definir mediante ecuación el empuje hidrostático, reservorio de concreto armado

Fuente: Elaboración propia

- i. Asignamos la sobre carga del techo que tiene el valor de 50 kg/m², según la NTP 020.
- j. Corregimos el peso del muro con el factor de reducción ϵ ya calculado.



Property/Stiffness Modifiers for Analysis	
Membrane f11 Modifier	1
Membrane f22 Modifier	1
Membrane f12 Modifier	1
Bending m11 Modifier	1
Bending m22 Modifier	1
Bending m12 Modifier	1
Shear v13 Modifier	1
Shear v23 Modifier	1
Mass Modifier	0.45944
Weight Modifier	1

Figura 37. Factor de reducción multiplicado por las paredes, reservorio de concreto armado

Fuente: Elaboración propia

- k. Asignamos el espectro de respuesta hacia una dirección, ya que nuestro reservorio es simétrico y regular.

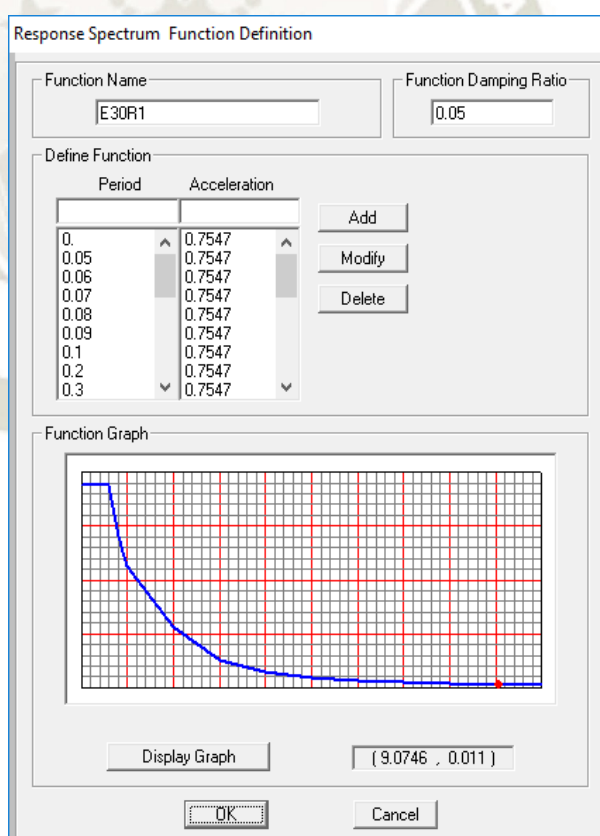


Figura 38. Espectro de respuesta para reservorio de concreto armado

Fuente: Elaboración propia

1. Según el ACI 350 – 06 recomienda las siguientes combinaciones de carga para estructuras que almacenan líquidos y están expuestas al medio ambiente.

$$\begin{aligned}
 U &= 1.4(D + F) \\
 U &= 1.2(D + F + T) + 1.6(L + H) + 0.5(L_r \text{ ó } S \text{ ó } R) \\
 U &= 1.2D + 1.6(L_r \text{ ó } S \text{ ó } R) + (1.0L \text{ ó } 0.8W) \\
 U &= 1.2D + 1.6W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ ó } S \text{ ó } R) \\
 U &= 1.2D + 1.0E + 1.0L + 0.2S \\
 U &= 0.9D \pm 1.6W + 1.6H \\
 U &= 0.9D \pm 1.0E + 1.6H
 \end{aligned}$$

D = Carga muerta, E = Carga de sismo, F = Carga por presión lateral del fluido, L = Carga viva, L_r = Carga de techo, H = Carga debido al peso y presión lateral del suelo, R = Carga de lluvia, S = Carga de nieve, T = Fuerzas debido al esfuerzo propio tales como la retracción, contracción de fragua y temperatura, W = Carga de viento.

Estas cargas pueden ser afectadas por factores sanitarios indicados en el ACI 350 – 06.

Resistencia requerida = Coeficiente sanitario x U

Donde:

S = 1.30 para flexión.

S = 1.65 para tracción directa

Despejando y usando las cargas que necesitaremos para nuestros combos obtenemos los siguientes:

$$\begin{aligned}
 U &= 1.4D + 1.4EH \\
 U &= 1.2D + 0.5L + 1.2EH \\
 U &= 1.2D + 1.6L \\
 U &= 1.2D + 0.5L \\
 U &= 1.2D + 1SPX \\
 U &= 0.9D \pm 1SPX
 \end{aligned}$$

Afectando las combinaciones con los coeficientes sanitarios obtenemos:

COMBINACIONES DE CARGA PARA DISEÑO POR FLEXIÓN/TENSIÓN				
Combinación	D	L	EH	S
Comb1	1.82	-	1.82	-
Comb2	1.56	0.65	1.56	-
Comb3	1.56	2.08	-	-
Comb4	1.56	0.65	-	-
Comb5	1.56	-	-	1.3
Comb6	1.17	-	-	1.3

Tabla 13. Combinación de cargas afectadas por coef. sanitario S=1.30 (Concreto armado)

Fuente: Elaboración propia

COMBINACIONES DE CARGA PARA DISEÑO POR CORTE				
Combinación	D	L	EH	S
Comb1	2.31	-	2.31	-
Comb2	1.98	0.825	1.98	-
Comb3	1.98	2.64	-	-
Comb4	1.98	0.825	-	-
Comb5	1.98	-	-	1.65
Comb6	1.485	-	-	1.65

Tabla 14. Combinación de cargas afectadas por coef. sanitario S=1.65 (Concreto armado)

Fuente: Elaboración propia

m. Luego de esto se creará el combo envolvente, con las combinaciones mencionadas, para determinar los valores máximos y mínimos que presenta el reservorio.

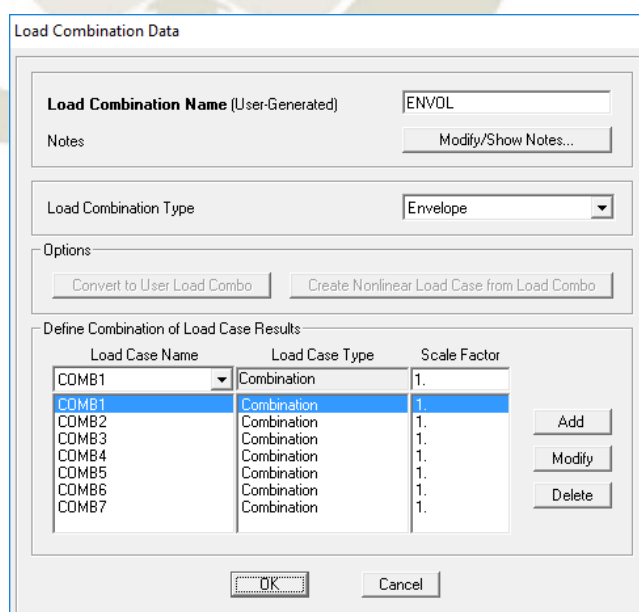


Figura 39. Definimos la envolvente, reservorio de concreto armado

Fuente: Elaboración propia

4.2. Análisis e interpretación de resultados

Se analizarán los resultados obtenidos del análisis del modelamiento del reservorio y con ellos se realizará el diseño y detalle del refuerzo final.

4.2.1. Desplazamientos

El desplazamiento lateral se da como consecuencia de los efectos sísmicos sobre la estructura. Observamos que el desplazamiento es de 0.0481 cm para una altura de 6.8 m obteniendo una distorsión de 0.0001 siendo el permitido de 0.007, cumpliendo.

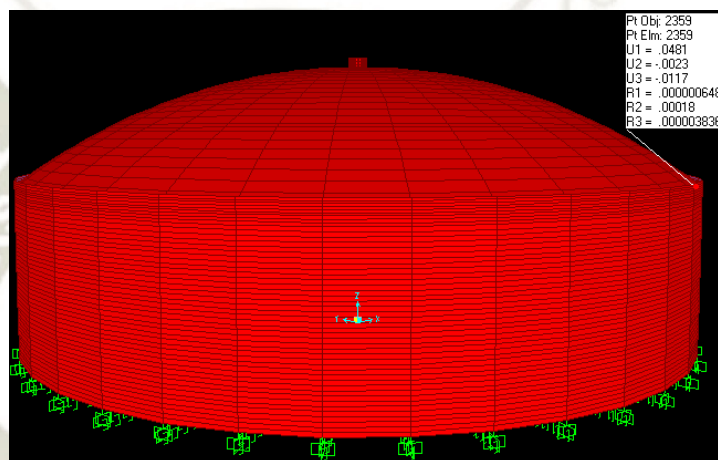


Figura 40. Desplazamiento horizontal, reservorio de concreto armado
Fuente: Elaboración propia

El máximo valor del desplazamiento vertical es 0.1902 cm. Para consideraciones de limitar las vibraciones en el sentido vertical, se tiene un criterio conservador de deflexión, el cual consiste en dividir el diámetro entre 700, obteniendo lo siguiente:

$$D/700 = 2800/700 = 4 \text{ cm} \geq 0.1902 \text{ cm}$$

4.2.2. Cortantes basales

Las cortantes basales en el fondo tanto por el método estático como el dinámico dan:

Base Reactions									
File View Format-Filter-Sort Select Options									
Units: As Noted						Base Reactions			
	OutputCase Text	Case Type Text	GlobalFX Kgf	GlobalFY Kgf	GlobalFZ Kgf	GlobalMX Kgf-m	GlobalMY Kgf-m	GlobalMZ Kgf-m	GlobalX m
►	EQ	LinStatic	-1184825.54	-0.000002612	32240.07	-41588.59	-479586.72	4.61	0

Figura 41. Método estático

Fuente: Elaboración propia

Base Reactions									
File View Format-Filter-Sort Select Options									
Units: As Noted									
Base Reactions									
	OutputCase Text	Case Type Text	Step Type Text	GlobalFX Kgf	GlobalFY Kgf	GlobalFZ Kgf	GlobalMX Kgf-cm	GlobalMY Kgf-cm	GlobalMZ Kgf-cm
►	SPX	LinRespSpec	Max	167568.56	2144	4700.3	661811.29	7681263.96	2991222.04

Figura 42. Método dinámico

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Fuerzas meridianas y paralelas en la cúpula

La fuerza en paralelo es de 5.56 tn, en el anillo externo paralelo se tiene una fuerza de 11.40 tn, mientras que la fuerza máxima en el meridiano es de 3.39 tn, todas ellas dadas por la envolvente.

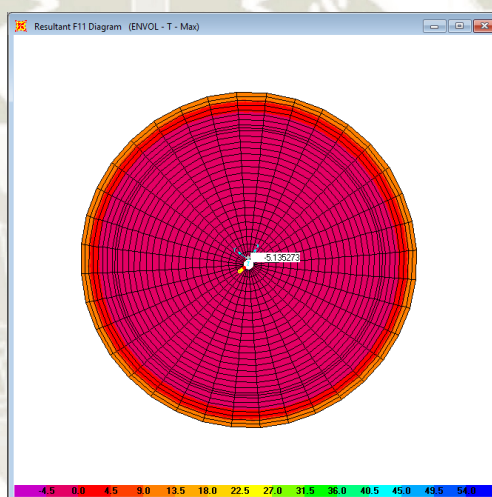


Figura 43. Fuerzas 1-1 o en paralelo de la cúpula

Fuente: Elaboración propia

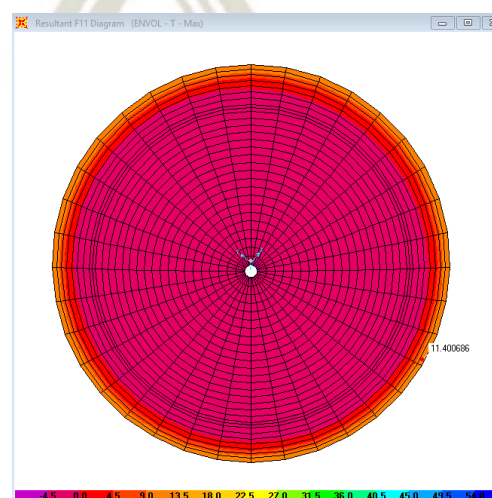


Figura 44. Fuerzas 1-1 o en paralelo del anillo externo de la cúpula

Fuente: Elaboración propia

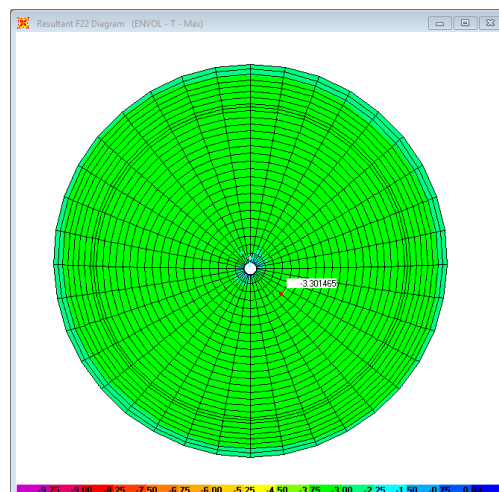


Figura 45. Fuerzas 2-2 o meridianas de la cúpula

Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Fuerza axial en la viga

La fuerza axial de la viga por envolvente es de 43.86 tn.

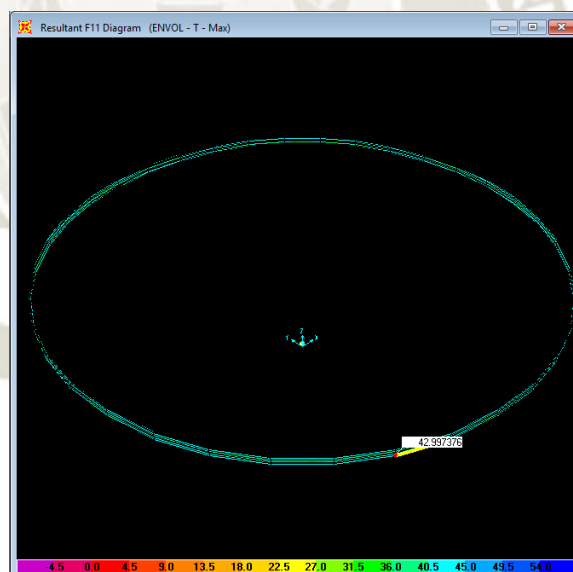


Figura 46. Fuerza axial en la viga anular

Fuente: Elaboración propia

4.2.5. Fuerzas para el cálculo del muro cilíndrico

La fuerza resultante F11 para la dirección anular es de 57845.53 kg, mientras que la máxima F22 para la dirección vertical es de 12786.74 kg.

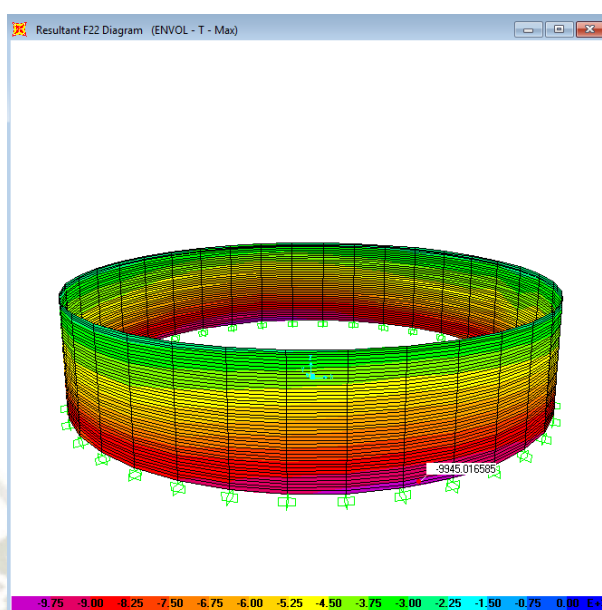


Figura 47. Fuerzas 1-1 en el muro cilíndrico

Fuente: Elaboración propia

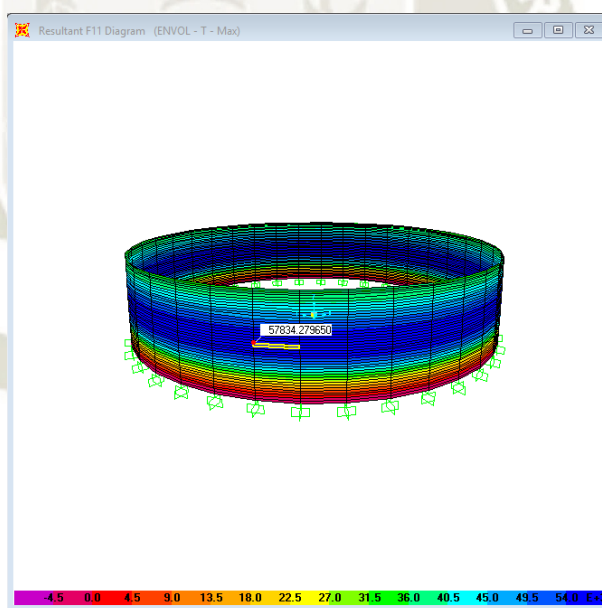


Figura 48. Fuerzas 2-2 en el muro cilíndrico

Fuente: Elaboración propia

Dándonos el método estático un mayor valor respecto al método dinámico.

A. DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

CÚPULA

a. Dirección del Paralelo

$$f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

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

$$e = 10 \text{ cm}$$

$$F_{11} = 5.14 \text{ tn/m}$$

Resistencia a la compresión

$$\sigma_{ct} = 0.4 \cdot \sqrt{f'c}$$

$$\sigma_{ct} = 6.693 \text{ tn/m}^2$$

$$\sigma_c = 5.14 \text{ tn/m}^2 \quad \text{¡OK!}$$

Utilizaremos un refuerzo de acero mínimo ya que no excedemos el esfuerzo producido al dado por el reglamento.

$$A_{s \text{ min}} = 0.004 \cdot b \cdot e$$

$$A_{s \text{ min}} = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ por malla}} = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ varillas} = 4$$

$$\text{separación} = 25.00 \text{ cm}$$

1 malla de Ø 1/2" @ 0.25 m

Anillo exterior de la cúpula

$$F_{11} = 11.40 \quad \text{tn/m}$$

$$E_s = 2100000 \quad \text{kg/cm}^2$$

$$E_c = 252902.45 \quad \text{kg/cm}^2$$

$$n = 8.304$$

$$r = 4 \quad \text{cm}$$

$$\sigma_{at} = 0.5 \cdot f_y$$

$$\sigma_{at} = 2100 \quad \text{kg/cm}^2$$

$$\sigma_{ct} = 0.1 \cdot f'_c$$

$$\sigma_{ct} = 28.00 \quad \text{kg/cm}^2$$

$$A_c = 100 \cdot e = 1500 \quad \text{cm}^2$$

$$A_c = 0.01 \cdot A_c = 15 \quad \text{cm}^2$$

$$A_s \text{ por malla: } 15 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ varillas : } 5$$

$$\text{separación : } 20.00 \text{ cm}$$

1 mallas de Ø 3/4" @ 0.20 m

b. Dirección del Meridiano

$$f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

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

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

$$F_{22} = 3.39 \text{ tn/m}$$

Resistencia a la compresión

$$\sigma_{ct} = 0.4 \cdot \sqrt{f'_c}$$

$$\sigma_{ct} = 6.693 \quad \text{tn/m}$$

$$\sigma_c = 3.39 \quad \text{tn/m} \quad \text{¡OK!}$$

Utilizaremos un refuerzo de acero mínimo ya que no excedemos el esfuerzo producido al dado por el reglamento.

$$A_{s \text{ min}} = 0.004 \cdot b \cdot e$$

$$A_{s \text{ min}} = 6.00 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ por malla: } 6.00 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ varillas : } 4$$

$$\text{separación : } 25.00 \text{ cm}$$

1 mallas de Ø 5/8" @ 0.25 m

PARED CILÍNDRICA

a. Dirección Horizontal

El espesor mínimo para evitar el fisuramiento por tracción está dado por:

Datos:

$$f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

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

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

$$r_{ec} = 4 \text{ cm}$$

$$d = 36 \text{ cm}$$

$$E_s = 2100000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E_c = 252902.45 \text{ Kg/cm}^2$$

$$n = 8.30$$

$$f_s = 1400 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_c = 28 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\xi_{sh} = 0.0007$$

$$F_{11} = 57845.527 \text{ Kg/m}$$

$$A_s = 45.91 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ por malla: } 22.95 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ varillas : } 8$$

$$\text{separación : } 13 \text{ cm}$$

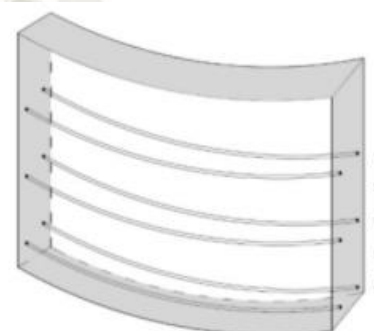


Figura 49. Distribución acero horizontal en muro

2 mallas de Ø 3/4" @ 0.13 m

b. Dirección Vertical

$$A_s = \frac{T_u}{\phi f_s}$$

$$F22 = 12786.741 \text{ kg/m}$$

$$A_s = 10.148 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ por malla: } 5.074 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ varillas : } 3$$

$$\text{separación : } 34 \text{ cm}$$

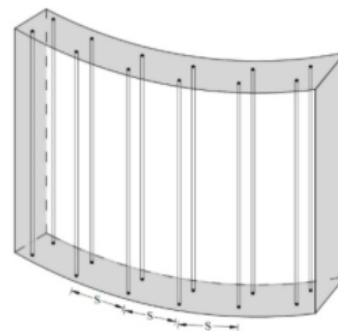


Figura 50. Distribución
acero vertical en muro

2 mallas de Ø5/8" @ 0.30 m

VIGA ANULAR

Datos:

$$f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

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

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

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

$$d = 46 \text{ cm}$$

$$E_s = 2100000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E_c = 252902.45 \text{ Kg/cm}^2$$

$$n = 8.30$$

$$f_s = 2100 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_c = 28 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F11 = 43.86 \text{ tn/m}$$

Cálculo del área de acero

$$A_{s \text{ min}} = \frac{0.8 \sqrt{f'_c}}{f_y} b d$$

$$A_s = 20.88 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 7.97 \text{ cm}^2$$

4 Ø 1" + 6 Ø 5/8"

Verificación del concreto en tracción

$$2\sqrt{f'_c} = 33.47 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{ct} = 16.54 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{ct} \leq 2\sqrt{f'_c} \text{ OK}$$

Estribos 3/8" @ 0.20 m

4.2.6. Diseño de Cimentación

La cimentación que tendrá la estructura constará de una losa de cimentación y una zapata anular alrededor de la losa. El anillo y la losa de cimentación estarán apoyados a una profundidad de un metro según lo recomendado por el estudio de suelos y lo verificado en el análisis.

Con los datos del programa verificamos que hay un anillo en el que los momentos son mayores comparados con el espacio en el que se planteará la losa.

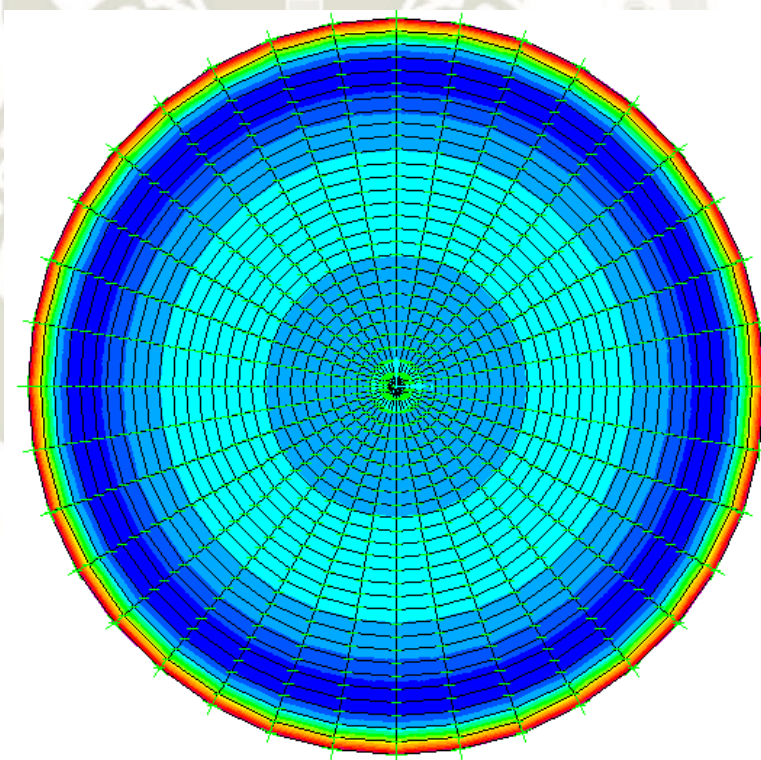


Figura 51. Esfuerzos en la losa circular reservorio de concreto armado

Fuente: Elaboración propia

qs =	3.07 kg/cm ²
Az =	1202780.94 cm ²
P =	3692537.48 kg
D =	2880 cm
d =	2600.57 cm
B =	139.714287 cm

$$\begin{aligned} PD &= 14997.76 \text{ kg} \\ A &= 3.52 \text{ m}^2 \\ PA &= 21097.80 \text{ kg} \\ Pu &= 43314.67 \text{ kg} \\ qu &= 1.23 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Ahora hallamos el peralte de la zapata con los datos calculados:

$$d = 15.62$$

Este valor lo comparamos con la longitud de desarrollo de una barra de 5/8"

$$L_{dc} = 30.06 \text{ cm}$$

A este valor le sumamos el recubrimiento y espesor de varilla:

$L_d = 35.85 \text{ cm}$, con esto nuestro peralte de zapata sería de 40 cm al redondeo, teniendo un peralte efectivo de 34.21 cm.

Calculamos el acero de zapata:

$$M_{11} = 8240.5552 \text{ kg.cm}$$

$$k_u = 0.00420436$$

$$\rho = 1.001\text{E-}06$$

$$A_s = 0.0140 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 42 \text{ cm}^2$$

Acero superior Ø 1" @ 0.15 m

Acero inferior Ø 3/4" @ 0.20 m

$$M_{22} = 2519.5366 \text{ kg.cm}$$

$$k_u = 0.02056765$$

$$\rho = 4.8973\text{E-}06$$

$$A_s = 0.01714045 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 13.5 \text{ cm}^2$$

Acero anular 2 mallas de Ø 5/8" @ 0.25 m

Calculamos el acero de losa de fondo:

$$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\rho_{min} = 0.003$$

$$h = 20 \text{ cm}$$

$$r = 5 \text{ cm}$$

$$\phi = 0.9$$

$$\beta = 0.85$$

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm ²)	As min	p=As/bd	Ø	Total	Disposición
1.1	100	15	0.35	1.96	4.5	0.003	1/2 "	5.07	Ø 1/2 @ 0.25

1 malla anular de Ø 1/2" @ 0.25 m

1 malla radial de Ø 1/2" @ 0.25 m

4.3. Resultados del Diseño

- Cúpula:

- Dirección del Paralelo:

1 malla de Ø 1/2" @ 0.25 m

Anillo exterior de la cúpula

1 mallas de Ø 3/4" @ 0.20 m

- Dirección del Meridiano

1 mallas de Ø 5/8" @ 0.25 m

- Pared cilíndrica:

- Dirección Horizontal

2 mallas de Ø 3/4" @ 0.13 m

- Dirección Vertical

2 mallas de Ø5/8" @ 0.30 m

- Viga anular:

4 Ø 1" + 6 Ø 5/8"

Estribos 3/8" @ 0.20 m

- Zapata:

Acero superior Ø 1" @ 0.15 m

Acero inferior Ø 3/4" @ 0.20 m

Acero anular 2 mallas de Ø 5/8" @ 0.25 m

- Losa de fondo:

1 malla anular de Ø1/2" @ 0.25 m

1 malla radial de Ø1/2" @ 0.25 m

CAPÍTULO 5

5. Diseño de Reservorio de Acero Empernado con Recubrimiento Epóxico

5.1. Reservorio de Reservorio de Acero Empernado con Recubrimiento Epóxico

5.1.1. Dimensionamiento del reservorio

El reservorio será cilíndrico.

$$V = \frac{\pi * D^2}{4} * H$$

Donde:

V: Volumen del Reservorio.

D: Diámetro del Reservorio.

H: Altura del Reservorio.

$$V = 3650 \text{ m}^3$$

$$H = 6.3 \text{ m}$$

$$3650 = \frac{\pi * D^2}{4} * 6.3$$

$$D = \sqrt{\frac{3650 * 4}{6.3 * \pi}}$$

$$D = 27.2 \text{ m}$$

DIMENSIONAMIENTO DE LA TAPA

La tapa del Reservorio tendrá la forma de un domo esférico.

Para f: flecha de la Tapa.

$$f = D_i / 6 \quad [\text{m}] \quad f = 27.2/7 \quad f = 3.9 \text{ m}$$

D_i: Diámetro interno en metros

Espesor de muro

El muro del reservorio será lo que soporte toda la presión interna del líquido contenido, para hallar el espesor de éste, verificaremos con el esfuerzo de tracción que le afecta a la estructura, según el AWWA D103-97.

El esfuerzo de tracción en una red atornillada, no debe exceder el menor de los valores dados como sigue:

$$f_t = 0.6F_y(1.0 - 0.9r + 3rd/s) \leq 0.6F_y \quad \text{o} \quad f_t = 0.40F_u$$

f_t = esfuerzo de tracción permisible, en libras por pulgada cuadrada

F_y = resistencia al rendimiento publicada del material laminar, en libras por pulgada cuadrada

r = fuerza transmitida por el perno o pernos en la sección considerada, $r = 0.2$

d = diámetro del tornillo, en pulgadas

s = espaciado de los pernos perpendiculares a la línea de tensión, en pulgadas

F_u = fuerza final publicada del material de la hoja, en libras por pulgada cuadrada

$f_t = 21918.8073$ psi

$f_t = 48000$ psi

Escogemos el menor valor como se indica, para que verifiquemos el espesor de las láminas.

$$t = \frac{2.6HDSG}{f_t(S - d)}$$

t = espesor de la placa de la carcasa, en pulgadas.

H = altura del líquido, en pies.

D = diámetro del tanque, en pies.

S = distancia entre los pernos en línea perpendicular a la línea de tensión, en pulgadas.

G = gravedad específica del líquido (1.0 para el agua)

f_t = esfuerzo de tracción permisible, en libras por pulgada cuadrada.

$$t = \frac{2.6 * 19.66 * 89.24 * 2 * 1}{21918.8073 * (2 - 0.625)}$$

$t = 0.3027$ pulgadas, se redondea hacia 0.375 pulgadas que sería una plancha de 3/8" por fabricación y uso comercial.

ESTRUCTURACION DEL RESERVORIO

El modelo analizado es un reservorio cilíndrico vertical de concreto armado con espesor variable, siendo la parte más ancha del muro la inferior y siendo más angosto conforme aumenta la altura, apoyado en todo su perímetro al suelo.

El reservorio es cerrado en su parte superior por medio de una cubierta en forma de bóveda y que es empotrada en la parte superior del cilindro.

Las Dimensiones para el modelo son:

ELEMENTO	Dimensiones (m)
Diámetro del reservorio	27.2
Altura del cilindro	6.50
Espesor muro del reservorio	0.0095
Diámetro de cúpula	27.2
Espesor de cúpula	0.00127
Radio interior de la cúpula	25.54
Angulo barrido de la bóveda	64.39°
Nivel del agua	6.30

Tabla 15. Dimensiones del reservorio

Fuente: Elaboración propia

PARAMETROS DE DISEÑO ESTABLECIDOS

El módulo de elasticidad del aluminio, es de 7241.0048 kg/cm²

El módulo de deformación transversal (coeficiente de Poisson) se admite que sea igual a 0,33 (aluminio).

El módulo de elasticidad del acero, es de 2080.00 kg/cm²

El módulo de deformación transversal (coeficiente de Poisson) se admite que sea igual a 0,3 (acero).

CARGAS DE DISEÑO

A través del modelo realizado en SAP2000, hacemos el cálculo de las diferentes cargas de cada elemento que conforma el reservorio; hallando en cada nudo restringido de la base del elemento las reacciones verticales para así

calcular el peso por carga muerta, viva y viento que actúan sobre el reservorio de almacenamiento.

c) Carga Muerta

En el caso del domo será el peso estimado de los paneles, perfiles, tornillos y accesorios permanentes que estén ubicados en este.

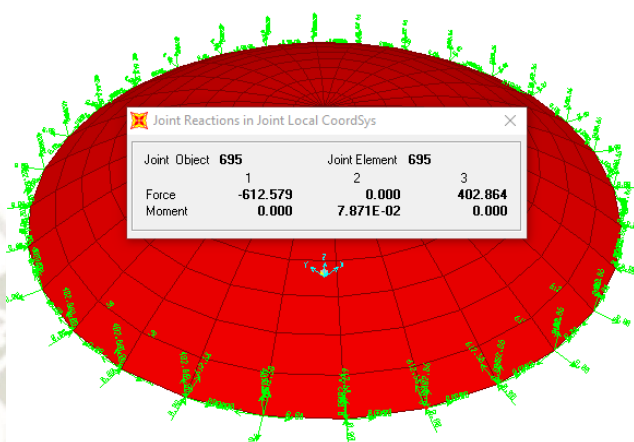


Figura 52. Peso de cúpula
Fuente: Elaboración propia

$$\begin{aligned}\text{Peso Total Cúpula} &= \# \text{ Joint} \times \text{Reacción Joint} \\ \text{Peso Total Cúpula} &= 30 \times 402.864 \text{ kgf} \\ \text{Peso Total Cúpula} &= 12085.92 \text{ kgf}\end{aligned}$$

Para el caso del muro, será el peso estimado de todas las placas que conforman los anillos, sus uniones y accesorios permanentes.

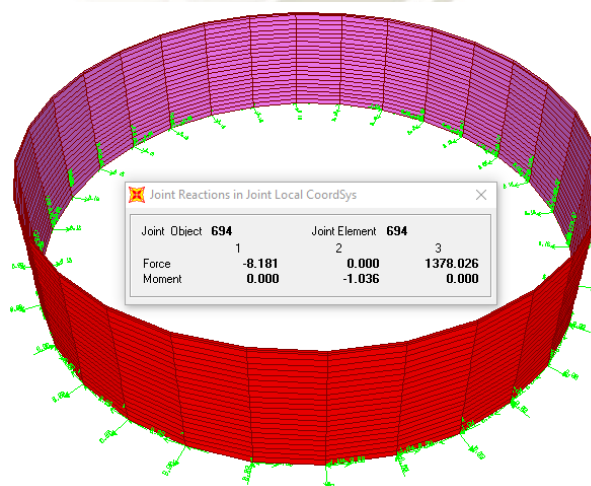


Figura 53. Peso del muro
Fuente: Elaboración propia

$$\text{Peso Total Muro} = \# \text{ Joint} \times \text{Reacción Joint}$$

$$\text{Peso Total Muro} = 30 \times 1378.026 \text{ kgf}$$

$$\text{Peso Total Muro} = 41340.78 \text{ kgf}$$

d) Carga Viva

La carga mínima de diseño para techo es de 15 lb/ft² (73.24 kg/m²)

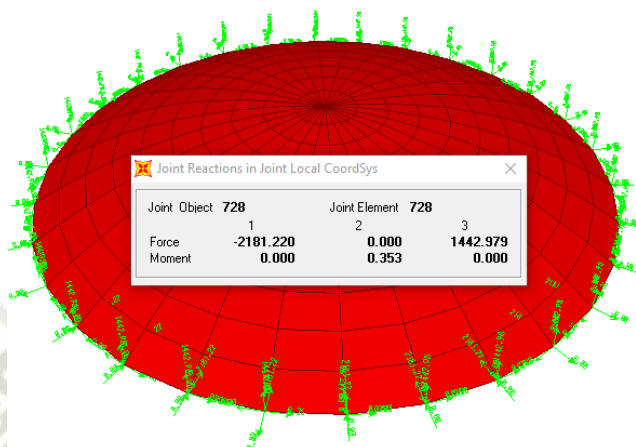


Figura 54. Peso de cúpula
Fuente: Elaboración propia

$$\text{Peso Total Cúpula} = \# \text{ Joint} \times \text{Reacción Joint}$$

$$\text{Peso Total Cúpula} = 30 \times 1442.979 \text{ kgf}$$

$$\text{Peso Total Cúpula} = 43289.37 \text{ kgf}$$

e) Carga Viento

La carga aplicada al domo en áreas proyectadas cónicas o superficies de placa doble curva será de 15 lb/ft² según AWWA D103-97

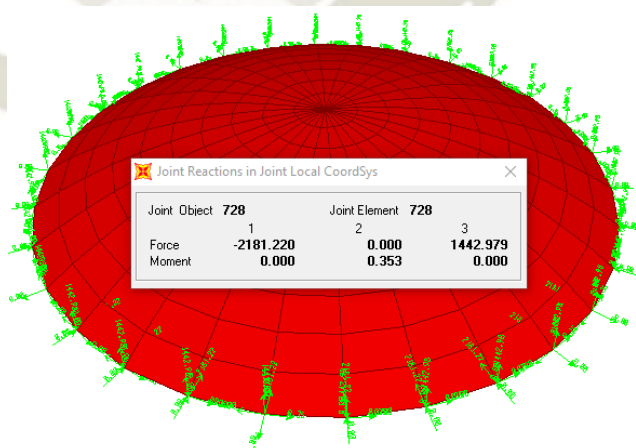


Figura 55. Peso de cúpula
Fuente: Elaboración propia

$$\text{Peso Total Cúpula} = \# \text{ Joint} \times \text{Reacción Joint}$$

$$\text{Peso Total Cúpula} = 30 \times 1442.979 \text{ kgf}$$

$$\text{Peso Total Cúpula} = 43289.37 \text{ kgf}$$

5.1.2. Determinación de los parámetros sísmicos

Los parámetros sísmicos serán determinados como se explicó en el marco teórico.

Categoría del edificio	A	
Zonificación (Z)	S2	
Parámetros de sitio	S2	1.15
	Tp	0.6
	Tl	2
Factor de uso (U)	1.5	
Factor de modificación de respuesta		
Impulsiva	3	
Convectiva	1	

5.1.3. Análisis por el método estático

5.1.3.1. Cálculos de las cargas sísmicas de diseño

- a. Cálculo del factor de corrección

Según el ACI 350.3R – 01 sección 9.5.2 para tanques circulares tenemos la siguiente fórmula para el Coeficiente de Masa Efectiva:

$$\epsilon = \left[0.0151 \left(\frac{D}{H_L} \right)^2 - 0.1908 \left(\frac{D}{H_L} \right) + 1.021 \right]$$

$$\epsilon = 0.4787$$

Donde:

D: Diámetro del Reservorio

HL: Altura del nivel del agua

- b. Cálculo de los pesos efectivos del líquido almacenado; componente impulsiva (w_i) y convectiva (w_c)

En el diseño por formulas:

$$\frac{W_i}{W_L} = 0.267$$

$$\frac{W_c}{W_L} = 0.687$$

Pero también la misma Norma nos facilita unos diagramas para que podamos a partir del D/H seleccionar los valores. Según AWWA D103-97 sección 12.3.2

$$D/H = 4.32$$

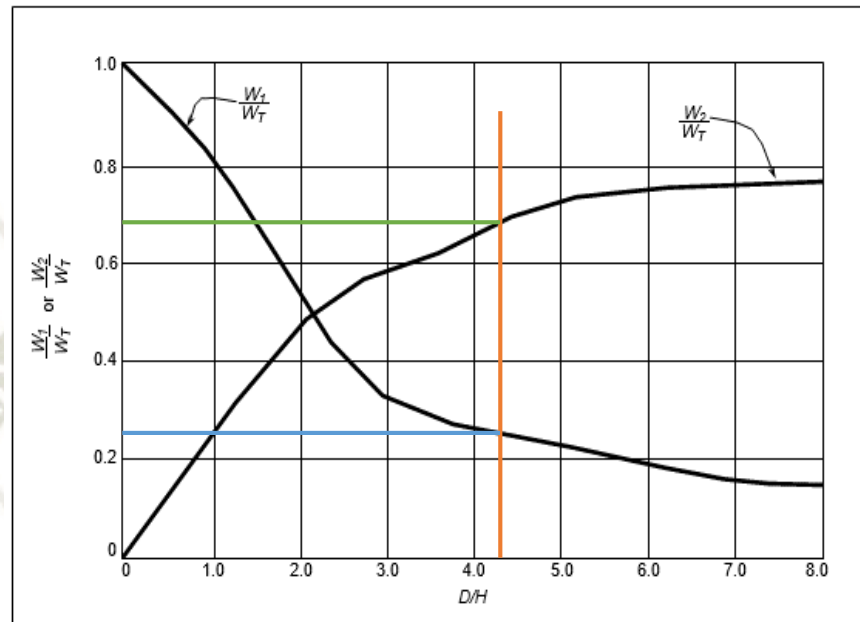


Figura 56. Curvas para obtener los factores W_1 / W_T y W_2 / W_T para la relación D / H

Fuente: Elaboración propia

W_1 , W_2 y W_t , pesos impulsivo, convectivo y total del reservorio respectivamente.

Obteniendo para:

$$\frac{W_1}{W_L} = 0.26$$

$$\frac{W_2}{W_L} = 0.69$$

El valor ya calculado de W_L es 3660734.56 kg y lo multiplicamos por los valores iniciales de W_i y W_c , por la exactitud.

$$W_i = 977981.9184 \text{ Kg}$$

$$W_c = 2516614.488 \text{ Kg}$$

c. Cálculo de la rigidez del resorte

$$K_c = 1569595.38 \text{ Kg/m}$$

5.1.3.2. Cálculos de las alturas a los centros de gravedad

d. Cálculo de las alturas al centro de gravedad de la ubicación de las componentes impulsiva y convectiva.

- Componente Impulsiva

$$h_i = 2.36 \text{ m}$$

- Componente Convectiva

$$h_c = 3.33 \text{ m}$$

Pero también la misma Norma nos facilita unos diagramas para que podamos a partir del D/H seleccionar los valores. Según AWWA D103-97 sección 12.3.2

$$D/H = 4.32$$

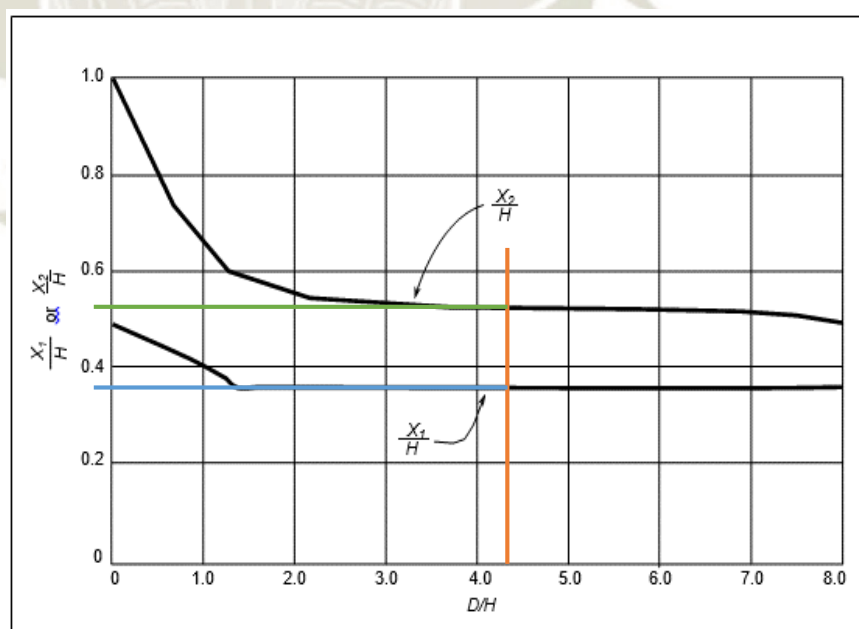


Figura 57. Curvas para obtener los factores X_1/H y X_2/H
Fuente: Elaboración propia

X_1 , X_2 y H , alturas impulsiva, convectiva y de agua del reservorio respectivamente.

Obteniendo para:

$$X_1 = 7.44 \text{ ft} \approx 2.268 \text{ m}$$

$$X_2 = 10.95 \text{ ft} \approx 3.3389$$

5.1.3.3. Cálculos de las propiedades dinámicas

e. Cálculo del factor de amplificación C_l para la masa impulsiva

$$c_l = 0.018$$

f. Cálculo de la frecuencia de vibración natural

$$T_w = 6.518 \text{ s}$$

5.1.3.4. Cálculos de los factores de amplificación C_i y C_c

Según el AWWA D103-97 sección 12.3.2

g. C_i se determinará de la siguiente manera:

Coefficiente de Diseño Sísmico Horizontal Modo Impulsivo

$$Z = 0.35$$

$$U = 1.50$$

$$S = 1.15$$

$$R_i = 3$$

$$C_i = 2.39$$

h. C_c se determinará de la siguiente manera:

Coefficiente de Diseño Sísmico Horizontal Modo Convectivo

$$Z = 0.35$$

$$U = 1.50$$

$$S = 1.15$$

$$R_c = 1$$

$$T_c = 6.518 \text{ s} > 2.4 \text{ s}$$

$$C_{c5\%} = 0.46$$

5.1.3.5. Cálculos de las fuerzas laterales dinámicas

En la siguiente tabla tenemos las distintas propiedades dinámicas halladas anteriormente, que serán necesarias para el cálculo de las fuerzas laterales.

Factor de Corrección, ξ	0.4787	
Peso Efectivo del Muro del Reservorio, ξW_w	19789.81	Kg
Peso de la Cúpula del Reservorio, W_d	12085.92	Kg
Peso Equivalente de la Componente Impulsiva, m_i	977981.92	Kg
Peso Equivalente de la Componente Convectiva, m_c	2516614.49	Kg
Fuerza Inercial Lateral por aceleración del Muro, P_w	9523.85	Kg
Fuerza Inercial Lateral por aceleración de la Cúpula, P_d	5816.35	Kg
Fuerza Lateral Impulsiva, P_i	470653.80	Kg
Fuerza Lateral Convectiva, P_c	214583.52	Kg

Tabla 16. Propiedades dinámicas y fuerzas laterales del reservorio de acero

Fuente: Elaboración propia

5.1.3.6. Calculo del cortante basal

El cortante basal debido a las fuerzas sísmicas aplicadas en la parte inferior de la pared del tanque se determinará de la siguiente manera:

$$V_{ACT} = \frac{18ZI}{R_w} [0.14(W_s + W_r + W_1) + SC_1 W_2]$$

$$V_{ACT} = 1209854.60 \text{ lb}$$

Distribución de las fuerzas laterales

$$F_x = \frac{V * w_x h_x}{\sum_{i=1}^n w_i h_i}$$

F_x = Fuerza aplicada sobre toda el área en ese nivel de la estructura, de acuerdo a su distribución de masa en cada nivel.

W_i = Peso asignado a cada nivel de la estructura, siendo una fracción de la carga total de la estructura.

NIVEL	Pi (kg)	hi (m)	Pi*hi	Fi (kg)	W = Fi/L (kg/m)
Impulsivo	841412.15	2.26 m	1901591.46	94154.14	1101.845
Muro	19789.81	3.15 m	62337.91	3086.56	36.121
Convectivo	2341320.76	3.33 m	7820011.34	387194.87	4531.175
Domo	12085.92	8.18 m	98862.83	4895.03	57.284
			$\Sigma =$	9882803.54	489330.59

Tabla 17. Pesos de los elementos reservorio de acero

Fuente: Elaboración propia

5.1.3.7. Verificación del espesor de la lámina para el reservorio de acero empernado

Ht =	21.325 ft	ts =	0.375 in
H =	20.669 ft	Xs =	10.3345 ft
D =	89.239 ft	Ws =	91140.8188 lb
R =	535.43 in	Wr =	26644.893 lb
fs =	1368.04 psi	wrs =	15 lb/ft
G =	1	D/H =	4.318
Z =	0.35		
Rwi =	3		
Rwc =	1		
I =	1.5		
S =	1.15		

Peso impulsivo, convectivo y del líquido almacenado en el reservorio ya calculados anteriormente:

$$W_L = 977416.128 \text{ Kg}$$

$$W_i = 977416.128 \text{ Kg}$$

$$W_c = 2514924.64 \text{ Kg}$$

Altura impulsiva y convectiva calculadas previamente:

$$h_i = 2.36 \text{ m}$$

$$h_c = 3.33 \text{ m}$$

Kp = factor de la Figura 58 para la relación del diámetro del tanque, en pies, a la profundidad máxima del agua, en pies, D / H u otras unidades consistentes.

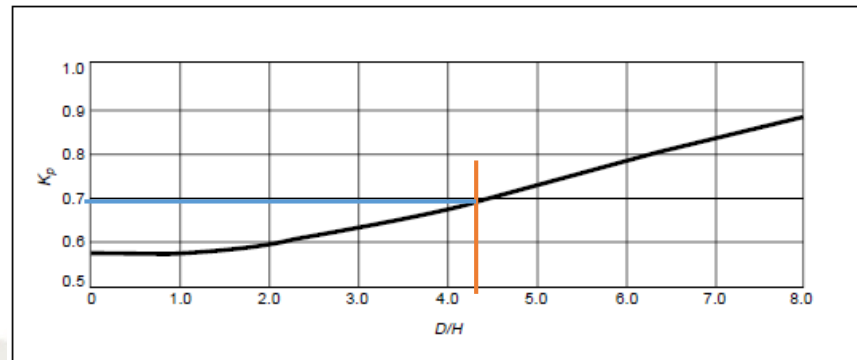


Figura 58. Curva para obtener el factor K_p

Fuente: Elaboración propia

$$K_p = 0.69$$

$$T_w = K_p D^{0.5}$$

$$T_w = 6.518$$

Sustituimos los valores conocidos en la fórmula del momento de volteo.

$$M = 18 \frac{ZI}{R_w} [0.14(W_s X_s + W_r H_t + W_1 X_1) + S W_2 X_2 C_1]$$

$$M = 11452357.4 \text{ lb.ft}$$

Esfuerzo de compresión de la pared para el reservorio de acero emperrado

$$\sigma_c = \left(w_t + \frac{1.273M}{D^2} \right) \frac{1}{12t_s}$$

$$\sigma_c = 482.40 \text{ psi} \approx 33.9161 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo de compresión para el sismo

$$\sigma_e = 1.333 f_s$$

f_s = esfuerzo compresivo permisible, psi

t = espesor de la pared, pulgadas

R = Radio del tanque, pulgadas

$$f_s = 15,000 \left(\frac{2}{3} \right) \left(100 \frac{t}{R} \right) \times \left[2 - \left(\frac{2}{3} \right) \left(100 \frac{t}{R} \right) \right] \leq 15,000$$

$$f_s = 1368.04 \text{ psi}$$

Sustituimos el valor calculado en la fórmula del esfuerzo por sismo:

$$\sigma_e = 1.333 * f_s$$

$$\sigma_e = 1823.60 \text{ psi} \approx 128.212 \text{ kg/cm}^2$$

Como la tensión de sismo 1823.60 psi es mayor al esfuerzo por compresión de la pared de 482.40 psi, el espesor de 0.375 pulgadas es aceptable.

5.1.4. Modelamiento estructural y asignación de cargas en el software SAP2000

- a. Primero se realiza el modelo de la estructura del reservorio tomando en cuenta sus dimensiones, material y restricciones en la base; los muros del reservorio son definidos mediante un grillado que en este primer modelo es de 23 divisiones en altura y 30 divisiones radiales. (Ver Figura 46)

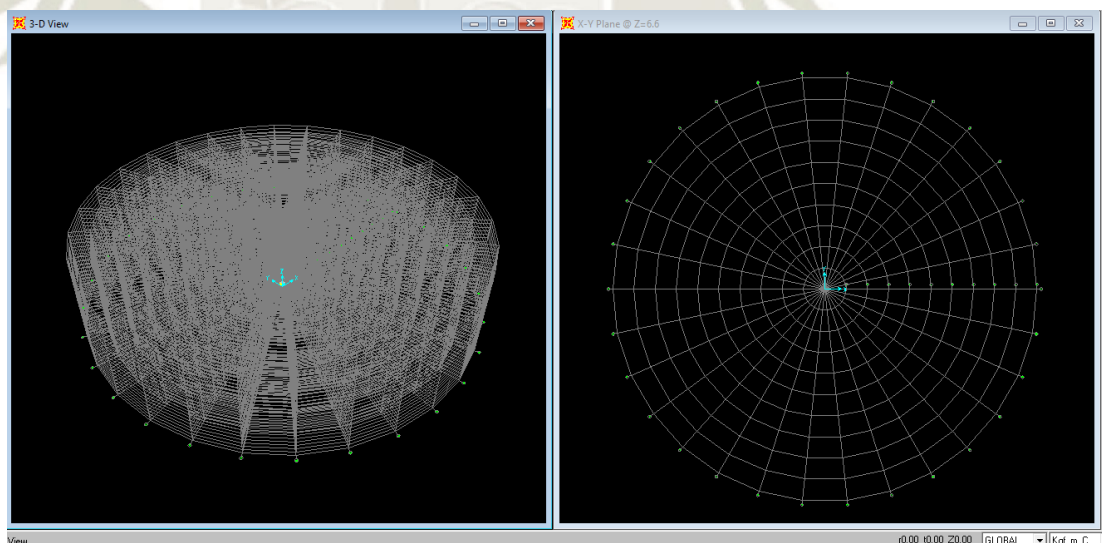


Figura 59. Grillas del reservorio de acero idealizado en Sap2000

Fuente: Elaboración propia

- b. Se definen los materiales, acero de refuerzo $f_y = 3515.35 \text{ kg/cm}^2$ y para el aluminio se le dio una designación 6061 – T6, como también las secciones área (losa, cúpula y muro).

- c. Definimos las propiedades de las secciones, precisamente los espesores y materiales definidos, en este caso será un espesor de cúpula de 0.24 cm, de muro de 0.95 cm y borde libre de 0.95 cm y espesor de losa de fondo de acero de 0.95 cm, todos estos elementos fueron modelados como elementos shell, ya explicado al comienzo el porqué de su utilización.

Al ya haber asignado las secciones modeladas a las grillas dibujadas al inicio, se le asignaran las restricciones a los *joints* o nodos inferiores del muro modelado, siendo en este caso empotrados, restringido tanto para desplazamientos como para giros.

- d. Definimos los Load Patterns, considerando la componente impulsiva y convectiva como cargas de sismo, usando coeficientes y las demás cargas como son carga muerta, viva, presión de agua, peso de agua y losa.
- e. En el caso del método estático para hallar la cortante basal, colocaremos las fuerzas laterales dinámicas como frames, cuyo peso no afectara en el resultado, que serán afectados por fuerzas horizontales, cada uno en la altura correspondiente como se ve en la Tabla 18.

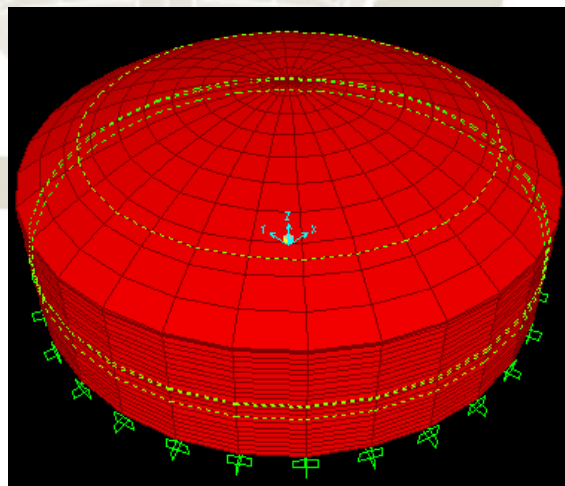


Figura 60. Fuerzas laterales dinámicas, reservorio de acero
Fuente: Elaboración propia

- f. Al igual que en el reservorio de concreto armado, el peso convectivo W_c , será una carga de masa ubicada desde el centro geométrico del reservorio a la altura hacia las paredes del reservorio a través de resortes.

Según la hoja de cálculo que se elaboró, la rigidez es 1569595.38 kg/m y será dividida entre 30, que es la cantidad de secciones en las que dividimos radialmente el muro del reservorio, a continuación se mostraran los cálculos:

$K_c = 1569595.38$, rigidez total.

$K_c = 1569595.38 / 30 = 52319.85$ kg/m, rigidez de un resorte.

$K_c = 42800.4681 * 3 = 156959.54$ kg/m (se multiplicó por 3 que es el R_{wc})

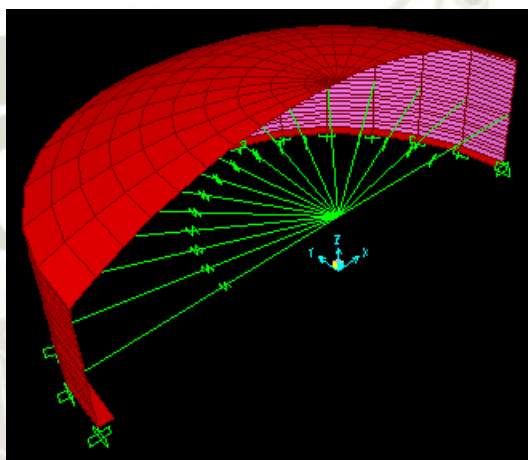


Figura 61. Ubicación de la componente convectiva y asignación en el reservorio de acero
Fuente: Elaboración propia

Este es aplicado al centro del reservorio, es definido por el peso calculado multiplicado por el factor de reducción igual 3.

$M_c = 2516614.49$ kg

$M_c = 2516614.49 * 3 = 7549843.47$ kg

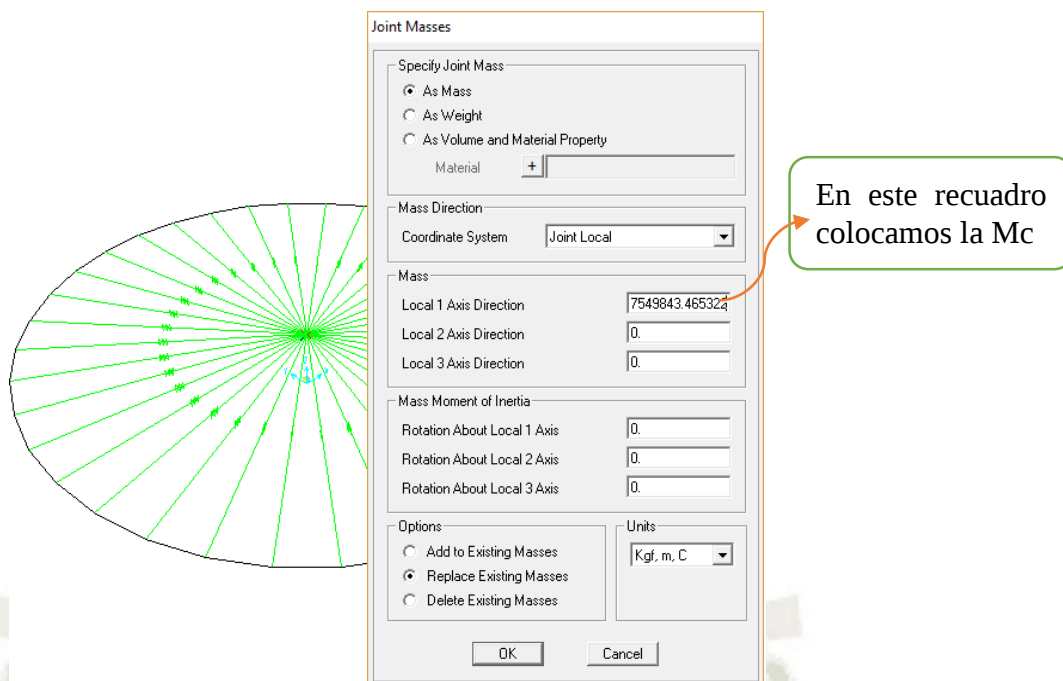


Figura 62. Definimos el peso convectivo del reservorio de acero

Fuente: Elaboración propia

- g. El peso impulsivo W_i se adhiere rígidamente a las paredes inferiores del tanque, y que dicha masa al estar totalmente confinada, deberá unirse a las paredes del tanque a través de resortes cuya rigidez es infinita.

$$M_i = 977981.92 \text{ kg}$$

$$M_i = 977981.92 / 30 / 9 = 3622.15525 \text{ kg}$$

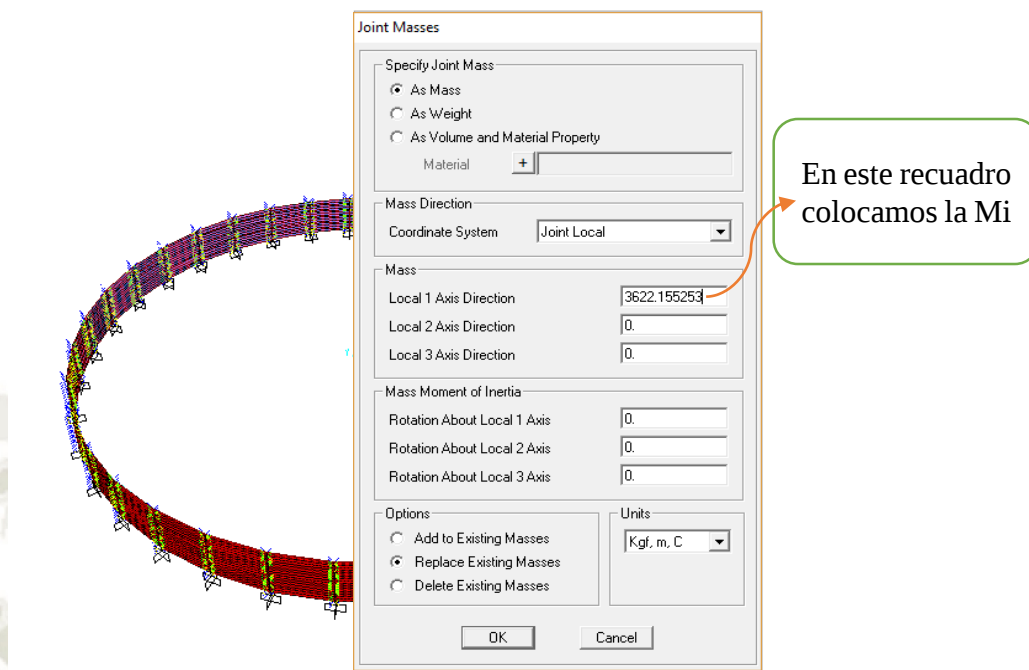


Figura 63. Definimos el peso impulsivo del reservorio de acero

Fuente: Elaboración propia

- h. Ahora procedemos a colocar las presiones de agua, para procesar estos datos en el programa SAP2000, es necesario realizar un análisis previo y obtener ecuaciones, que representen la distribución de fuerzas de presión hidrostática, de la siguiente manera:

H_i = Altura a la que se encuentra la base de la cuba

H_f = Altura máxima de agua almacenada

C, D = constantes para la ecuación

P_a = Presión en la base de la cuba

P_b = Presión en la altura máxima de agua almacenada

$$H_i * C + D = P_a$$

$$H_f * C + D = P_b$$

$$0 * C + D = 6000$$

$$6 * C + D = 0$$

$$C = -1000$$

$$D = 6300$$

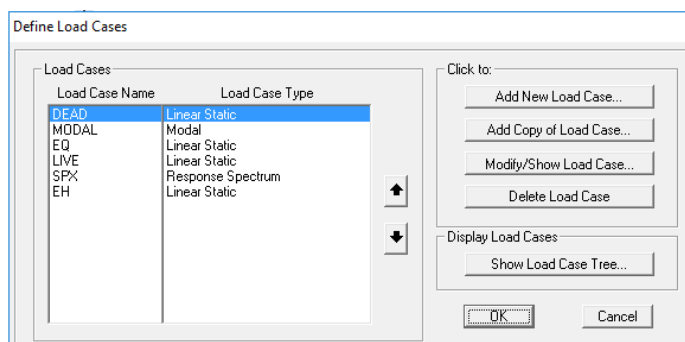


Figura 64. Definir el empuje hidrostático en el reservorio de acero

Fuente: Elaboración propia

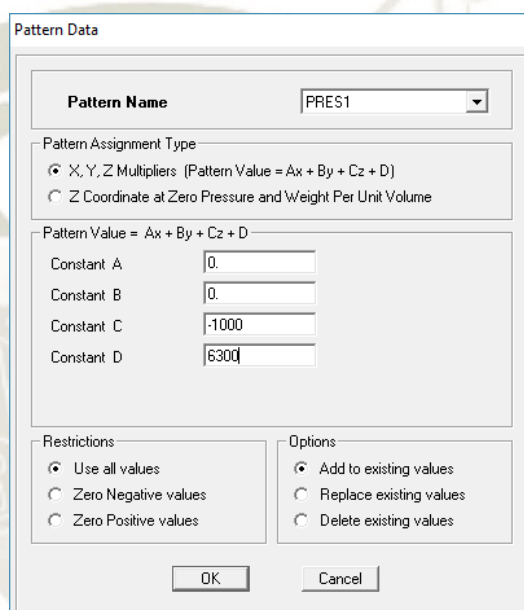


Figura 65. Definir mediante ecuación el empuje hidrostático en el reservorio de acero

Fuente: Elaboración propia

- i. Corregimos el peso del muro con el factor de reducción ε ya calculado.

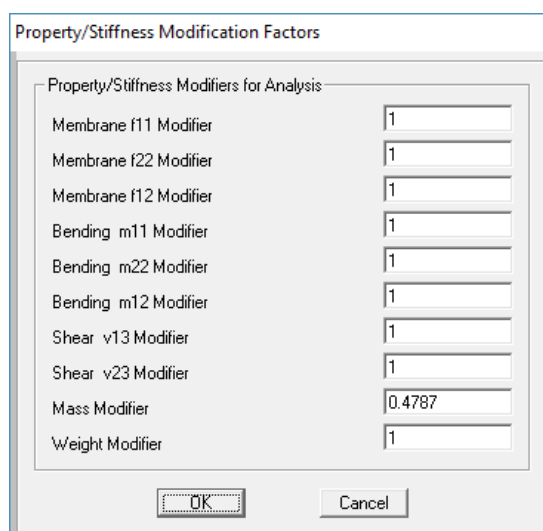


Figura 66. Factor de reducción multiplicado por las paredes

Fuente: Elaboración propia

- j. Asignamos el espectro de respuesta hacia una dirección, ya que nuestro reservorio es simétrico y regular.

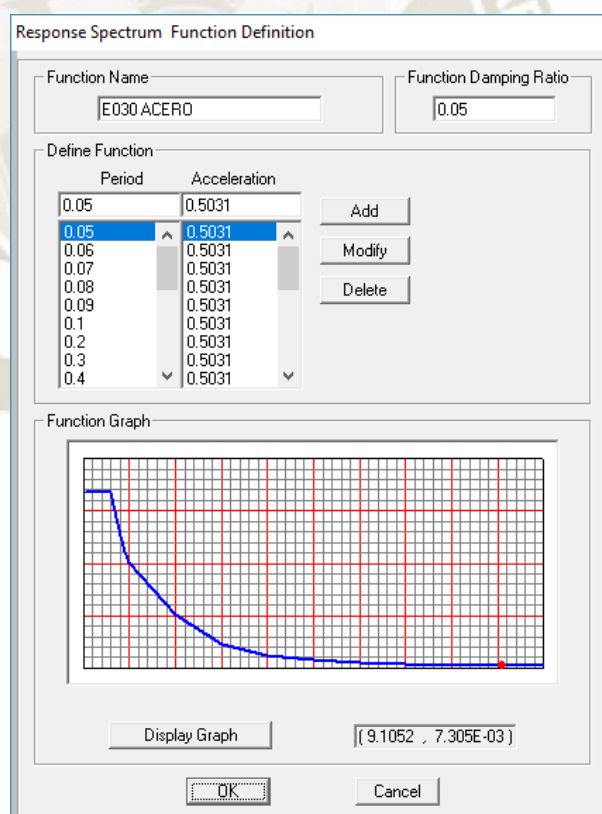


Figura 67. Espectro de respuesta para reservorio de acero

Fuente: Elaboración propia

- k. Según el AWWA D103-97 recomienda las siguientes combinaciones de carga para estructuras que almacenan líquidos y están expuestas al medio ambiente.

1. Carga muerta
2. Carga muerta + carga viva uniforme
3. Carga muerta + carga viva desequilibrada
4. Carga muerta + carga de viento
5. Carga muerta + carga viva uniforme + carga de viento
6. Carga muerta + carga viva desequilibrada + carga de viento
7. Carga muerta + carga sísmica

A estas combinaciones hace falta multiplicarlas por los factores establecidos en la norma.

Despejando y usando las cargas que necesitaremos para nuestros combos obtenemos los siguientes:

$$U = 1.4D + 1.4EH$$

$$U = 1.2D + 0.5L + 1.2EH$$

$$U = 1.2D + 1.6L$$

$$U = 1.2D + 0.5L$$

$$U = 1.2D + 1SPX$$

$$U = 0.9D \pm 1SPX$$

Afectando las combinaciones con los coeficientes sanitarios obtenemos:

Resistencia requerida = Coeficiente sanitario x U

Donde:

S = 1.30 para flexión

S = 1.65 para tracción directa

Tabla

COMBINACIONES DE CARGA PARA DISEÑO POR FLEXIÓN/TENSIÓN					
Combinación	D	L	EH	W	S
Comb1	1.82	-	1.82	-	-
Comb2	1.56	0.65	1.56	-	-
Comb3	1.56	2.08	-	1.04	-
Comb4	1.56	0.65	-	2.08	-
Comb5	1.56	-	-	-	1.3
Comb6	1.17	-	-	-	1.3
Comb7	1.17	-	-	2.08	-

18.

Combinación de cargas afectadas por coef. sanitario S=1.30 (Acero empernado)

Fuente: Elaboración propia

COMBINACIONES DE CARGA PARA DISEÑO POR CORTE					
Combinación	D	L	EH	W	S
Comb1	2.31	-	2.31	-	-
Comb2	1.98	0.825	1.98	-	-
Comb3	1.98	2.64	-	1.32	-
Comb4	1.98	0.825	-	2.64	-
Comb5	1.98	-	-	-	1.65
Comb6	1.485	-	-	-	1.65
Comb7	1.485	-	-	2.64	-

Tabla 19. Combinación de cargas afectadas por coef. sanitario $S=1.65$ (Acero empernado)

Fuente: Elaboración propia

1. Luego de esto se creará el combo envolvente, con las combinaciones mencionadas, para determinar los valores máximos y mínimos que presenta el reservorio.

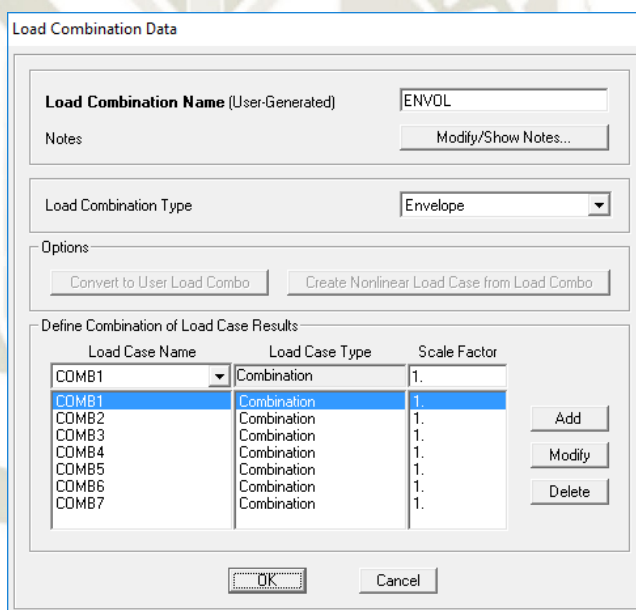


Figura 68. Definimos la envolvente, reservorio de acero

Fuente: Elaboración propia

5.1.5. Diseño de perfiles para el domo

- Modelado de cobertura

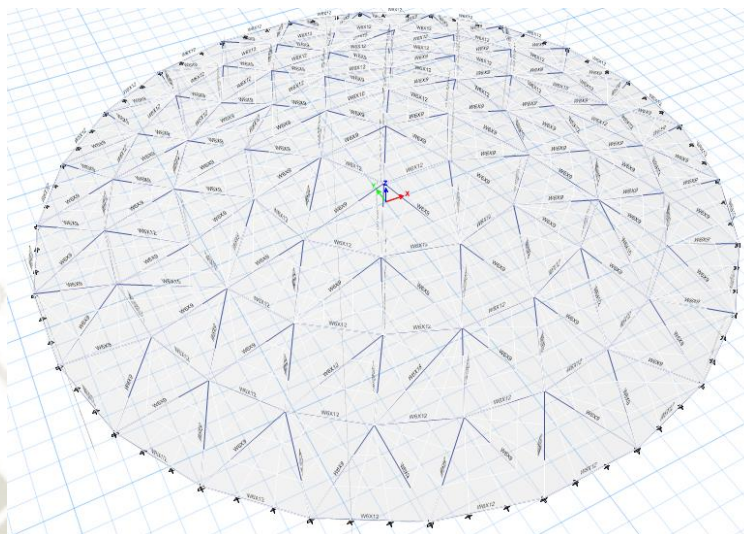


Figura 69. Domo geodésico modelado

Fuente: Elaboración propia

- Propiedades del material, los paneles serán fabricados de aluminio de la serie AA3000 o AA5000 con un espesor mínimo de 0.05 pulgadas (1.27 mm). Los perfiles que corresponden a la armazón del domo serán de aluminio AA6061-T6.

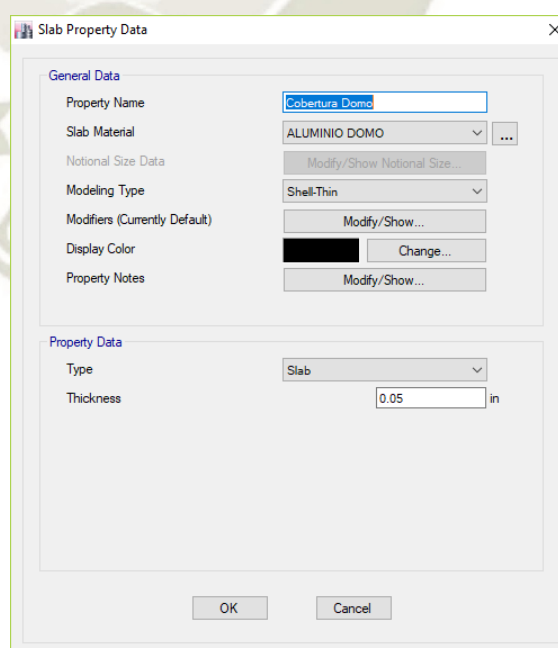


Figura 70. Propiedades de la cobertura

Fuente: Elaboración propia

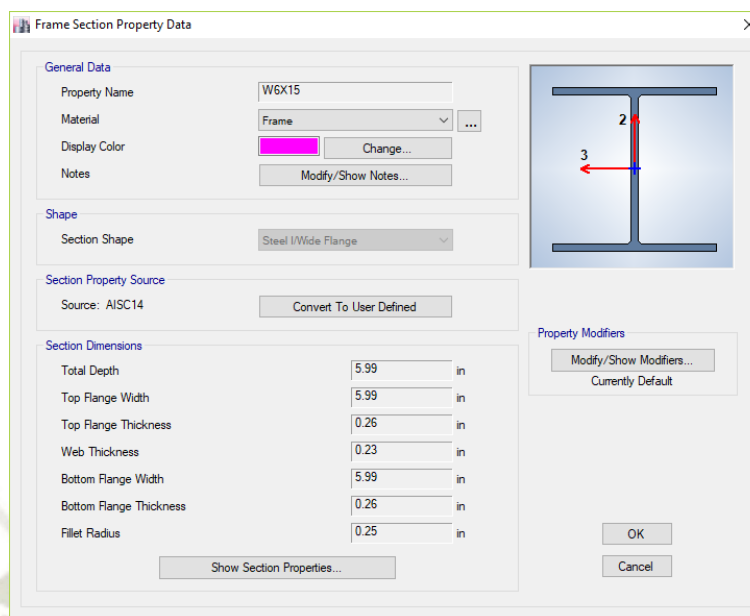
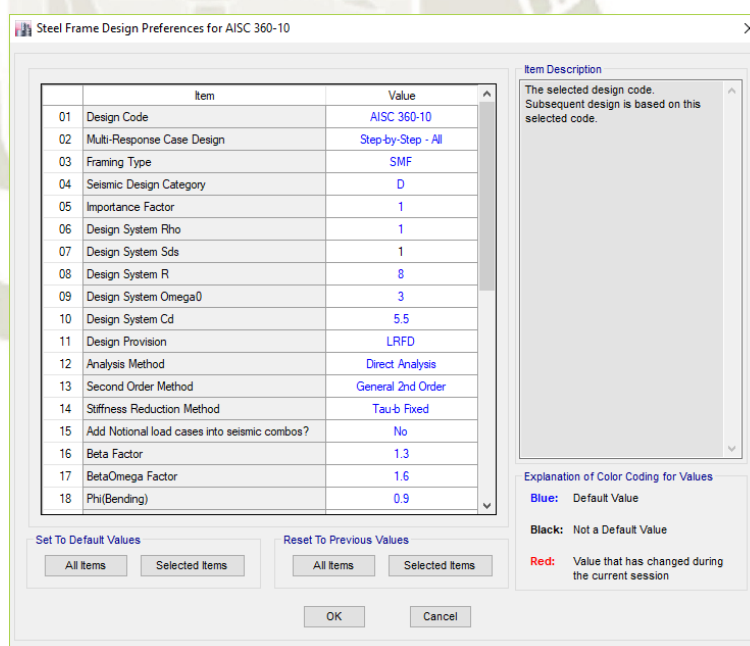


Figura 71. Propiedades del perfil

Fuente: Elaboración propia

- Diseño de domo



Item	Value
01 Design Code	AISC 360-10
02 Multi-Response Case Design	Step-by-Step - All
03 Framing Type	SMF
04 Seismic Design Category	D
05 Importance Factor	1
06 Design System Rho	1
07 Design System Sds	1
08 Design System R	8
09 Design System Omega0	3
10 Design System Cd	5.5
11 Design Provision	LRFD
12 Analysis Method	Direct Analysis
13 Second Order Method	General 2nd Order
14 Stiffness Reduction Method	Tau-b Fixed
15 Add Notional load cases into seismic combos?	No
16 Beta Factor	1.3
17 BetaOmega Factor	1.6
18 Phi(Bending)	0.9

Figura 72. Cuadro para el diseño de los perfiles del domo

Fuente: Elaboración propia

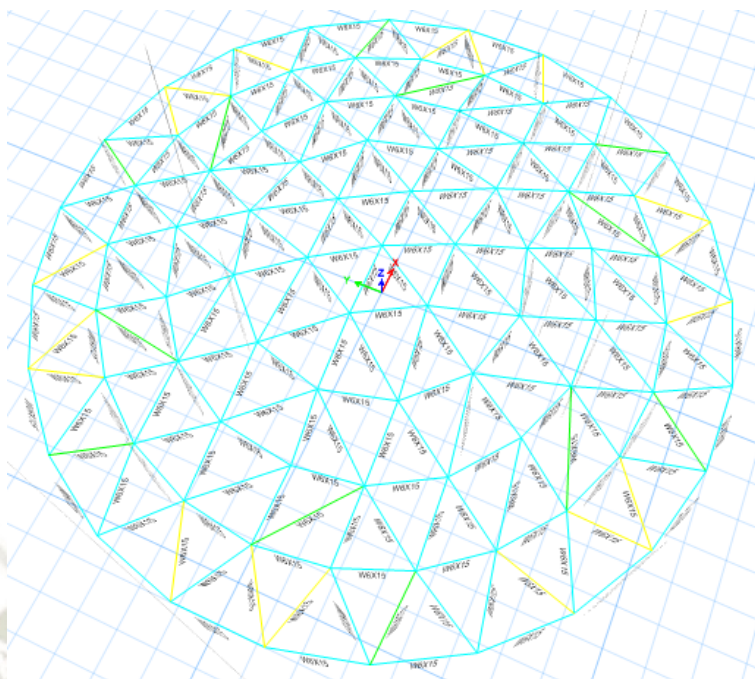


Figura 73. Domo con las secciones diseñadas

Fuente: Elaboración propia

Del análisis y diseño obtenemos un perfil W 6 x 15 para la cobertura del domo con una lámina de 0.05 pulgadas.

- Diseño de uniones emperradas del domo
Se colocaran dos planchas de 3/8" sobre ambas alas del perfil con la intención de unirlos.

La carga ultima $P_u = 18.26$ tn, pero se dividirá entre dos para el análisis.

$$\begin{aligned} P_u &= 9.13 \text{ tn} & F_u &= 3.059 \text{ tn/cm}^2 \\ \phi &= 3/4" & F_y &= 2.458 \text{ tn/cm}^2 \\ t &= 3/8" & F_{bu} &= 3.518 \text{ tn/cm}^2 \\ s &= 7.3 \text{ cm} \\ b &= 15.21 \text{ cm} \end{aligned}$$

Resistencia de diseño de las planchas:

$$\begin{aligned} A_g &= 14.535 \text{ cm}^2 \\ A_n &= 9.571 \text{ cm}^2 \\ \text{Max. } A_n &= 12.355 \text{ cm}^2 \\ A_e &= 9.571 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Resistencia de diseño de los pernos:

$$\phi R_n = 0.65(0.60F_{bu}) m A_b$$

$$\phi R_n = 10.86 \text{ tn}$$

Resistencia de diseño al aplastamiento:

$$\phi R_n = \phi (2.4d t F_u); \quad \phi = 0.75$$

$$\phi R_n = 9.99 \text{ tn}$$

Bloque de corte:

- Fractura de tracción + fluencia de corte:

$$f P_{bc} = 0.75 (F_u A_{nt} + 0.6 F_y A_{vg})$$

$$\phi P_{bc} = 118.91 \text{ tn}$$

- Fractura de corte + fluencia de tracción:

$$f P_{bc} = 0.75 (0.6 F_u A_{nt} + F_y A_{tg}).$$

$$\phi P_{bc} = 71.58 \text{ tn}$$

Podemos percatarnos que la resistencia de los bloques de corte es superior a la carga última aplicada, $P_u = 9.13 \text{ tn}$.

Disposición de los pernos:

Verificamos que la distancia de la última línea de pernos al borde sea mayor, como se ve en la fórmula:

$$L \geq P_u / (\phi F_u t)$$

$$L = 5 \text{ cm}$$

$$L \geq P_u / (\phi F_u t)$$

$$L \geq 2.09 \text{ cm}$$

ESPESOR DE LÁMINA PARA MURO

En el diseño de las placas de muro del reservorio, se supondrá que la presión hidrostática en cada anillo no disminuirá en toda el área del anillo.

Al ejercer el líquido una presión a las paredes del tanque, regirá la tensión de tracción neta, por lo tanto el espesor de las placas será hallado mediante la siguiente formula:

$$t = \frac{2.6HDSG}{f_t(S-d)}$$

Dónde:

t = espesor de la placa del armazón, en pulgadas

H = altura del líquido de la línea de capacidad superior solo para desbordarse hacia la parte inferior de la caparazón que se está diseñando, en pies

D = diámetro del tanque, en pies

S = espaciado de pernos en línea perpendicular a la línea de tensión, en pulgadas

G = gravedad específica del líquido (1.0 para el agua)

ft = esfuerzo de tracción permisible, en libras por pulgada cuadrada.

d = diámetro del orificio del perno, en pulgadas

El esfuerzo de compresión permisible en cada anillo de hojas o placas bajo carga de viento o terremoto combinado con carga muerta será determinado por la fórmula:

$$f_s = 15,000 \left(\frac{2}{3} \right) \left(100 \frac{t}{R} \right) \times \left[2 - \left(\frac{2}{3} \right) \left(100 \frac{t}{R} \right) \right] \leq 15,000$$

Dónde:

fs = esfuerzo de compresión permisible, en libras por pulgada cuadrada

t = espesor de la carcasa, en pulgadas

R = radio de la carcasa, en pulgadas

$$\begin{aligned} t &= 0.375 \text{ in} \\ R &= 535.43 \text{ in} \\ f_s &= 1368.03423 \text{ psi} \end{aligned}$$

El esfuerzo de tracción en la sección neta de una conexión atornillada no debe exceder el menor de los valores determinados por las siguientes fórmulas:

$$f_t = 0.6F_y(1.0 - 0.9r + 3rd/s) \leq 0.6F_y$$

O

$$f_t = 0.40F_u$$

Dónde:

f_t = esfuerzo de tracción permisible, en libras por pulgada cuadrada

F_y = resistencia a la fluencia publicada del material laminar, en libras por pulgada cuadrada

r = fuerza transmitida por el perno o pernos en la sección considerada, dividida por la fuerza de tracción en el miembro en esa sección. Si r es menor que 0,2, puede tomarse igual a cero

d = diámetro del perno, en pulgadas

s = espaciado de pernos perpendicular a la línea de tensión, en pulgadas

F_u = Resistencia máxima del material de la placa, en libras por pulgada cuadrada

$$f_t = 21918.8073 \text{ psi} \leq 22200 \text{ psi}$$

O

$$f_t = 48000 \text{ psi}$$

Con estos datos escogemos el espesor de la lámina:

$$\begin{aligned} H &= 19.66 \text{ ft} \\ D &= 89.24 \text{ ft} \\ S &= 2 \text{ in} \\ G &= 1 \\ f_t &= 48000 \text{ psi} \\ d &= 5/8 \text{ in} \end{aligned}$$

$$t = 0.375 \text{ in}$$

DISTRIBUCIÓN DE PERNOS EN DIRECCIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL

- DIRECCIÓN VERTICAL DE LOS PERNOS

$$\begin{aligned} P_u &= 51.17 \text{ tn} \\ \phi &= 5/8'' \\ t &= 3/8'' \\ s &= 5.00 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$b = 7.00 \text{ cm}$$

$$F_u = 4.08 \text{ tn/cm}^2$$

$$F_y = 2.53 \text{ tn/cm}^2$$

$$F_{bu} = 8.43 \text{ tn/cm}^2$$

Resistencia de diseño de las planchas:

$$A_g = 28.58 \text{ cm}^2$$

$$A_n = 26.37 \text{ cm}^2$$

$$\text{Max. } A_n = 24.29 \text{ cm}^2$$

$$A_e = 24.29 \text{ cm}^2$$



Resistencia de diseño de miembros a tracción:

- Caso límite de fluencia en la sección total:

$$\phi P_{nt} = \phi F_y A_g$$

$$\phi = 0.90$$

$$\phi P_{nt} = 65.07 \text{ tn}$$

- Caso límite de fractura en la sección efectiva:

$$\phi P_{nr} = \phi F_u A_e$$

$$\phi = 0.75$$

$$\phi P_{nr} = 74.32 \text{ tn}$$

Resistencia de diseño de los pernos:

$$\phi R_n = 0.65(0.60 F_{bu}) n A_b$$

$$\phi R_n = 39.26 \text{ tn}$$

Resistencia de diseño al aplastamiento:

$$\phi R_n = \phi L t F_u; \quad \phi = 0.75$$

$$\phi R_n = 5.54 \text{ tn}$$

Número de pernos: $51.17/5.54 = 9.24$, serían 10 pernos.

Bloque de corte:

- Fractura de tracción + fluencia de corte:

$$f P_{bc} = 0.75 (F_u A_{nt} + 0.6 F_y A_{vg})$$

$$\phi P_{bc} = 83.51 \text{ tn}$$

- Fractura de corte + fluencia de tracción:

$$f P_{bc} = 0.75 (0.6 F_u A_{nt} + F_y A_{tg}).$$

$$\phi P_{bc} = 54.13 \text{ tn}$$

Podemos percatarnos que la resistencia de los bloques de corte es superior a la carga última aplicada, $P_u = 51.17 \text{ tn}$.

Disposición de los pernos:

Verificamos que la distancia de la última línea de pernos al borde sea mayor, como se ve en la fórmula:

$$L \geq P_u / (\phi F_u t)$$

$$L = 2.96 \text{ cm}$$

$$L \geq P_u / (\phi * F_u * t)$$

$$L \geq 1.46 \text{ cm}$$

• DIRECCIÓN HORIZONTAL DE LOS PERNOS

$$P_u = 38.89 \text{ tn}$$

$$\phi = 5/8"$$

$$t = 3/8"$$

$$s = 9.00 \text{ cm}$$

$$b = 5.00 \text{ cm}$$

$$F_u = 4.08 \text{ tn/cm}^2$$

$$F_y = 2.53 \text{ tn/cm}^2$$

$$F_{bu} = 8.43 \text{ tn/cm}^2$$

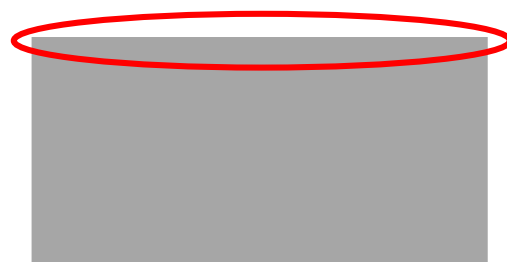
Resistencia de diseño de las planchas:

$$A_g = 271.46 \text{ cm}^2$$

$$A_n = 269.65 \text{ cm}^2$$

$$\text{Max. } A_n = 230.74 \text{ cm}^2$$

$$A_e = 230.74 \text{ cm}^2$$



Resistencia de diseño de miembros a tracción:

- Caso límite de fluencia en la sección total:

$$f_t P_{nt} = f_t F_y A_g$$

$$f_t = 0.90$$

$$\phi P_{nt} = 618.12 \text{ tn}$$

- Caso límite de fractura en la sección efectiva:

$$f_t P_{nr} = f_t F_u A_e$$

$$f_t = 0.75$$

$$\phi P_{nr} = 706.07 \text{ tn}$$

Resistencia de diseño de los pernos:

$$\phi R_n = 0.65(0.60 F_{bu}) m A_b$$

$$\phi R_n = 222.45 \text{ tn}$$

Resistencia de diseño al aplastamiento:

$$\phi R_n = f L t F_u; \quad \phi = 0.75$$

$$\phi R_n = 5.54 \text{ tn}$$

Número de pernos: $38.89/5.54 = 8$, colocaremos por distribución 34 pernos.

Bloque de corte:

- Fractura de tracción + fluencia de corte:

$$f P_{bc} = 0.75 (F_u A_{nt} + 0.6 F_y A_{vg})$$

$$\phi P_{bc} = 44.75 \text{ tn}$$

- Fractura de corte + fluencia de tracción:

$$f P_{bc} = 0.75 (0.6 F_u A_{ns} + F_y A_{tg}).$$

$$\phi P_{bc} = 40.91 \text{ tn}$$

Podemos percatarnos que la resistencia de los bloques de corte es superior a la carga última aplicada, $P_u = 38.89$ tn.

Disposición de los pernos:

Verificamos que la distancia de la última línea de pernos al borde sea mayor, como se ve en la fórmula:

$$L \geq P_u / (\phi F_u t)$$

$$L = 5.00 \text{ cm}$$

$$L \geq P_u / (\phi F_u t)$$

$$L \geq 0.39 \text{ cm}$$

5.1.6. Diseño de Losa de Cimentación

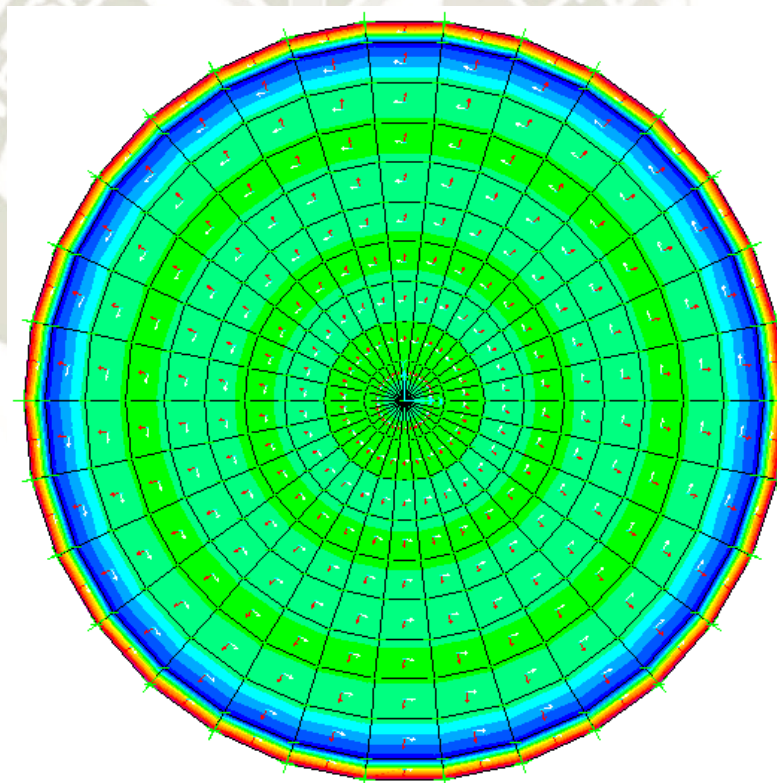


Figura 74. Esfuerzos en la losa circular reservorio de acero empernado

Fuente: Elaboración propia

$q_s =$	1.90 kg/cm ²
$A_z =$	16851.25081 cm ²
$P =$	51733.34 kg
$D =$	2720 cm
$d =$	2713.62 cm
$B =$	20 cm

$$\begin{aligned} PD &= 14870.02 \text{ kg} \\ A &= 2.06 \text{ m}^2 \\ PA &= 12341.40 \text{ kg} \\ Pu &= 32653.70 \text{ kg} \\ qu &= 1.59 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Ahora hallamos el peralte de la zapata con los datos calculados:

$$d = 24.62$$

Nuestro peralte de zapata sería de 30 cm al redondeo, teniendo un peralte efectivo de 24.21 cm.

Calculamos el acero de zapata:

$$\begin{aligned} M_{11} &= 1730.81 \text{ kg.cm} \\ k_u &= 0.019 \\ \rho &= 4.58E-06 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s &= 0.0252 \text{ cm}^2 \\ A_{smin} &= 9 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Acero superior Ø 1/2" @ 0.20 m

Acero inferior Ø 1/2" @ 0.30 m

$$\begin{aligned} M_{22} &= 2519.54 \text{ kg.cm} \\ k_u &= 0.11 \\ \rho &= 0.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s &= 0.09 \text{ cm}^2 \\ A_{smin} &= 7.8 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Acero anular 2 mallas de Ø 3/8" @ 0.15 m

Calculamos el acero de losa de fondo:

$$\begin{aligned} f'_c &= 280 \text{ kg/cm}^2 \\ f_y &= 4200 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

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

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

$$r = 5 \text{ cm}$$

$$\phi = 0.9$$

$$\beta = 0.85$$

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm ²)	As min	p=As/bd	Ø	Total	Disposición
0.506	100	10	0.24	1.35	3.00	0.003	1/2 "	4.22	Ø 1/2 @ 0.30

1 malla anular de Ø1/2"@ 0.30 m

1 malla radial de Ø1/2"@ 0.30 m

Calculamos el anillo externo inferior para el reservorio:

Existe una fuerza aplicada a las paredes del reservorio en la parte inferior de 8300 kg, teniendo el reservorio un radio de 13.6 m, estos dos datos se multiplican para hallar la fuerza $F = q \cdot r$, $F = 3502.15 \cdot 13.6$, $F = 47629.24 \text{ kg}$.

$$As = F / (0.9 \cdot fs)$$

$$As = 47629.24 / (0.9 \cdot 1400)$$

$$As = 37.80 \text{ cm}^2$$

Para una sección de 30 x 80 cm, la cantidad de acero será de:

4 Ø 1" + 6 Ø 5/8"

Estribos 3/8" @ 0.20 m

5.2. Resultados del Diseño

- Zapata:

Acero superior Ø 1" @ 0.15 m

Acero inferior Ø 3/4" @ 0.20 m

Acero anular 2 mallas de Ø 5/8" @ 0.25 m

- Losa de fondo:

1 malla anular de Ø1/2"@ 0.25 m

1 malla radial de Ø1/2"@ 0.25 m

CAPÍTULO 6

6. Resultados y Comparaciones de los Diseños

6.1. Comparación de Ambos Sistemas

Concreto armado
- 20 años de vida útil - Menor costo de mantenimiento - Disponibilidad inmediata de materiales - Capacidad de lograr diafragmas de rigidez - Excesivo peso y volumen - Largo tiempo de construcción - El concreto no puede expandirse ni cambiarse de lugar. - Impermeabilizado - De 10 a 10000 metros cúbicos. - Superficie porosa, puede contener materia micro-biológica como moho o algas - Si llega a corroerse, se distribuirá gradualmente. - Se produce tráfico pesado por los camiones de concreto que lo llevan al lugar. Se necesita equipo de bombeo de concreto para llenar los encofrados. - Se requiere personal con experiencia en manejo de equipo y estructuras especiales de concreto. Se debe tomar muestras del concreto frecuentemente. - Se necesita tener un amplio acceso al lugar para los camiones de concreto, de bombeo y grúas. - Sensibilidad a la temperatura y humedad por el proceso de curado del concreto. - Condiciones equivalentes a las originales, no son posibles las reparaciones permanentes. - El refuerzo de acero puede corroerse debido a la humedad del concreto. - Costo inicial muy alto, necesita inspecciones frecuentes.

Acero empernado con recubrimiento epóxico

- 60 - 80+ años de vida útil.
- Mayor costo de mantenimiento.
- Se debe programar la disponibilidad del tanque con semanas de anterioridad.
- Material rígido.
- Menor peso y poco volumen.
- Fácil y rápido ensamblaje del reservorio.
- Desarmables y re instalables.
- Uniones herméticas.
- De 190 a 75000 metros cúbicos.
- Superficie lisa, no-porosa, fácil de limpiar.
- Si se dañase, la corrosión se aislará en una sola área.
- Muy poco ensamblaje gracias a la pre-fabricación y al atornillado.
- Se necesitan herramientas especiales, así como entrenamiento especial para trabajar con los paneles de porcelana para evitar que se quiebren.
- Paneles más pequeños fáciles de instalar. No se requiere soldadura ni produce chispas que puedan causar incendios.
- Se pueden ensamblar paneles más pequeños pre-terminados en distintas condiciones.
- Se requieren herramientas, habilidades y materiales especiales.
- Buena resistencia, a menos que se dañe el recubrimiento.
- Costo inicial muy alto. No es posible la remodelación, solo un reemplazo completo.

6.2. Comparación de Costos

A continuación, se presenta el presupuesto a nivel de costo directo obtenido en ambos sistemas estructurales. El presupuesto obtenido en el sistema de concreto armado, y del sistema innovador de acero empernado con recubrimiento epóxico. Y a continuación se hace la comparación de ambos resultados.

SISTEMA	CONCRETO ARMADO	ACERO EMPERNADO CON RECUBRIMIENTO EPÓXICO	VARIACIÓN S/.	VARIACIÓN %
Costo Directo	994,431.40	1,392,470.41	398,039.01	28.59%
Presupuesto Total	1,406,706.74	1,785,573.16	378,866.42	21.22%

Tabla 20. Comparación de presupuestos

Fuente: Elaboración propia

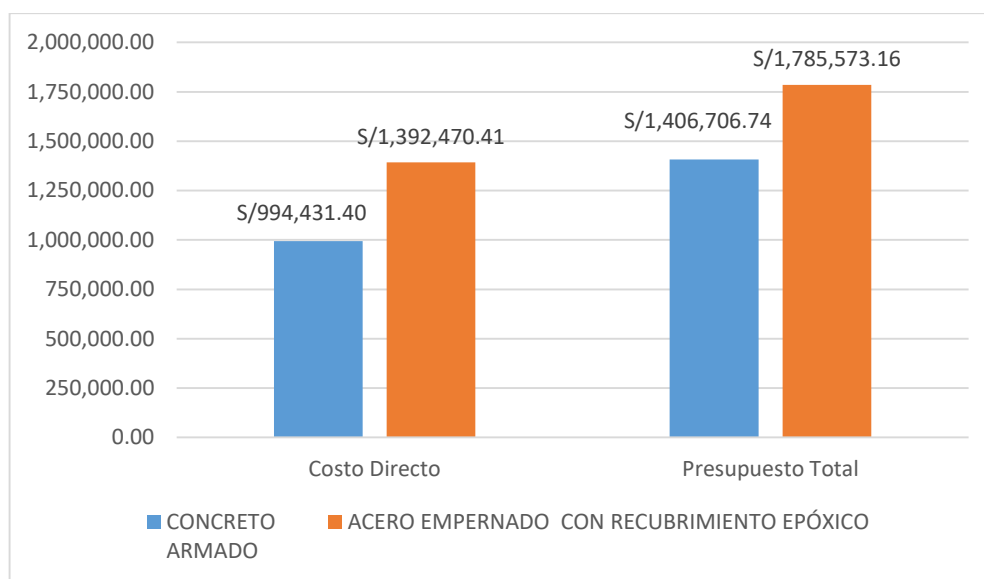


Tabla 21. Presupuestos de sistemas constructivos

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la gráfica existe una variación en el Costo Directo de 28.59 % que equivale a S/. 398,039.01 soles, entre ambos sistemas, pero la variación se reduce a un 21,22% equivalente a S/. 378,866.42 soles en el presupuesto total debido a los gastos generales fijos y variables de ambos sistemas.

Se verifica que el sistema de concreto armado es más económico para la construcción del reservorio, cumpliendo todas las recomendaciones de la Norma Técnica Peruana y las normas internacionales; por otro lado el sistema de acero empernado con recubrimiento epóxico tiene ligeramente mayor costo respecto al concreto armado.

	Concreto armado		Acero empernado con recubrimiento epóxico	
MANO DE OBRA	S/. 273,054.15	27.46%	S/. 40,763.18	2.93%
MATERIALES	S/. 620,288.36	62.38%	S/. 149,236.82	10.72%
EQUIPO Y HERRAMIENTAS	S/. 101,088.99	10.17%	S/. 66,280.55	4.76%
SUBCONTRATO	-	-	S/. 1,136,189.96	81.60%
COSTO DIRECTO	S/. 994,431.40	100.00%	S/. 1,392,470.41	100.00%

Tabla 22. Tipos de recursos del proyecto

Fuente: Elaboración propia

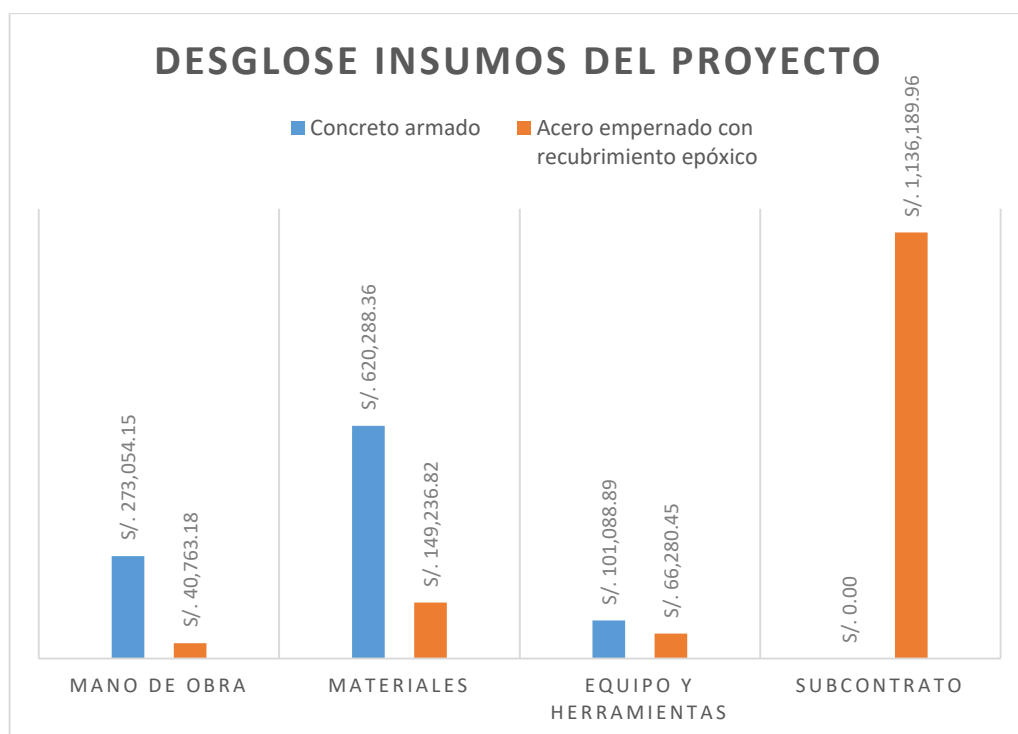


Tabla 23. Desglose de recursos del proyecto

Fuente: Elaboración propia

	Concreto armado	Acero empernado con recubrimiento epóxico	Variación S/.	Variación %
OBRAS PROVISIONALES	S/. 15,056.11	S/. 15,056.11	S/. 0.00	0.00%
OBRAS PRELIMINARES	S/. 4,929.21	S/. 52,684.32	S/. 47,755.11	90.64%
MOVIMIENTO DE TIERRAS	S/. 27,015.84	S/. 19,283.42	S/. 7,732.42	28.62%
CONCRETO SIMPLE	S/. 104,556.12	S/. 94,638.83	S/. 9,917.29	9.49%
CIMENTACIÓN	S/. 135,701.48	S/. 59,331.64	S/. 76,369.84	56.28%
CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO	S/. 707,172.64	S/. 1,151,476.09	S/. 444,303.45	38.59%
TOTAL	S/. 994,431.40	S/. 1,392,470.41		

Tabla 24. Comparación de actividades de ambos sistemas constructivos

Fuente: Elaboración propia

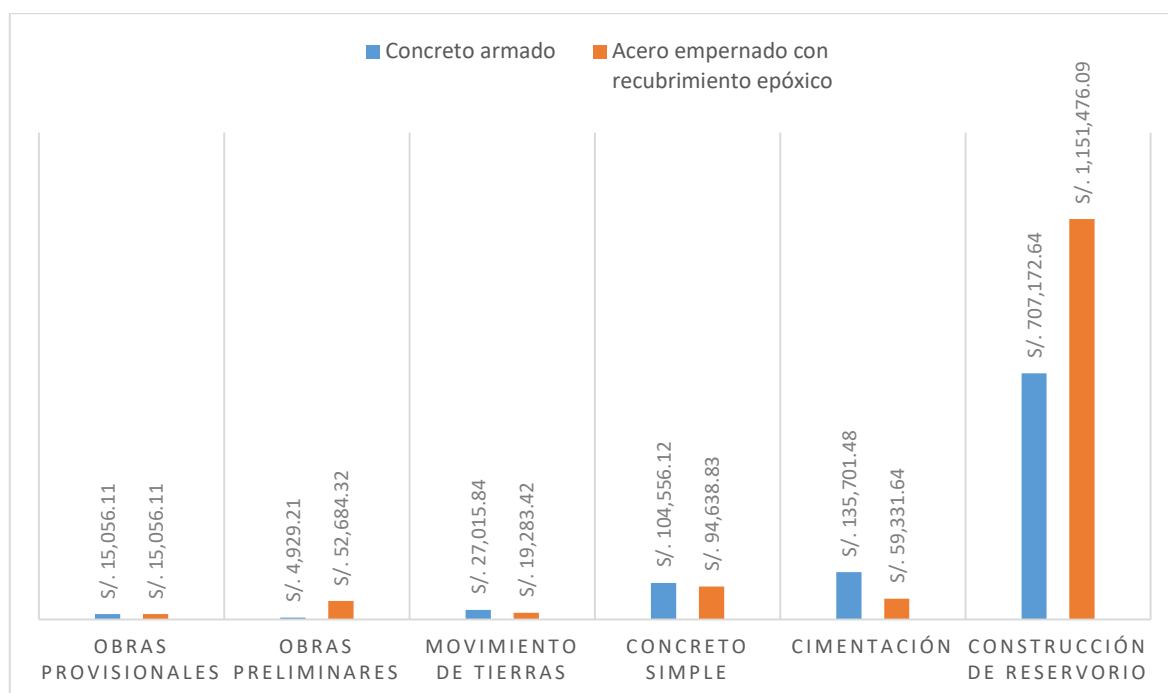
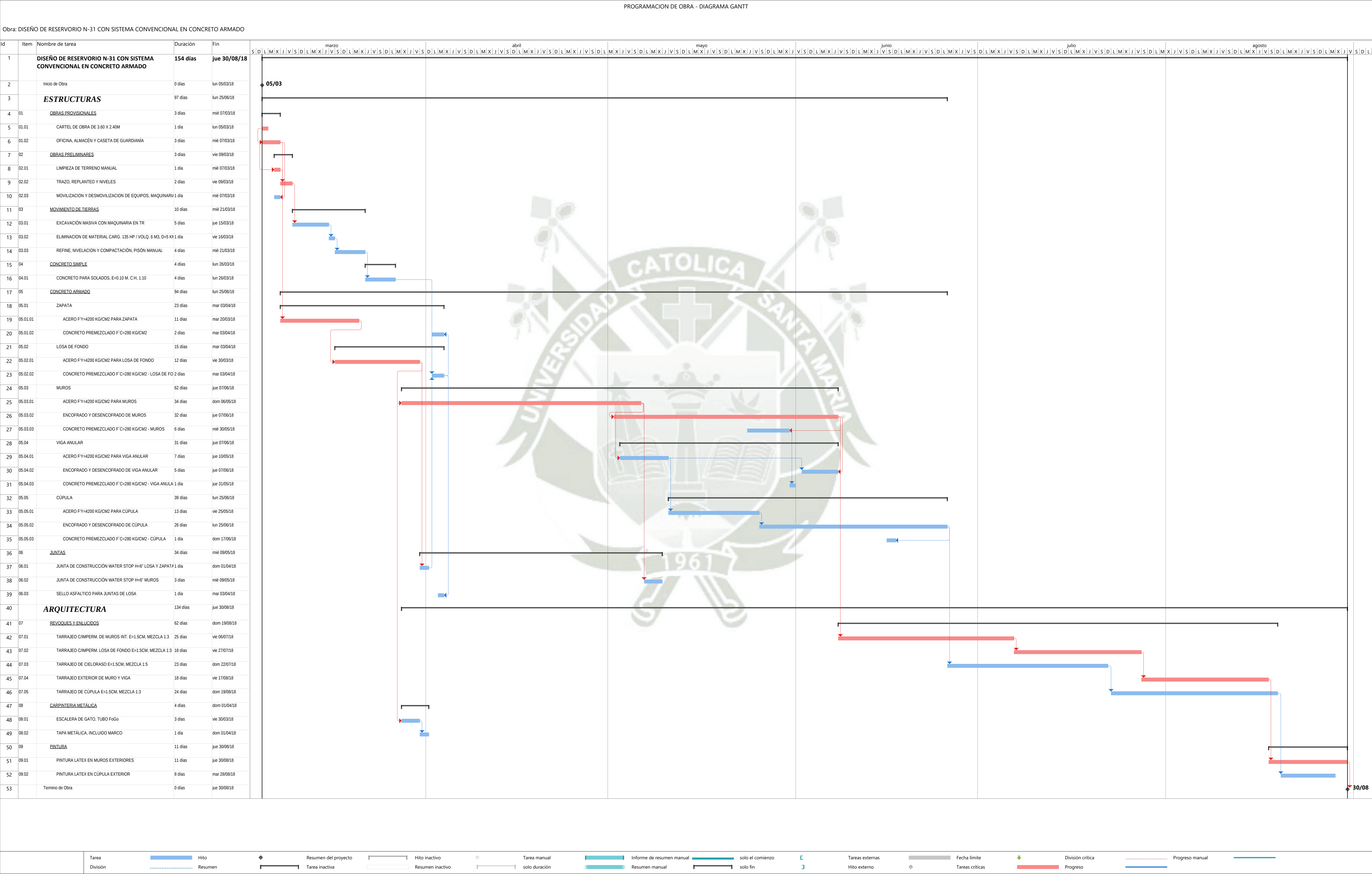


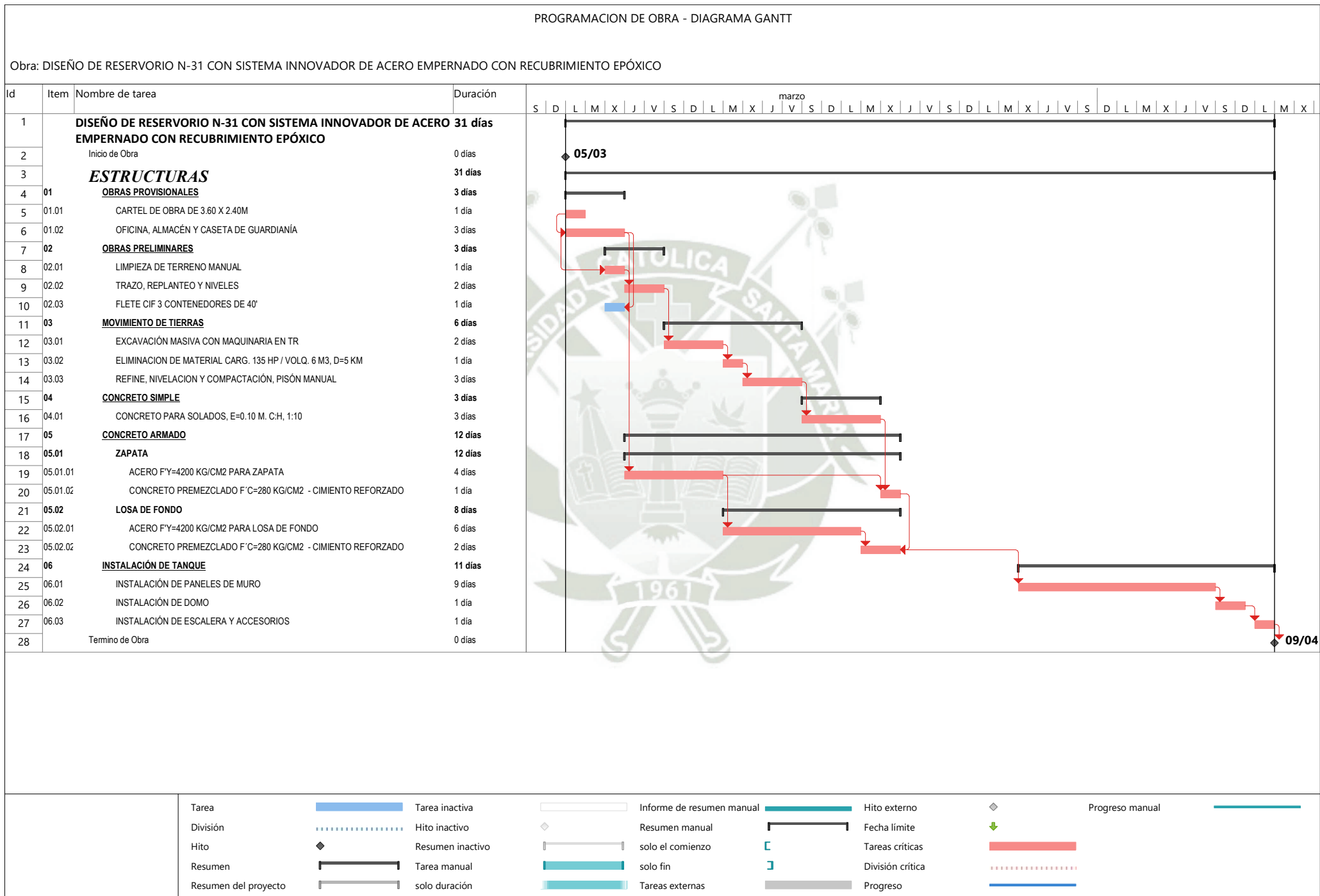
Tabla 25. Actividades de ambos sistemas constructivos

Fuente: Elaboración propia

6.3. Comparación de Procedimientos Constructivos

En la programación de obra de concreto armado vemos un tiempo de construcción de 154 días calendario, mientras que para el sistema de acero empernado con recubrimiento epóxico la duración es de 31 días calendario.





CAPÍTULO 7

7. Presupuesto

7.1. Presupuesto Reservorio de Concreto Armado

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Total
<u>ESTRUCTURAS</u>						
01	<u>OBRAS PROVISIONALES</u>					15,118.55
01.01	CARTEL DE OBRA DE 3.60 X 2.40M	UND	1.00	768.08	768.08	
01.02	OFICINA, ALMACÉN Y CASETA DE GUARDIANÍA	M2	106.01	134.78	14,288.03	
02	<u>OBRAS PRELIMINARES</u>					4,929.21
02.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	716.58	0.95	680.75	
02.02	TRAZO, REPLANTEO Y NIVELES	M2	716.58	2.44	1,748.46	
02.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS PARA LA OBRA	GLB	1.00	2,500.00	2,500.00	
03	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>					27,015.84
03.01	EXCAVACIÓN MASIVA CON MAQUINARIA EN TR	M3	178.00	105.95	18,859.10	
03.02	ELIMINACION DE MATERIAL CARG. 135 HP / VOLQ. 6 M3, D=5 KM	M3	178.00	32.21	5,733.38	
03.03	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACIÓN, PISÓN MANUAL	M2	651.44	3.72	2,423.36	
04	<u>CONCRETO SIMPLE</u>					104,556.12
04.01	CONCRETO PARA SOLADOS, E=0.10 M. C:H, 1:10	M2	651.44	160.50	104,556.12	
05	<u>CONCRETO ARMADO</u>					689,305.36
05.01	<u>ZAPATA</u>					
05.01.01	ACERO F'Y=4200 KG/CM2 PARA ZAPATA	KG	8,240.81	4.20	34,611.40	
05.01.02	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2	M3	83.67	417.45	34,928.04	
05.02	<u>LOSA DE FONDO</u>					
05.02.01	ACERO F'Y=4200 KG/CM2 PARA LOSA DE FONDO	KG	5,995.47	4.20	25,180.97	
05.02.02	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2 - LOSA DE FONDO	M3	98.17	417.45	40,981.07	
05.03	<u>MUROS</u>					
05.03.01	ACERO F'Y=4200 KG/CM2 PARA MUROS	KG	41,740.43	4.94	206,197.72	
05.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS	M2	1,124.17	52.49	59,007.68	
05.03.03	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2 - MUROS	M3	224.83	424.92	95,534.76	
05.04	<u>VIGA ANULAR</u>					
05.04.01	ACERO F'Y=4200 KG/CM2 PARA VIGA ANULAR	KG	3,453.95	4.94	17,062.51	
05.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGA ANULAR	M2	89.54	57.59	5,156.61	
05.04.03	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2 - VIGA ANULAR	M3	22.39	424.92	9,513.96	
05.05	<u>CÚPULA</u>					
05.05.01	ACERO F'Y=4200 KG/CM2 PARA CÚPULA	KG	6,092.77	5.30	32,291.68	
05.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CÚPULA	M2	1,360.33	66.45	90,393.93	
05.05.03	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2 - CÚPULA	M3	91.82	418.70	38,445.03	
06	<u>JUNTAS</u>					7,856.71
06.01	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN WATER STOP H=6" LOSA Y ZAPATA	M	89.22	23.69	2,113.62	
06.02	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN WATER STOP H=6" MUROS	M	178.44	24.73	4,412.82	
06.03	SELLO ASFALTICO PARA JUNTAS DE LOSA	M	89.22	14.91	1,330.27	

ARQUITECTURA

07	REVOQUES Y ENLUCIDOS					130,809.47
07.01	TARRAJEO C/IMPERM. DE MUROS INT. E=1.5CM, MEZCLA 1:3	M2	599.71	40.36	24,204.30	
07.02	TARRAJEO C/IMPERM. LOSA DE FONDO E=1.5CM, MEZCLA 1:3	M2	615.75	29.36	18,078.42	
07.03	TARRAJEO DE CIELORASO E=1.5CM, MEZCLA 1:5	M2	664.26	36.10	23,979.79	
07.04	TARRAJEO EXTERIOR DE MURO Y VIGA	M2	624.69	47.68	29,785.22	
07.05	TARRAJEO DE CÚPULA E=1.5CM, MEZCLA 1:3	M2	696.07	49.94	34,761.74	
08	CARPINTERIA METÁLICA					1,615.74
08.01	ESCALERA DE GATO, TUBO FoGo	M	22.54	58.52	1,319.04	
08.02	TAPA METÁLICA, INCLUIDO MARCO	UND	1.00	296.70	296.70	
09	PINTURA					13,286.84
09.01	PINTURA LATEX EN MUROS EXTERIORES	M2	624.69	10.06	6,284.38	
09.02	PINTURA LATEX EN CÚPULA EXTERIOR	M2	696.07	10.06	7,002.46	
COSTO DIRECTO						994,431.40
GASTOS GENERALES						14,88% 147,971.39
UTILIDAD						5% 49,721.57
SUB TOTAL						1,192,124.36
IGV.						18% 214,582.38
PRESUPUESTO TOTAL						1,406,706.74

Son : UN MILLON CUATROCIENTOS SEIS MIL SETECIENTOS SEIS CON 74/100 SOLES

7.2. Presupuesto Reservorio de Acero Empernado con Recubrimiento Epóxico

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Total
<u>ESTRUCTURAS</u>						
01	<u>OBRAS PROVISIONALES</u>					15,056.11
01.01	CARTEL DE OBRA DE 3.60 X 2.40M	UND	1.00	768.08	768.08	
01.02	OFICINA, ALMACÉN Y CASETA DE GUARDIANÍA	M2	106.01	134.78	14,288.03	
02	<u>OBRAS PRELIMINARES</u>					52,684.32
02.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	648.62	0.95	616.19	
02.02	TRAZO, REPLANTEO Y NIVELES	M2	648.62	2.44	1,582.63	
02.03	FLETE CIF 3 CONTENEDORES DE 40'	GLB	1.00	50,485.50	50,485.50	
03	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>					19,283.42
03.01	EXCAVACIÓN MASIVA CON MAQUINARIA EN TR	M3	124.95	105.95	13,238.45	
03.02	ELIMINACION DE MATERIAL CARG. 135 HP / VOLQ. 6 M3, D=5	M3	124.95	31.06	3,880.95	
03.03	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACIÓN, PISÓN MANUAL	M2	589.65	3.67	2,164.02	
04	<u>CONCRETO SIMPLE</u>					94,638.83
04.01	CONCRETO PARA SOLADOS, E=0.10 M. C:H, 1:10	M2	589.65	160.50	94,638.83	
05	<u>CONCRETO ARMADO</u>					59,331.64
05.01	<u>ZAPATA</u>					
05.01.01	ACERO F'Y=4200 KG/CM2 PARA ZAPATA	KG	899.97	4.20	3,779.87	
05.01.02	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2 - CIMIENTO REFORZADO	M3	10.57	409.23	4,325.56	
05.02	<u>LOSA DE FONDO</u>					
05.02.01	ACERO F'Y=4200 KG/CM2 PARA LOSA DE FONDO	KG	4,317.09	4.20	18,131.78	
05.02.02	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2 - CIMIENTO REFORZADO	M3	80.87	409.23	33,094.43	
06	<u>INSTALACIÓN DE TANQUE</u>					1,151,476.09
06.01	INSTALACIÓN DE PANELES DE MURO	GLB	112.00	6,756.60	756,739.20	
06.02	INSTALACIÓN DE DOMO	GLB	1.00	383,055.16	383,055.16	
06.03	INSTALACIÓN DE ESCALERA Y ACCESORIOS	GLB	1.00	11,681.73	11,681.73	
COSTO DIRECTO						1,392,470.41
GASTOS GENERALES						51,113.95
UTILIDAD						69,623.52
SUB TOTAL						1,513,197.59
IGV.						272,375.57
PRESUPUESTO TOTAL						1,785,573.16

Son : UN MILLON SETECIENTOS OCHENTA Y CINCO MIL QUINIENTOS SETENTA Y TRES CON 16/100 SOLES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El diseño de las estructuras dio cumplimiento a las disposiciones de la normativa peruana vigente y a la práctica habitual en el diseño de este tipo de estructuras. En este sentido, se estableció como requisito utilizar los códigos de diseño de cada material, en particular, los códigos desarrollados por el ACI para hormigón armado y la AWWA D 103-97 para estructuras de acero.

Se decidió para esta tesis la aplicación de la norma de diseño peruana tal como es, con la salvedad de que estos diseños tienen como objetivo un análisis comparativo de costos y no su ejecución como proyectos reales.

La cortante basal del concreto armado es mayor a la del acero debido al mayor peso que el primero posee. Sus desplazamientos laterales en la parte más alta de cada uno es menor a los dados por norma, con lo que si cumple ese requisito.

Después de haberse realizado el análisis de costos de ambos sistemas para la implementación de un reservorio de 3650 m³ de agua para la zona de Cerro Colorado, se concluye que la hipótesis planteada al comienzo de la presente tesis es que el sistema innovador de acero empernado con recubrimiento epóxico es capaz de reemplazar al sistema convencional de concreto armado, tomando en cuenta los siguientes aspectos.

La variación en costos entre el concreto armado y el acero empernado con recubrimiento epóxico tenemos lo siguiente: Costo Directo = S/. 398,039.01, y variación porcentual de 28.59% y el Presupuesto Total = S/. 378,866.42, con un porcentaje de variación de 21.22% entre ambos sistemas, esto es debido a los gastos generales fijos y variables de ambos sistemas.

Analizando más a detalle los costos de mano de obra, materiales y equipos, tenemos el siguiente cuadro:

	Variación S/.	Variación %	Sistema
MANO DE OBRA	S/. 232,290.97	24.26%	C.A. > A.E.R.E.
MATERIALES	S/. 662,747.68	29.94%	C.A. < A.E.R.E.
EQUIPO Y HERRAMIENTAS	S/. 34,808.44	5.41%	C.A. > A.E.R.E.

Tabla 26. Variación de recursos

Siendo las siglas:

C.A. = concreto armado.

A.E.R.E. = acero empernado con recubrimiento epóxico.

En este cuadro vemos que tanto la mano de obra y los equipos y herramientas son mayores sus costos respecto a los materiales, esto se debe a que se emplean más ambos con el uso del sistema de concreto armado.

Analizando más a detalle los costos de las actividades para la construcción del reservorio por ambos sistemas, tenemos el siguiente cuadro:

	Variación S/.	Variación %	Sistema
OBRAS PROVISIONALES	S/. 0.00	0.00%	C.A. = A.E.R.E.
OBRAS PRELIMINARES	S/. 47,755.11	90.64%	C.A. < A.E.R.E.
MOVIMIENTO DE TIERRAS	S/. 7,732.42	28.62%	C.A. > A.E.R.E.
CONCRETO SIMPLE	S/. 10,782.35	9.49%	C.A. > A.E.R.E.
CIMENTACIÓN	S/. 76,369.84	56.28%	C.A. > A.E.R.E.
CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO	S/. 442,303.45	38.59%	C.A. < A.E.R.E.

Tabla 27. Variación de actividades

Siendo las siglas:

C.A. = concreto armado.

A.E.R.E. = acero empernado con recubrimiento epóxico.

En el cuadro anterior observamos que en las actividades de obras preliminares y construcción del reservorio la variación es mayor a favor del sistema de acero empernado con recubrimiento epóxico es debido a las partidas de transporte de materiales y la colocación de los paneles de acero.

Respecto al proceso constructivo y programación de ambos sistemas tenemos que el reservorio de concreto armado nos tomará un periodo de 154 días calendario, mientras que el sistema de acero empernado con recubrimiento epóxico tarda 31 días calendario, lo que nos da una diferencia de 123 días calendario, que serían cuatro meses y un día.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a pesar de que el reservorio de acero empernado con recubrimiento epóxico es la mejor opción por tiempo, vida útil, facilidad para su mantenimiento, también se debe tener en cuenta que se debe prever su pedido con semanas de anterioridad, ya que se deben diseñar y fabricar los paneles y partes del domo.

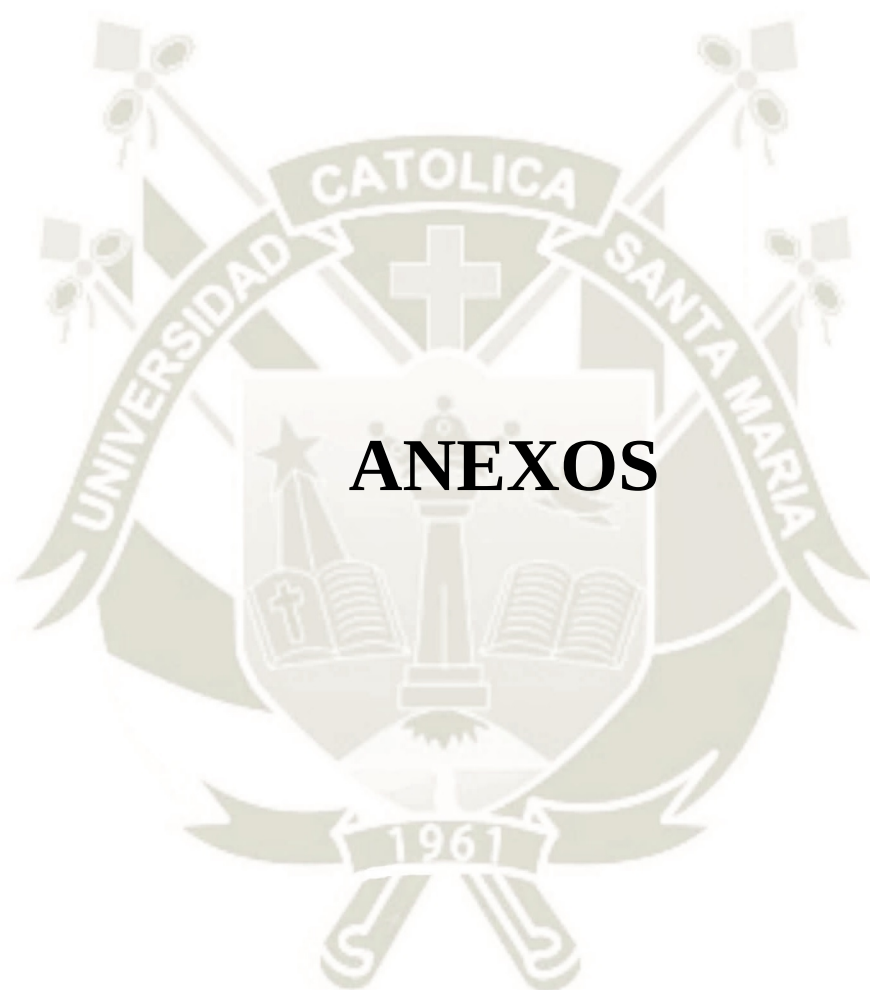
El sistema innovador de acero empernado al momento de ser ensamblado por mano de obra capacitada, ya que se debe tener cuidado con el manejo de los paneles, los cuales pueden ser subsanados en obra, pero esto generaría un costo no programado, así como para cualquier elemento de dicho sistema.

Es importante el control de calidad de la construcción en este tipo de sistema para que su desempeño sea correcto, lo principal es el empernado de las uniones para que no haya elementos afectados por las presiones, pero para esto también se realizan las pruebas necesarias para su entrega final.

Para finalizar, dada la naturaleza de este proyecto apoyada en la práctica acostumbrada, algunos puntos interesantes para el estudio y profundización de este trabajo son la optimización del diseño de estas estructuras, la incorporación de las pérdidas de los materiales de construcción y un detalle más preciso de los aumentos de materiales necesarios para la construcción. Estos puntos pueden presentar nuevas condiciones para determinar las diferencias de costos de las estructuras aquí presentadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Abastecimiento de agua, teoría y diseño. Madrid 1980 - José Ignacio Arrocha Pinto.
- Abraham G. Lopez Juan C. Sanchez. (2011). Diseño de cisternas de ferrocemento, análisis económico, constructivo y cualitativo ante cisternas de hormigón armado y cisternas plásticas.
- American Concrete Institute “Seismic Design of Liquid Containing Concrete Structures and Commentary (ACI 350.3-06)” United States. 2006
- Calidad y tratamiento del agua, 2002. American Water Works Association
- Carrión, L. & Corpus, B. (2015). Procedimiento de diseño estructural de un reservorio circular apoyado de concreto armado cumpliendo los parámetros de la propuesta de norma e030 2014 para la zona de Cajamarquilla.
- Ing. Roberto F. Morales. (2015). Deformaciones de las estructuras. Revista de la Universidad de Mendoza, 1, 14
- NORMA AWWA D 103-97 para tanques depósitos atornillados recubiertos en fábrica para almacenamiento de agua.
- Norma técnica peruana e 030 (sismo resistente).
- Norma técnica peruana e 060 (concreto armado).
- OMS. (2008). How does safe water impact global health? 2018, de OMS Sitio web: <http://www.who.int/features/qa/70/en/>
- Optaciano L. Vasquez. (2010). Estatica de fluidos.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM), Artículo “El agua” 2018.
- Organización Panamericana de la salud. “Guía para el diseño y construcción de reservorios apoyados”. Lima, 2005.
- Organización Panamericana de la salud. “Guías para el diseño de reservorios elevados de agua potable”. Lima, 2005.
- Scarlett Sanchez. (2015). El Agua: sus usos. 2017, de Scarlett Sanchez Sitio web: <http://elagua-13-scarlett.blogspot.com/2015/06/el-agua-sus-usos.html>
- Zapata Baglieto L., Diseño estructural en acero, Universidad Nacional de Tumbes



ANEXOS



Anexo A

Estudio de mecánica de suelos

82
549

ESACON

ESTUDIO DE SUELOS

CREACION DE LOS SISTEMAS DE AGUA
POTABLE DEPENDIENTES DEL
CIRCUITO N° 31 Y ALCANTARILLADO
SANITARIO DEL DISTRITO DE CERRO
COLORADO, PROVINCIA,
DEPARTAMENTO Y REGION AREQUIPA



Sedapar

CERRO COLORADO - AREQUIPA



ESACON

ESTUDIO DE SUELOS ASFALTOS
CONCRETOS Y SUPERVISION DE OBRAS

URB. RESIDENCIAL "LAS MARIAS" E - 38
PAUCARPATA - AREQUIPA

TELF: Cel. (054) 959498635
Dom. (054) 461191
Lab. (054) 253627

email: esacon_ego@hotmail.com

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

INFORME N° 801-JL-AREQUIPA

A : SEDAPAR
DEL : JEFE DE LABORATORIO.
ASUNTO : ESTUDIO DE SUELOS
SECTOR: CERRO COLORADO
FECHA : AREQUIPA, NOVIEMBRE DEL 2016.

1. INTRODUCCION.-

A solicitud de **SEDAPAR**, hacemos llegar el presente informe técnico, que está relacionado con el Estudio de Mecánica de Suelos, para la **CREACION DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE DEPENDIENTES DEL CIRCUITO N° 31 Y ALCANTARILLADO SANITARIO DEL DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION AREQUIPA.**

2. OBJETO DEL ESTUDIO.-

El objeto de dicho estudio es de clasificar y determinar la calidad y capacidad de carga de los suelos existentes en la zona donde se ubicara los trabajos para la **CREACION DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE DEPENDIENTES DEL CIRCUITO N° 31 Y ALCANTARILLADO SANITARIO DEL DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION AREQUIPA.**

3. RESEÑA GEOLOGICA LOCAL.-

- **Volcánico Sencca.-** Aflora entre los distritos de Yanahuara, Cayma y Cerro Colorado, formando por el material volcánico tipo tufo volitico, pómez y auderitas, de colores blanco rosado salmón.
- **Flujo de lodo.-** Sobre yace al sencca, es de color oscuro, fragmentos sub-redondeado, auderitas y basaltos en matriz arenosa.
- **Aluvial del Chili.-** Forma la terraza de inundación, de color gris oscuro, cantos dorados.
- **Pluvial Reciente.-** Capa superficial de meteorización, arena limosa, hasta de 1m. De grosor.
- **Relleno.-** En capas de 2.5m. de grosor, sobre la terraza de inundación, arena gris, fragmentos variables. Su topografía es plana y uniforme y se desarrolló en capas de diferentes texturas (suelo Vegetal), y compuesto por limos, arena fina, pequeños lentes de arcilla en estructuras masivas, secas y compactas, se disgrega en terrones e intercalación con arenas gravas, guijarros sub. redondeados.


GENARO SANTA CACERES
ING. CIVIL
CIFE: 76958

181
548



ESACON

ESTUDIO DE SUELOS ASFALTOS
CONCRETOS Y SUPERVISION DE OBRAS

URB. RESIDENCIAL "LAS MARIAS" E - 38
PAUCARPATA - AREQUIPA

TELF: Cel. (054) 959498635
Dom. (054) 461191
Lab. (054) 253627

email, esacon_ego@hotmail.com

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

El suelo descrito en esta serie es favorable para el asentamiento de construcciones ya que la humedad es de bajo porcentaje y la compactación observable permite un suelo resistente a los sismos estadísticamente a un 20%

4. METODOLOGIA.-

Estrategia de trabajo, ha constituido en una inspección y evaluación de la zona dando importancia al aspecto geotécnico donde se realizara la **CREACION DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE DEPENDIENTES DEL CIRCUITO N° 31 Y ALCANTARILLADO SANITARIO DEL DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION AREQUIPA.** Una vez realizada esta operación se procedió a ejecutar 01 calicata de 0.20 m. de profundidad, se muestreo, se describió y se observaron las características del sub-suelo que mostraba las calicatas. Con el material obtenido en el campo se procedió a realizar las pruebas en el laboratorio para luego en el gabinete se interprete y describa la información obtenida.

5. TRABAJOS DE CAMPO.-

Se efectuaron los trabajos de exploración, lo que nos permitió visualizar la estratigrafía y describir los suelos, se tomaron las muestras disturbadas y representativas para ensayos en el laboratorio, a fin de clasificar y determinar sus características físicas, mecánicas y su valor soporte.

6. INVESTIGACION DE LABORATORIO.-

Con las muestras de suelo obtenido en la investigación de campo se ha llevado a cabo los análisis de laboratorio, con la finalidad de obtener los parámetros que permitan su clasificación e identificación de propiedades físicas. Para efecto se han ejecutado los siguientes ensayos bajo las Normas de la American Society For Testing and Materials (A.S.T.M.)

7. OBSERVACIONES.-

APLICACIÓN DE LA NORMA TECNICA PARA EDIFICACIONES E – 50

De acuerdo a los ensayos obtenidos en el laboratorio indica que la formación de los estratos está dispuesta de la siguiente manera:

CALICATA N° 1 - RESERVORIO # 02 - CIRCUITO 31

- **Primer Estrato.-** (Prof. 0.00 a 0.20). Presencia de bloques de sillar fijos al 100% (no amerita mayor excavación, por lo expuesto).

GENARO SANTA CACERES
ING. CIVIL
CIP: 76958

547

546



ESACON

ESTUDIO DE SUELOS ASFALTOS
CONCRETOS Y SUPERVISION DE OBRAS

URB. RESIDENCIAL "LAS MARIAS" E-38
PAUCARPATA - AREQUIPA

TELF: Cel. (054) 959498635
Dom. (054) 461191
Lab. (054) 253627

email. esacon_ego@hotmail.com

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Clasificación de Suelos

Con los resultados de los ensayos de Laboratorio, las muestras de suelo se obtuvieron la Clasificación de Suelos SUCS.

Clasificación de suelos con fines de excavación

"Suelo Normal"

Es aquel terreno suelto, consolidado o compactado que puede ser excavado a pulso o con excavadoras; este grupo está formado por piedra (3" a 6"), grava (1/4"-3"), arena, limo, arcilla o combinaciones de estos.

"Suelo Semirocoso"

Es aquel constituido por roca descompuesta o terreno con bolonería y bloques menores según se precisa a continuación:

Roca Descompuesta; es aquel terreno constituido por roca fracturada que para su extracción no requiere del uso de explosivos o procedimientos especiales de excavación.

Suelo con bolonería y bloques menores; Es aquel terreno con presencia significativa (más del 33%) de bolonería (6" a 12") y/o bloques o fragmentos de roca de tamaño entre 30 y 75cm.

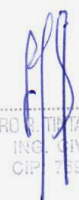
"Suelo Rocoso"

Terreno Rocoso; es aquel terreno constituido por roca sana que para su extracción requiere el uso de explosivos o procedimientos especiales de excavación.

Terreno con bloques mayores; es aquel terreno con presencia de bloques o fragmentos de roca mayores a 75cm.

CLASIFICACION DE SUELOS

Calicata Nº	Suelo Normal	Suelo Semirocoso	Suelo Rocoso	Clasificación de Suelos	Profundidad (m.)	Nivel de Agua (m.)
C-01	0.0 %	0.0 %	100.0 %	ROCOSO	0.20	N.E.


GENARO R. T. CÁCERES
ING. CIVIL
CIP: 78588

545



ESACON

ESTUDIO DE SUELOS ASFALTOS
CONCRETOS Y SUPERVISION DE OBRAS

URB. RESIDENCIAL "LAS MARIAS" E-38
PAUCARPATA - AREQUIPA

TELF: Cel. (054) 959498635
Dom. (054) 461191
Lab. (054) 253627

email: esacon_ego@hotmail.com

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

8. ASPECTOS SISMICOS.-

8.1 FACTORES SISMICOS.

El área de estudio se ubica en el Distrito de Cerro Colorado, donde se realizara la **CREACION DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE DEPENDIENTES DEL CIRCUITO N° 31 Y ALCANTARILLADO SANITARIO DEL DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION AREQUIPA**, se encuentra en una zona de Alta Sismicidad, clasificándose según el Reglamento Nacional de Construcciones como zona 3, mencionando que la zonificación considerada se basa en la distribución espacial de la Sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.

A cada zona se le asigna un factor, este factor se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 10 años.

Conforme a la clasificación como zona 3 puede darse la probabilidad de ocurrencia de sismos de considerable magnitud.

8.2. PARÁMETRO SISMICOS CONSIDERADOS.

La sismicidad del suelo está representada por los parámetros de respuesta dinámica del suelo de cimentación correspondiente a la capa de suelo conformado arenas pobremente graduadas y arenas limosas, de compacidad media en concordancia con la Norma E0.30 del RNE (2016) el lugar de la obra se encuentra ubicado en la zona sísmica 3

Factor de Zona (Z):



Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

De la norma E-030, el factor Z = 0.35

A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla N° 1. Este factor se

GONZALO R. SANTA CACERES
ING. CIVIL
C.P. 76958



ESACON

ESTUDIO DE SUELOS ASFALTOS
CONCRETOS Y SUPERVISION DE OBRAS

URB. RESIDENCIAL "LAS MARIAS" E - 38
PAUCARPATA - AREQUIPA

TELF: Cel. (054) 959498635
Dom. (054) 461191
Lab. (054) 253627

email. esacon_ego@hotmail.com

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Se adopta el **Perfil Tipo S2: Suelos Intermedios**

A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte V_s , entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT N_{60} , entre 15 y 50.
- Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada S_u , entre 50 kPa (0,5 kg/cm²) y 100 kPa (1 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{S}_u$
S_0	> 1500 m/s	-	-
S_1	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100 kPa
S_2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S_3	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S_4	Clasificación basada en el EMS		

GERARDO A. TUPA CACERES
ING. CIVIL
CIP: 73953



ESACON

ESTUDIO DE SUELOS ASFALTOS
CONCRETOS Y SUPERVISION DE OBRAS

URB. RESIDENCIAL "LAS MARIAS" E-38
PAUCARPATA - AREQUIPA

TELF: Cel. (054) 959498635
Dom. (054) 461191
Lab. (054) 253627

email: esacon_ego@hotmail.com

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Parámetros de Sitio (S , T_p y T_L)

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los periodos T_p y T_L dados en las Tablas N° 3 y N° 4.

Tabla N° 3
FACTOR DE SUELO "S"

SUELO ZONA	S_0	S_1	S_2	S_3
Z_4	0,80	1,00	1,05	1,10
Z_3	0,80	1,00	1,15	1,20
Z_2	0,80	1,00	1,20	1,40
Z_1	0,80	1,00	1,60	2,00

Tabla N° 4
PERÍODOS " T_p " Y " T_L "

	Perfil de suelo			
	S_0	S_1	S_2	S_3
T_p (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T_L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Tabla N° 5
CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

[Firma]
BENARDI P. SANTA CASERES
ING. CIVIL
CIP: 76933

56
543



ESACON

ESTUDIO DE SUELOS ASFALTOS
CONCRETOS Y SUPERVISION DE OBRAS

URB. RESIDENCIAL "LAS MARIAS" E - 38
PAUCARPATA - AREQUIPA

TELF: Cel. (054) 959498635
Dom. (054) 461191
Lab. (054) 253627

email: esacon_ego@hotmail.com

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

9. CAPACIDAD PORTANTE.-

9.1 CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO A NIVEL DE CIMENTACION.

9.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECANICAS

CALICATA 01 RESERVORIO #02

♦ Peso Unitario	1.90 kg/cm ² .
♦ Angulo de rozamiento (ϕ)	30.07°
♦ N_q	18.55
♦ N_y	15.24
♦ N_c	30.31
♦ S_q	1.58
♦ S_y	0.60
♦ S_c	1.61
♦ Cohesión (c)	0.00
♦ Df	1.00 m.
♦ Zapata cuadrada	
♦ Ancho de Zapata	B = 1.00

qult = 9.22 kg/cm²
qadm = 3.07 kg/cm²

Capacidad Portante según Terzaghi:

Factor de Seguridad (FS) = 3.0

$$q_{ult} = CN_c S_c + \frac{1}{2} \gamma B S_\gamma N_\gamma + \gamma D_f S_q N_q$$

Profundidad de desplante 1.00 m.

Zapata cuadrada

Ancho de Zapata B = 1.00

qult = 9.22 Tn/m²
qadm = 3.07 kg/cm²


GENARO R. ZANTA CACERES
ING. CIVIL
C.R. 10000

542



ESACON

ESTUDIO DE SUELOS ASFALTOS
CONCRETOS Y SUPERVISION DE OBRAS

URB. RESIDENCIAL "LAS MARIAS" E - 38
PAUCARPATA - AREQUIPA

TELF: Cel. (054) 959498635
Dom. (054) 461191
Lab. (054) 253627

email: esacon_ego@hotmail.com

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

10. CONCLUSIONES.-

- No se encontró el nivel freático.
- Los materiales encontrados no tienen sulfatos, carbonatos u otras sales solubles.
- **Los resultados del presente estudio son validos solo para la zona investigada.**

11. RECOMENDACIONES.-

- Para determinar de la capacidad portante se obtuvo una muestra inalterada para realizar la prueba del corte directo obteniendo una capacidad portante admisible en este suelo de **3.07 kg/cm²**.
- Buscar que los asentamientos que puedan presentarse sean menores a los admisibles y tratar que sean uniformes y no diferenciales.

Aprovecho la oportunidad para hacerle llegar los sentimientos de mi mayor consideración.

Atentamente.


GENARO F. ALVAREZ
ING. CIVIL
C.R. 70503

44
549



Anexo B

Análisis de costos unitarios

Análisis de Costos Unitarios

Proyecto DISEÑO DE RESERVORIO N-31 CON SISTEMA CONVENCIONAL EN CONCRETO ARMADO
Sub Presupuesto 01 - ESTRUCTURAS
Cliente UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
Ubicación CERRO COLORADO - AREQUIPA - AREQUIPA

Costo a :

Marzo -
2018

Partida	01.01	CARTEL DE OBRA DE 3.60 X 2.40M				Rend:	1.0000 UND/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.8000	20.83	16.66
	47 00003	OPERARIO	HH	1.000	8.0000	19.23	153.84
	47 00004	PEON	HH	1.000	8.0000	14.33	114.64
							285.14
		Materiales					
	02 00009	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.5000	3.25	1.63
	21 00007	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL		1.1000	20.02	22.02
	30 00011	BANNER ARTISTICO DE 5.40 X 3.60 M C/MARCO	UND		1.0000	250.00	250.00
	38 00008	HORMIGON	M3		0.3700	60.00	22.20
	44 00010	MADERA TORNILLO CEPILLADA	P2		40.3600	4.50	181.62
							477.47
		Equipo					
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	285.14	8.55
							8.55
						Costo Unitario por UND :	771.16

Partida	01.02	OFICINA, ALMACÉN Y CASETA DE GUARDIANÍA				Rend:	40.0000 M2/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00002	CAPATAZ	HH	0.200	0.0400	20.83	0.83
	47 00003	OPERARIO	HH	4.000	0.8000	19.23	15.38
	47 00014	OFICIAL	HH	2.000	0.4000	15.94	6.38
	47 00004	PEON	HH	4.000	0.8000	14.33	11.46
							34.05
		Materiales					
	02 00016	CLAVOS PARA MADERA C/C 2"	KG		0.1500	3.25	0.49
	21 00007	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL		0.2000	20.02	4.00
	43 00015	MADERA TORNILLO	P2		3.8000	4.50	17.10
	44 00018	TRIPLAY LUPUNA 4' x 8' x 12 mm	PLN		0.5500	60.00	33.00
	59 00017	CALAMINA 1.80 X 0.8 X 0.18 M	PZA		0.9000	50.00	45.00
							99.59
		Equipo					
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	34.05	1.70
							1.70
						Costo Unitario por M2 :	135.34

Partida 02.01 LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL

Rend:

780.0000 M2/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0010	20.83	0.02
47 00004	PEON	HH	6.000	0.0615	14.33	0.88
						0.90
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.90	0.05
						0.05
Costo Unitario por M2 :						0.95

Partida	02.02	TRAZO, REPLANTEO Y NIVELES				Rend:	500.0000 M2/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0016	20.83	0.03	
47 00094	TOPOGRAFO	HH	1.000	0.0160	20.83	0.33	
47 00014	OFICIAL	HH	1.000	0.0160	15.94	0.26	
47 00004	PEON	HH	3.000	0.0480	14.33	0.69	
						1.31	
Materiales							
02 00009	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.0050	3.25	0.02	
30 00210	WINCHA	UND		0.0010	30.00	0.03	
30 00049	YESO DE 25 Kg	BOL		0.0250	15.00	0.38	
43 00015	MADERA TORNILLO	P2		0.0264	4.50	0.12	
54 00098	ESMALTE	GLN		0.0020	47.00	0.09	
						0.64	
Equipo							
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.31	0.04	
37 00097	MIRA TOPOGRAFICA	HE	1.000	0.0160	1.20	0.02	
48 00100	ESTACION TOTAL	hm	1.000	0.0160	15.50	0.25	
49 00099	NIVEL	HE	1.000	0.0160	11.38	0.18	
						0.49	
Costo Unitario por M2 :						2.44	

Partida	02.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS PARA LA OBRA				Rend:	1.0000 GLB/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Materiales					
	30 00013	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA Y EQUIPOS A LA OBRA	VJE		2.0000	1,250.00	2,500.00
							2,500.00
						Costo Unitario por GLB :	2,500.00

Partida	03.01	EXCAVACIÓN MASIVA CON MAQUINARIA EN TR				Rend:	20.0000 M3/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0400	20.83	0.83
	47 00004	PEON	HH	6.000	2.4000	14.33	34.39
	47 00152	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	2.000	0.8000	20.73	16.58
							51.80

	Equipo					
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	51.80	2.59
48 00212	MARTILLO NEUMATICO 21-24 KG	HM	1.000	0.4000	4.75	1.90
49 00006	COMPRESORA NEUMATICA 76 HP 125-175 PCM	HM	2.000	0.8000	62.07	49.66
						54.15

Costo Unitario por M3 : **105.95**

Partida	03.02	ELIMINACION DE MATERIAL CARG. 135 HP / VOLQ. 6 M3, D=5 KM				Rend:	240.0000 M3/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0033	20.83	0.07
	47 00004	PEON	HH	2.000	0.0667	14.33	0.96
							1.03
		Equipo					
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.03	0.03
	48 00145	CAMION VOLQUETE 210 HP x 6 M3.	HM	4.000	0.1333	177.87	23.71
	48 00092	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3	HM	1.000	0.0333	223.30	7.44
							31.18
						Costo Unitario por M3 :	32.21

Partida	03.03	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACIÓN, PISÓN MANUAL				Rend:	100.0000 M2/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0080	20.83	0.17
	47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.0800	19.23	1.54
	47 00004	PEON	HH	1.000	0.0800	14.33	1.15
							2.86
		Materiales					
	05 00024	AGUA	M3		0.0500	10.00	0.50
							0.50
		Equipo					
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.86	0.14
	48 00091	PISON MANUAL	HM	1.000	0.0800	2.70	0.22
							0.36
							Costo Unitario por M2 : 3.72

Partida	04.01	CONCRETO PARA SOLADOS, E=0.10 M. C:H, 1:10				Rend:	100.0000 M2/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0080	20.83	0.17
	47 00003	OPERARIO	HH	2.000	0.1600	19.23	3.08
	47 00004	PEON	HH	6.000	0.4800	14.33	6.88
	47 00152	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.000	0.0800	20.73	1.66
							11.79
		Materiales					
	04 00068	ARENA GRUESA	M3		0.5000	65.00	32.50
	05 00024	AGUA	M3		0.1800	10.00	1.80
	05 00069	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.8000	30.00	24.00
	21 00007	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL		5.0000	17.22	86.10

34 00110	GASOLINA 84 OCTANOS	GLN		0.2400	11.50	2.76
						147.16
	Equipo					
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	11.79	0.59
49 00085	MEZCLADORA CONCRETO DE 11 P3	HM	1.000	0.0800	12.01	0.96
						1.55
						Costo Unitario por M2 : 160.50

Partida 05.01.01	ACERO FY=4200 KG/CM2 PARA ZAPATA				Rend:	250.0000 KG/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0032	20.83	0.07
47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.0320	19.23	0.62
47 00014	OFICIAL	HH	1.000	0.0320	15.94	0.51
						1.20
	Materiales					
02 00119	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	KG		0.0480	3.50	0.17
03 00096	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60	KG		1.0500	2.64	2.77
						2.94
	Equipo					
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.20	0.06
						0.06
						Costo Unitario por KG : 4.20

Partida 05.01.02	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2				Rend:	50.0000 M3/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0160	20.83	0.33
47 00003	OPERARIO	HH	2.000	0.3200	19.23	6.15
47 00014	OFICIAL	HH	1.000	0.1600	15.94	2.55
47 00004	PEON	HH	4.000	0.6400	14.33	9.17
47 00152	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.000	0.1600	20.73	3.32
						21.52
	Materiales					
05 00214	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2 + BOMBA	M3		1.0200	380.00	387.60
						387.60
	Equipo					
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	21.52	0.65
49 00213	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	HM	4.000	0.6400	12.00	7.68
						8.33
						Costo Unitario por M3 : 417.45

Partida 05.02.01	ACERO F'Y=4200 KG/CM2 PARA LOSA DE FONDO				Rend:	250.0000 KG/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0032	20.83	0.07
47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.0320	19.23	0.62
47 00014	OFICIAL	HH	1.000	0.0320	15.94	0.51
						1.20

Materiales						
02 00119	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	KG	0.0480	3.50		0.17
03 00096	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60	KG	1.0500	2.64		2.77
						2.94
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	5.0000	1.20		0.06
						0.06
Costo Unitario por KG :						4.20

Partida	05.02.02	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2 - LOSA DE FONDO	Rend:	50.0000 M3/DIA		
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0160	20.83	0.33
47 00003	OPERARIO	HH	2.000	0.3200	19.23	6.15
47 00014	OFICIAL	HH	1.000	0.1600	15.94	2.55
47 00004	PEON	HH	4.000	0.6400	14.33	9.17
47 00152	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.000	0.1600	20.73	3.32
						21.52
Materiales						
05 00214	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2 + BOMBA	M3		1.0200	380.00	387.60
						387.60
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	21.52	0.65
49 00213	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	HM	4.000	0.6400	12.00	7.68
						8.33
Costo Unitario por M3 :						417.45

Partida	05.03.01	ACERO FY=4200 KG/CM2 PARA MUROS	Rend:	250.0000 KG/DIA		
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0032	20.83	0.07
47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.0320	19.23	0.62
47 00014	OFICIAL	HH	1.000	0.0320	15.94	0.51
						1.20
Materiales						
02 00119	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	KG		0.0480	3.50	0.17
03 00096	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60	KG		1.0500	2.64	2.77
						2.94
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.20	0.06
48 00215	ANDAMIO METÁLICO	HE	1.000	0.0320	23.00	0.74
						0.80
Costo Unitario por KG :						4.94

Partida	05.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS	Rend:	12.0000 M2/DIA		
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0667	20.83	1.39
47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.6667	19.23	12.82

47 00014	OFICIAL	HH	1.000	0.6667	15.94	10.63
						24.84
Materiales						
02 00238	ESTRUCTURA SOPORTE DE SISTEMA DE ENCOFRADO VERTICAL	UND		0.0200	741.62	14.83
54 00239	AGENTE DESMOLDEANTE	GLN		0.1000	5.69	0.57
56 00237	PANELES METÁLICOS MODULARES	M2		0.0200	575.01	11.50
						26.90
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	24.84	0.75
						0.75
Costo Unitario por M2 :						52.49

Partida	05.03.03	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2 - MUROS	Rend:		40.0000 M3/DIA	
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0200	20.83	0.42
47 00003	OPERARIO	HH	2.000	0.4000	19.23	7.69
47 00014	OFICIAL	HH	1.000	0.2000	15.94	3.19
47 00004	PEON	HH	4.000	0.8000	14.33	11.46
47 00152	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.000	0.2000	20.73	4.15
						26.91
Materiales						
05 00214	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2 + BOMBA	M3		1.0200	380.00	387.60
						387.60
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	26.91	0.81
49 00213	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	HM	4.000	0.8000	12.00	9.60
						10.41
Costo Unitario por M3 :						424.92

Partida	05.04.01	ACERO F'Y=4200 KG/CM2 PARA VIGA ANULAR	Rend:		250.0000 KG/DIA	
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0032	20.83	0.07
47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.0320	19.23	0.62
47 00014	OFICIAL	HH	1.000	0.0320	15.94	0.51
						1.20
Materiales						
02 00119	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	KG		0.0480	3.50	0.17
03 00096	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60	KG		1.0500	2.64	2.77
						2.94
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.20	0.06
48 00215	ANDAMIO METÁLICO	HE	1.000	0.0320	23.00	0.74
						0.80
Costo Unitario por KG :						4.94

Partida	05.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGA ANULAR	Rend:		10.0000 M2/DIA	
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>

Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0800	20.83	1.67
47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.8000	19.23	15.38
47 00014	OFICIAL	HH	1.000	0.8000	15.94	12.75
						29.80
Materiales						
02 00238	ESTRUCTURA SOPORTE DE SISTEMA DE ENCOFRADO VERTICAL	UND		0.0200	741.62	14.83
54 00239	AGENTE DESMOLDEANTE	GLN		0.1000	5.69	0.57
56 00237	PANELES METÁLICOS MODULARES	M2		0.0200	575.01	11.50
						26.90
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	29.80	0.89
						0.89
Costo Unitario por M2 :						57.59

Partida	05.04.03	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2 - VIGA ANULAR	Rend:		40.0000 M3/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0200	20.83	0.42
47 00003	OPERARIO	HH	2.000	0.4000	19.23	7.69
47 00014	OFICIAL	HH	1.000	0.2000	15.94	3.19
47 00004	PEON	HH	4.000	0.8000	14.33	11.46
47 00152	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.000	0.2000	20.73	4.15
						26.91
Materiales						
05 00214	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2 + BOMBA	M3		1.0200	380.00	387.60
						387.60
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	26.91	0.81
49 00213	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	HM	4.000	0.8000	12.00	9.60
						10.41
Costo Unitario por M3 :						424.92

Partida	05.05.01	ACERO F'Y=4200 KG/CM2 PARA CÚPULA	Rend:		250.0000 KG/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0032	20.83	0.07
47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.0320	19.23	0.62
47 00014	OFICIAL	HH	1.000	0.0320	15.94	0.51
						1.20
Materiales						
02 00119	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	KG		0.0480	3.50	0.17
03 00096	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60	KG		1.0500	2.64	2.77
						2.94
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.20	0.06
48 00215	ANDAMIO METÁLICO	HE	1.500	0.0480	23.00	1.10
						1.16
Costo Unitario por KG :						5.30

Partida	05.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CÚPULA				Rend:	18.0000 M2/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0444	20.83	0.92
	47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.4444	19.23	8.55
	47 00014	OFICIAL	HH	1.000	0.4444	15.94	7.08
	47 00004	PEON	HH	2.000	0.8889	14.33	12.74
							29.29
		Materiales					
	02 00088	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	KG		0.1000	3.50	0.35
	02 00016	CLAVOS PARA MADERA C/C 2"	KG		0.2400	3.25	0.78
	43 00015	MADERA TORNILLO	P2		5.4100	4.50	24.35
	44 00018	TRIPLAY LUPUNA 4' x 8' x 12 mm	PLN		0.1800	60.00	10.80
							36.28
		Equipo					
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	29.29	0.88
							0.88
						Costo Unitario por M2 :	66.45

Partida	05.05.03	CONCRETO PREMEZCLADO F' C=280 KG/CM2 - CÚPULA				Rend:	48.0000 M3/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0167	20.83	0.35	
47 00003	OPERARIO	HH	2.000	0.3333	19.23	6.41	
47 00014	OFICIAL	HH	1.000	0.1667	15.94	2.66	
47 00004	PEON	HH	4.000	0.6667	14.33	9.55	
47 00152	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.000	0.1667	20.73	3.46	
						22.43	
Materiales							
05 00214	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2 + BOMBA	M3		1.0200	380.00	387.60	
						387.60	
Equipo							
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	22.43	0.67	
49 00213	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	HM	4.000	0.6667	12.00	8.00	
						8.67	
Costo Unitario por M3 :						418.70	

Partida	06.01	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN WATER STOP H=6" LOSA Y ZAPATA				Rend:	100.0000 M/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0080	20.83	0.17
	47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.0800	19.23	1.54
	47 00014	OFICIAL	HH	1.000	0.0800	15.94	1.28
	47 00004	PEON	HH	1.000	0.0800	14.33	1.15
							4.14
		Materiales					
	72 00219	WATER STOP PVC DE 6"	M		1.0500	18.50	19.43
							19.43
		Equipo					
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	4.14	0.12

Costo Unitario por M : 0.12
23.69

Partida	06.02	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN WATER STOP H=6" MUROS			Rend:	80.0000 M/DIA
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0100	20.83	0.21
47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.1000	19.23	1.92
47 00014	OFICIAL	HH	1.000	0.1000	15.94	1.59
47 00004	PEON	HH	1.000	0.1000	14.33	1.43
						5.15
Materiales						
72 00219	WATER STOP PVC DE 6"	M		1.0500	18.50	19.43
						19.43
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	5.15	0.15
						0.15
Costo Unitario por M :						24.73
Partida	06.03	SELLO ASFALTICO PARA JUNTAS DE LOSA			Rend:	96.0000 M/DIA
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0083	20.83	0.17
47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.0833	19.23	1.60
47 00004	PEON	HH	2.000	0.1667	14.33	2.39
						4.16
Materiales						
54 00221	PINTURA ASFALTICA IMPRIMANTE	GLN		0.2000	52.15	10.43
54 00220	PINTURA IMPRIMANTE	GLN		0.0100	14.76	0.15
						10.58
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		4.0000	4.16	0.17
						0.17
Costo Unitario por M :						14.91

Análisis de Costos Unitarios

Proyecto DISEÑO DE RESERVORIO N-31 CON SISTEMA CONVENCIONAL EN CONCRETO ARMADO

Sub Presupuesto 02 - ARQUITECTURA

Cliente UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Ubicación CERRO COLORADO - AREQUIPA - AREQUIPA

Costo a : Marzo - 2018

Partida	07.01	TARRAJEO C/IMPERM. DE MUROS INT. E=1.5CM, MEZCLA 1:3				Rend:	8.0000 M2/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.1000	20.83	2.08
	47 00003	OPERARIO	HH	1.000	1.0000	19.23	19.23
	47 00004	PEON	HH	0.7500	0.7500	14.33	10.75
							32.06
		Materiales					
	02 00016	CLAVOS PARA MADERA C/C 2"	KG		0.0300	3.25	0.10
	04 00032	ARENA FINA	M3		0.0210	65.00	1.37
	05 00024	AGUA	M3		0.0050	10.00	0.05
	21 00007	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL		0.1850	17.22	3.19
	30 00222	ADITIVO IMPERKRET LIQUIDO	GLN		0.1050	25.00	2.63
							7.34
		Equipo					
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	32.06	0.96
							0.96
						Costo Unitario por M2 :	40.36

Partida	07.02	TARRAJEO C/IMPERM. LOSA DE FONDO E=1.5CM, MEZCLA 1:3				Rend:	12.0000 M2/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0667	20.83	1.39
	47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.6667	19.23	12.82
	47 00004	PEON	HH	0.750	0.5000	14.33	7.17
							21.38
		Materiales					
	02 00016	CLAVOS PARA MADERA C/C 2"	KG		0.0300	3.25	0.10
	04 00032	ARENA FINA	M3		0.0210	65.00	1.37
	05 00024	AGUA	M3		0.0050	10.00	0.05
	21 00007	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL		0.1850	17.22	3.19
	30 00222	ADITIVO IMPERKRET LIQUIDO	GLN		0.1050	25.00	2.63
							7.34
		Equipo					
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	21.38	0.64
							0.64
						Costo Unitario por M2 :	29.36

Partida	07.03	TARRAJEO DE CIELORASO E=1.5CM, MEZCLA 1:5				Rend:	10.0000 M2/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0800	20.83	1.67

47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.8000	19.23	15.38
47 00004	PEON	HH	0.7500	0.6000	14.33	8.60
						25.65
Materiales						
02 00016	CLAVOS PARA MADERA C/C 2"	KG		0.0300	3.25	0.10
04 00032	ARENA FINA	M3		0.0210	65.00	1.37
05 00024	AGUA	M3		0.0050	10.00	0.05
21 00007	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL		0.1850	17.22	3.19
30 00222	ADITIVO IMPERKRET LIQUIDO	GLN		0.1050	25.00	2.63
43 00015	MADERA TORNILLO	P2		0.5200	4.50	2.34
						9.68
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	25.65	0.77
						0.77
Costo Unitario por M2 :						36.10

Partida	07.04	TARRAJEO EXTERIOR DE MURO Y VIGA				Rend:	12.0000 M2/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0667	20.83	1.39	
47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.6667	19.23	12.82	
47 00004	PEON	HH	0.500	0.3333	14.33	4.78	
						18.99	
Materiales							
02 00016	CLAVOS PARA MADERA C/C 2"	KG		0.0300	3.25	0.10	
04 00032	ARENA FINA	M3		0.0236	65.00	1.53	
05 00024	AGUA	M3		0.0059	10.00	0.06	
21 00007	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL		0.1928	17.22	3.32	
43 00146	REGLA DE MADERA	P2		0.0250	4.50	0.11	
						5.12	
Equipo							
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	18.99	0.57	
48 00215	ANDAMIO METÁLICO	HE	1.500	1.0000	23.00	23.00	
						23.57	
Costo Unitario por M2 :						47.68	

Partida	07.05	TARRAJEO DE CÚPULA E=1.5CM, MEZCLA 1:3			Rend:	10.0000 M2/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0800	20.83	1.67
47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.8000	19.23	15.38
47 00004	PEON	HH	0.500	0.4000	14.33	5.73
						22.78
Materiales						
02 00016	CLAVOS PARA MADERA C/C 2"	KG		0.0300	3.25	0.10
04 00032	ARENA FINA	M3		0.0182	65.00	1.18
05 00024	AGUA	M3		0.0043	10.00	0.04
21 00007	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL		0.1190	17.22	2.05
43 00146	REGLA DE MADERA	P2		0.0250	4.50	0.11
						3.48
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	22.78	0.68

48 00215 ANDAMIO METÁLICO HE 7.500 1.0000 23.00 23.00

23.68

Costo Unitario por M2 : 49.94

Partida 08.01 ESCALERA DE GATO, TUBO FoGo Rend: 8.000 M/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.1000	20.83	2.08
47 00003	OPERARIO	HH	1.000	1.0000	19.23	19.23
						21.31
Materiales						
02 00223	SOLDADURA CELLOCORD 1/8	KG		0.1200	10.50	1.26
30 00224	LIJA PARA FIERRO	UND		0.5000	1.70	0.85
54 00228	PINTURA ANTICORROSIVA EPOXI	GLN		0.0400	38.14	1.53
54 00227	PINTURA ESMALTE SINTÉTICO	GLN		0.0400	39.93	1.60
65 00226	TUBERIA FIERRO GALVANIZADO D = 1 1/2"	M		1.0300	17.00	17.51
65 00225	TUBERIA FIERRO GALVANIZADO D = 2"	M		2.0600	6.50	13.39
						36.14
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	21.31	1.07
						1.07
						Costo Unitario por M : 58.52

Partida 08.02 TAPA METÁLICA, INCLUIDO MARCO Rend: 2.0000 UND/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00003	OPERARIO	HH	1.000	4.0000	19.23	76.92
47 00004	PEON	HH	1.000	4.0000	14.33	57.32
						134.24
Materiales						
02 00223	SOLDADURA CELLOCORD 1/8	KG		0.1000	10.50	1.05
26 00229	BISAGRA CAPUCHINO ALUMINIO 3"x 3"	UND		3.0000	20.00	60.00
26 00233	PICAPORTE FIERRO LISO Ø 1 3/4"	PZA		1.0000	4.95	4.95
56 00230	PLANCHA NEGRA LAC 4.50 x 1220 x 2400mm	PZA		0.3500	235.20	82.32
65 00231	ANGULO FIERRO NEGRO 1"X1"X3/16"X6M	PZA		0.3000	13.68	4.10
65 00232	TEE DE ACERO SOLDABLE SCH-40 1"	UND		0.3000	10.00	3.00
						155.42
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	134.24	4.03
48 00234	MOTOSOLDADORA 250 AMP	HM	0.125	0.5000	6.02	3.01
						7.04
						Costo Unitario por UND : 296.70

Partida 09.01 PINTURA LATEX EN MUROS EXTERIORES Rend: 30.0000 M2/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0267	20.83	0.56
47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.2667	19.23	5.13
						5.69

Materiales						
54 00236	IMPRIMANTE PARA MUROS	GLN	0.1300	20.00		2.60
54 00235	PINTURA LATEX	GLN	0.0400	40.00		1.60
						4.20
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.0000	5.69		0.17
						0.17
Costo Unitario por M2 :						10.06

Partida	09.02	PINTURA LATEX EN CÚPULA EXTERIOR				Rend:	30.0000 M2/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0267	20.83	0.56
	47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.2667	19.23	5.13
							5.69
		Materiales					
	54 00236	IMPRIMANTE PARA MUROS	GLN		0.1300	20.00	2.60
	54 00235	PINTURA LATEX	GLN		0.0400	40.00	1.60
							4.20
		Equipo					
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	5.69	0.17
							0.17
							10.06
						Costo Unitario por M2 :	10.06

Análisis de Costos Unitarios

Proyecto DISEÑO DE RESERVORIO N-31 CON SISTEMA INNOVADOR DE ACERO EMPERNADO CON RECUBRIMIENTO EPÓXICO

Sub Presupuesto 01 - ESTRUCTURAS

Cliente UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Ubicación CERRO COLORADO - AREQUIPA - AREQUIPA

Costo a : Marzo - 2018

Partida	01.01	CARTEL DE OBRA DE 3.60 X 2.40M			Rend:	1.0000 UND/DIA	
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.8000	20.83	16.66
	47 00003	OPERARIO	HH	1.000	8.0000	19.23	153.84
	47 00004	PEON	HH	1.000	8.0000	14.33	114.64
							285.14
		Materiales					
	02 00009	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.5000	3.25	1.63
	21 00007	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL		1.1000	20.02	22.02
	30 00011	BANNER ARTISTICO DE 5.40 X 3.60 M C/MARCO	UND		1.0000	250.00	250.00
	38 00008	HORMIGON	M3		0.3700	60.00	22.20
	44 00010	MADERA TORNILLO CEPILLADA	P2		40.3600	4.50	181.62
							477.47
		Equipo					
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	285.14	8.55
							8.55
						Costo Unitario por UND :	771.16
Partida	01.02	OFICINA, ALMACÉN Y CASETA DE GUARDIANÍA			Rend:	40.0000 M2/DIA	
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00002	CAPATAZ	HH	0.200	0.0400	20.83	0.83
	47 00003	OPERARIO	HH	4.000	0.8000	19.23	15.38
	47 00014	OFICIAL	HH	2.000	0.4000	15.94	6.38
	47 00004	PEON	HH	4.000	0.8000	14.33	11.46
							34.05
		Materiales					
	02 00016	CLAVOS PARA MADERA C/C 2"	KG		0.1500	3.25	0.49
	21 00007	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL		0.2000	20.02	4.00
	43 00015	MADERA TORNILLO	P2		3.8000	4.50	17.10
	44 00018	TRIPLAY LUPUNA 4' x 8' x 12 mm	PLN		0.5500	60.00	33.00
	59 00017	CALAMINA 1.80 X 0.8 X 0.18 M	PZA		0.9000	50.00	45.00
							99.59
		Equipo					
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	34.05	1.70
							1.70
						Costo Unitario por M2 :	135.34

Partida	02.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL				Rend:	780.0000 M2/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0010	20.83	0.02
	47 00004	PEON	HH	6.000	0.0615	14.33	0.88
							0.90
		Equipo					
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.90	0.05
							0.05
						Costo Unitario por M2 :	0.95

Partida	02.02	TRAZO, REPLANTEO Y NIVELES				Rend:	500.0000	M2/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
		Mano de Obra						
	47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0016	20.83		0.03
	47 00094	TOPOGRAFO	HH	1.000	0.0160	20.83		0.33
	47 00014	OFICIAL	HH	1.000	0.0160	15.94		0.26
	47 00004	PEON	HH	3.000	0.0480	14.33		0.69
								1.31
		Materiales						
	02 00009	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.0050	3.25		0.02
	30 00210	WINCHA	UND		0.0010	30.00		0.03
	30 00049	YESO DE 25 Kg	BOL		0.0250	15.00		0.38
	43 00015	MADERA TORNILLO	P2		0.0264	4.50		0.12
	54 00098	ESMALTE	GLN		0.0020	47.00		0.09
								0.64
		Equipo						
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.31		0.04
	37 00097	MIRA TOPOGRAFICA	HE	1.000	0.0160	1.20		0.02
	48 00100	ESTACION TOTAL	hm	1.000	0.0160	15.50		0.25
	49 00099	NIVEL	HE	1.000	0.0160	11.38		0.18
								0.49

Partida	02.03	FLETE CIF 3 CONTENEDORES DE 40'				Rend:	1.0000 GLB/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Equipo					
	30 00211	FLETE CIF 3 CONTENEDORES DE 40'	GLB		1.0000	50,485.50	50,485.50
							50,485.50
						Costo Unitario por GLB :	50,485.50

Partida	03.01	EXCAVACIÓN MASIVA CON MAQUINARIA EN TR				Rend:	20.0000 M3/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra						
	47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0400	20.83	0.83
	47 00004	PEON	HH	6.000	2.4000	14.33	34.39
	47 00152	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	2.000	0.8000	20.73	16.58
							51.80
	Equipo						

37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	51.80	2.59
48 00212	MARTILLO NEUMATICO 21-24 KG	HM	1.000	0.4000	4.75	1.90
49 00006	COMPRESORA NEUMATICA 76 HP 125-175 PCM	HM	2.000	0.8000	62.07	49.66
						54.15
Costo Unitario por M3 :						105.95

Partida	03.02	ELIMINACION DE MATERIAL CARG. 135 HP / VOLQ. 6 M3, D=5 KM				Rend:	240.0000 M3/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra						
	47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0033	20.83	0.07
	47 00004	PEON	HH	2.000	0.0667	14.33	0.96
							1.03
	Equipo						
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.03	0.03
	48 00145	CAMION VOLQUETE 210 HP x 6 M3.	HM	4.000	0.1333	175.00	23.33
	48 00092	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3	HM	1.000	0.0333	200.26	6.67
							30.03
	Costo Unitario por M3 :						31.06

Partida	03.03	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACIÓN, PISÓN MANUAL				Rend:	100.0000 M2/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra						
	47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0080	20.83	0.17
	47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.0800	19.23	1.54
	47 00004	PEON	HH	1.000	0.0800	14.33	1.15
							2.86
	Materiales						
	05 00024	AGUA	M3		0.0500	10.00	0.50
							0.50
	Equipo						
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.86	0.09
	48 00091	PISON MANUAL	HM	1.000	0.0800	2.70	0.22
							0.31
	Costo Unitario por M2 :						3.67

Partida	04.01	CONCRETO PARA SOLADOS, E=0.10 M. C:H, 1:10				Rend:	100.0000 M2/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra						
	47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0080	20.83	0.17
	47 00003	OPERARIO	HH	2.000	0.1600	19.23	3.08
	47 00004	PEON	HH	6.000	0.4800	14.33	6.88
	47 00152	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.000	0.0800	20.73	1.66
							11.79
	Materiales						
	04 00068	ARENA GRUESA	M3		0.5000	65.00	32.50
	05 00024	AGUA	M3		0.1800	10.00	1.80
	05 00069	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.8000	30.00	24.00
	21 00007	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL		5.0000	17.22	86.10
	34 00110	GASOLINA 84 OCTANOS	GLN		0.2400	11.50	2.76
							147.16

Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	11.79	0.59
49 00085	MEZCLADORA CONCRETO DE 11 P3	HM	1.000	0.0800	12.01	0.96
						1.55
Costo Unitario por M2 :						160.50

Partida	05.01.01	ACERO F'Y=4200 KG/CM2 PARA ZAPATA				Rend:	250.0000 KG/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0032	20.83	0.07
	47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.0320	19.23	0.62
	47 00014	OFICIAL	HH	1.000	0.0320	15.94	0.51
							1.20
		Materiales					
	02 00119	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	KG		0.0480	3.50	0.17
	03 00096	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60	KG		1.0500	2.64	2.77
							2.94
		Equipo					
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.20	0.06
							0.06
						Costo Unitario por KG :	4.20

Partida	05.01.02	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2 - CIMIENTO REFORZADO				Rend:	60.0000 M3/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0133	20.83	0.28
	47 00003	OPERARIO	HH	2.000	0.2667	19.23	5.13
	47 00014	OFICIAL	HH	1.000	0.1333	15.94	2.12
	47 00004	PEON	HH	4.000	0.5333	14.33	7.64
	47 00152	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.000	0.1333	20.73	2.76
							17.93
		Materiales					
	05 00214	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2 + BOMBA	M3		1.0200	380.00	387.60
							387.60
		Equipo					
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	17.93	0.54
	49 00213	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	HM	4.000	0.5333	5.92	3.16
							3.70

Partida	05.02.01	ACERO FY=4200 KG/CM2 PARA LOSA DE FONDO					Rend:	250.0000 KG/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra							
	47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0032	20.83	0.07	
	47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.0320	19.23	0.62	
	47 00014	OFICIAL	HH	1.000	0.0320	15.94	0.51	
							1.20	
	Materiales							
	02 00119	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	KG		0.0480	3.50	0.17	

03 00096	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60	KG	1.0500	2.64	2.77
					2.94
	Equipo				
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	5.0000	1.20	0.06
					0.06
	Costo Unitario por KG :				4.20

Partida	05.02.02	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2 - CIMENTO REFORZADO	Rend:	60.0000 M3/DIA		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0133	20.83	0.28
47 00003	OPERARIO	HH	2.000	0.2667	19.23	5.13
47 00014	OFICIAL	HH	1.000	0.1333	15.94	2.12
47 00004	PEON	HH	4.000	0.5333	14.33	7.64
47 00152	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.000	0.1333	20.73	2.76
						17.93
	Materiales					
05 00214	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2 + BOMBA	M3		1.0200	380.00	387.60
						387.60
	Equipo					
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	17.93	0.54
49 00213	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	HM	4.000	0.5333	5.92	3.16
						3.70
					Costo Unitario por M3 :	409.23

Partida	06.01	INSTALACION DE PANELES DE MURO				Rend:	13.0000	GLB/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
		Mano de Obra						
	47 00003	OPERARIO	HH	8.000	4.9231	19.23		94.67
								94.67
		Materiales						
	30 00216	LÁMINAS DE ACERO EPOXI (COLOCACIÓN)	PZA		1.0000	6,636.09		6,636.09
								6,636.09
		Equipo						
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	94.67		2.84
	48 00215	ANDAMIO METÁLICO	HE	1.625	1.0000	23.00		23.00
								25.84

Partida	06.02	INSTALACION DE DOMO					Rend:	1.0000 GLB/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
		Mano de Obra						
	47 00003	OPERARIO	HH	8.000	64.0000	19.23	1,230.72	
							1,230.72	
		Materiales						
	30 00217	ESTRUCTURA DEL DOMO (COLOCACIÓN)	UND		1.0000	381,764.52	381,764.52	
							381,764.52	
		Equipo						
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1,230.72	36.92	

48 00215	ANDAMIO METÁLICO	HE	0.125	1.0000	23.00	23.00
						59.92

Costo Unitario por GLB : 383,055.16

Partida	06.03	INSTALACIÓN DE ESCALERA Y ACCESORIOS				Rend:	1.0000 GLB/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra							
47 00003		OPERARIO	HH	3.000	24.0000	19.23	461.52
							461.52
Materiales							
30 00218		ESCALERA Y ACCESORIOS (COLOCACIÓN)	GLB		1.0000	11,183.36	11,183.36
							11,183.36
Equipo							
37 00001		HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	461.52	13.85
48 00215		ANDAMIO METÁLICO	HE	0.125	1.0000	23.00	23.00
							36.85
						Costo Unitario por GLB :	11,681.73



Anexo C

Listado de insumos

Listado Total de Insumos

Proyecto DISEÑO DE RESERVORIO N-31 CON SISTEMA CONVENCIONAL EN CONCRETO ARMADO
Cliente UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
Ubicación CERRO COLORADO - AREQUIPA - AREQUIPA **Costo a :** **Marzo - 2018**

IU Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
<u>MANO DE OBRA</u>					
47 00002	CAPATAZ	HH	689.68	20.83	14,366.03
47 00094	TOPOGRAFO	HH	11.35	20.83	236.42
47 00003	OPERARIO	HH	6,901.28	19.23	132,711.61
47 00014	OFICIAL	HH	3,694.91	15.94	58,896.87
47 00004	PEON	HH	4,247.26	14.33	60,863.24
47 00152	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	288.47	20.73	5,979.98
					273,054.15
<u>MATERIALES</u>					
02 00119	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	KG	3,182.57	3.50	11,139.00
02 00088	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	KG	136.03	3.50	476.11
02 00016	CLAVOS PARA MADERA C/C 2"	KG	440.94	3.25	1,433.06
02 00009	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG	4.91	3.25	15.96
02 00238	ESTRUCTURA SOPORTE DE SISTEMA DE ENCOFRADO VERTICAL	UND	24.27	741.62	17,999.12
02 00223	SOLDADURA CELLOCORD 1/8	KG	2.80	10.50	29.40
03 00096	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60	KG	68,749.96	2.64	181,499.89
04 00032	ARENA FINA	M3	66.96	65.00	4,352.40
04 00068	ARENA GRUESA	M3	325.72	65.00	21,171.80
05 00024	AGUA	M3	165.76	10.00	1,657.60
05 00214	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2 + BOMBA	M3	531.30	380.00	201,894.00
05 00069	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3	521.15	30.00	15,634.50
21 00007	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL	3,831.00	17.22	65,969.82
26 00229	BISAGRA CAPUCHINO ALUMINIO 3"x 3"	UND	3.00	20.00	60.00
26 00233	PICAPORTE FIERRO LISO Ø 1 3/4"	PZA	1.00	4.95	4.95
30 00222	ADITIVO IMPERKRET LIQUIDO	GLN	197.75	25.00	4,943.75
30 00011	BANNER ARTISTICO DE 5.40 X 3.60 M C/MARCO	UND	1.00	250.00	250.00
30 00224	LIJA PARA FIERRO	UND	11.27	1.70	19.16
30 00013	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA Y EQUIPOS A LA OBRA	VJE	2.00	1,250.00	2,500.00
30 00210	WINCHA	UND	0.72	30.00	21.60
30 00049	YESO DE 25 Kg	BOL	18.15	15.00	272.25
34 00110	GASOLINA 84 OCTANOS	GLN	156.35	11.50	1,798.03
38 00008	HORMIGON	M3	0.37	60.00	22.20
43 00015	MADERA TORNILLO	P2	8,128.26	4.50	36,577.17
43 00146	REGLA DE MADERA	P2	32.28	4.50	145.26
44 00010	MADERA TORNILLO CEPILLADA	P2	40.36	4.50	181.62
44 00018	TRIPLAY LUPUNA 4' x 8' x 12 mm	PLN	303.16	60.00	18,189.60
54 00239	AGENTE DESMOLDEANTE	GLN	121.58	5.69	691.79
54 00098	ESMALTE	GLN	1.37	47.00	64.39
54 00236	IMPRIMANTE PARA MUROS	GLN	171.70	20.00	3,434.00
54 00228	PINTURA ANTICORROSIVA EPOXI	GLN	0.90	38.14	34.33
54 00221	PINTURA ASFALTICA IMPRIMANTE	GLN	17.84	52.15	930.36
54 00227	PINTURA ESMALTE SINTÉTICO	GLN	0.90	39.93	35.94

54 00220	PINTURA IMPRIMANTE	GLN	0.91	14.76	13.43
54 00235	PINTURA LATEX	GLN	52.83	40.00	2,113.20
56 00237	PANELES METÁLICOS MODULARES	M2	24.27	575.01	13,955.49
56 00230	PLANCHA NEGRA LAC 4.50 x 1220 x 2400mm	PZA	0.35	235.20	82.32
59 00017	CALAMINA 1.80 X 0.8 X 0.18 M	PZA	95.41	50.00	4,770.50
65 00231	ANGULO FIERRO NEGRO 1"X1"X3/16"X6M	PZA	0.30	13.68	4.10
65 00232	TEE DE ACERO SOLDABLE SCH-40 1"	UND	0.30	10.00	3.00
65 00226	TUBERIA FIERRO GALVANIZADO D = 1 1/2"	M	23.22	17.00	394.74
65 00225	TUBERIA FIERRO GALVANIZADO D = 2"	M	46.43	6.50	301.80
72 00219	WATER STOP PVC DE 6"	M	281.12	18.50	5,200.72
					620,288.36

EQUIPO

37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			10,244.50
37 00097	MIRA TOPOGRAFICA	HE	11.94	1.20	14.33
48 00215	ANDAMIO METÁLICO	HE	3,066.23	23.00	70,523.29
48 00145	CAMION VOLQUETE 210 HP x 6 M3.	HM	23.73	177.87	4,220.86
48 00092	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3	HM	5.93	223.30	1,324.17
48 00100	ESTACION TOTAL	hm	11.56	15.50	179.18
48 00212	MARTILLO NEUMATICO 21-24 KG	HM	71.20	4.75	338.20
48 00234	MOTOSOLDADORA 250 AMP	HM	0.50	6.02	3.01
48 00091	PISON MANUAL	HM	53.08	2.70	143.32
49 00006	COMPRESORA NEUMATICA 76 HP 125-175 PCM	HM	142.41	62.07	8,839.39
49 00085	MEZCLADORA CONCRETO DE 11 P3	HM	52.07	12.01	625.36
49 00099	NIVEL	HE	11.33	11.38	128.94
49 00213	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	HM	375.37	12.00	4,504.44
					101,088.99

COSTO DIRECTO		994,431.40
GASTOS GENERALES	14.88 %	147,971.39
UTILIDAD	5 %	49,721.57
SUB TOTAL		1,192,124.36
IGV.	18 %	214,582.38
PRESUPUESTO TOTAL		1,406,706.74

Son : UN MILLON CUATROCIENTOS SEIS MIL SETECIENTOS SEIS CON 74/100 SOLES

Listado Total de Insumos

Proyecto DISEÑO DE RESERVORIO N-31 CON SISTEMA INNOVADOR DE ACERO EMPERNADO CON RECUBRIMIENTO EPÓXICO

Cliente UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Ubicación CERRO COLORADO - AREQUIPA - AREQUIPA

Costo a :

Marzo - 2018

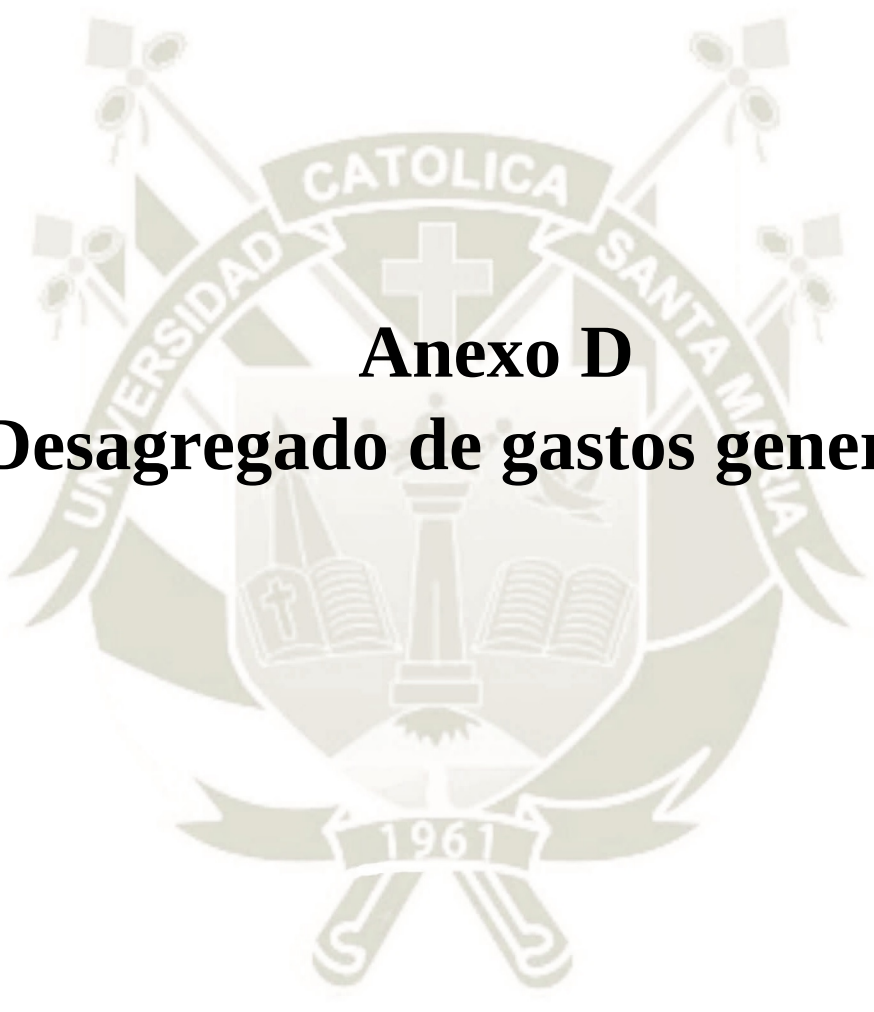
IU	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
<u>MANO DE OBRA</u>						
47	00002	CAPATAZ	HH	40.37	20.83	840.91
47	00094	TOPOGRAFO	HH	10.28	20.83	214.13
47	00003	OPERARIO	HH	1,066.43	19.23	20,507.45
47	00014	OFICIAL	HH	232.09	15.94	3,699.51
47	00004	PEON	HH	851.24	14.33	12,198.27
47	00152	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	159.33	20.73	3,302.91
						40,763.18
<u>MATERIALES</u>						
02	00119	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	KG	253.40	3.50	886.90
02	00016	CLAVOS PARA MADERA C/C 2"	KG	15.98	3.25	51.94
02	00009	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG	4.49	3.25	14.59
03	00096	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60	KG	5,473.96	2.64	14,451.25
04	00068	ARENA GRUESA	M3	294.83	65.00	19,163.95
05	00024	AGUA	M3	135.62	10.00	1,356.20
05	00214	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2 + BOMBA	M3	93.27	380.00	35,442.60
05	00069	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3	471.72	30.00	14,151.60
21	00007	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL	2,970.53	17.22	51,152.53
30	00011	BANNER ARTISTICO DE 5.40 X 3.60 M C/MARCO	UND	1.00	250.00	250.00
30	00218	ESCALERA Y ACCESORIOS (COLOCACIÓN)	GLB	1.00	11,183.36	11,183.36
30	00217	ESTRUCTURA DEL DOMO (COLOCACIÓN)	UND	1.00	381,764.52	381,764.52
30	00216	LÁMINAS DE ACERO EPOXI (COLOCACIÓN)	PZA	112.00	6,636.09	743,242.08
30	00210	WINCHA	UND	0.65	30.00	19.50
30	00049	YESO DE 25 Kg	BOL	16.43	15.00	246.45
34	00110	GASOLINA 84 OCTANOS	GLN	141.52	11.50	1,627.48
38	00008	HORMIGON	M3	0.37	60.00	22.20
43	00015	MADERA TORNILLO	P2	420.13	4.50	1,890.59
44	00010	MADERA TORNILLO CEPILLADA	P2	40.36	4.50	181.62
44	00018	TRIPLAY LUPUNA 4' x 8' x 12 mm	PLN	58.31	60.00	3,498.60
54	00098	ESMALTE	GLN	1.24	47.00	58.28
59	00017	CALAMINA 1.80 X 0.8 X 0.18 M	PZA	95.41	50.00	4,770.50
						1,285,426.78
<u>EQUIPO</u>						
30	00211	FLETE CIF 3 CONTENEDORES DE 40'	GLB	1.00	50,485.50	50,485.50
37	00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			1,705.36
37	00097	MIRA TOPOGRAFICA	HE	10.81	1.20	12.97
48	00215	ANDAMIO METÁLICO	HE	114.00	23.00	2,622.00
48	00145	CAMION VOLQUETE 210 HP x 6 M3.	HM	16.66	175.00	2,915.50
48	00092	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3	HM	4.16	200.26	833.08
48	00100	ESTACION TOTAL	hm	10.46	15.50	162.13
48	00212	MARTILLO NEUMATICO 21-24 KG	HM	49.98	4.75	237.41
48	00091	PISON MANUAL	HM	48.04	2.70	129.71
49	00006	COMPRESORA NEUMATICA 76 HP 125-175 PCM	HM	99.97	62.07	6,205.14
49	00085	MEZCLADORA CONCRETO DE 11 P3	HM	47.13	12.01	566.03

49 00099	NIVEL	HE	10.26	11.38	116.76
49 00213	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	HM	48.81	5.92	288.96
					66,280.55

COSTO DIRECTO		1,392,470.41
GASTOS GENERALES	3.67 %	51,103.66
UTILIDAD	5 %	69,623.52
SUB TOTAL		1,513,197.59
IGV.	18 %	272,375.57
PRESUPUESTO TOTAL		1,785,573.16

Son : UN MILLON SETECIENTOS OCHENTA Y CINCO MIL QUINIENTOS SETENTA Y TRES CON 16/100 SOLES





Anexo D

Desagregado de gastos generales

OBRA: DISEÑO DE RESERVORIO N-31 CON SISTEMA CONVENCIONAL EN CONCRETO ARMADO

DISTRITO: CERRO COLORADO
PROVINCIA: AREQUIPA
DEPARTAMENTO: AREQUIPA
PLAZO: 154 días calendario
FECHA: MARZO 2018

CALCULO DE GASTOS GENERALES

Costo Directo	S/.	994,431.40
Plazo de ejecución total (154 días)	mes	5.13

A.- GASTOS GENERALES FIJOS
A.1.- Gastos de Licitación y Contratación

Descripción	Und	Cantidad	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
Visita a Obra	glb	1.00	400.00	400.00	
Gastos de la elaboración de la propuesta	glb	1.00	1,000.00	1,000.00	
Gastos de la compra de bases	glb	1.00	334.34	334.34	1,734.34
Total A.1					1,734.34

A.2.- Gastos Indirectos Varios

Descripción	Und	Cantidad	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
Gastos Legales y Notariales de la empresa	glb	1.00	1,000.00	1,000.00	
Minuta, declaratorio de fabrica-planos postconstrucción	glb	1.00	2,000.00	2,000.00	3,000.00
Total A.2					3,000.00

A.3.- Pago de Seguros de Obra

Descripción	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
Seguro Todo Riesgo de Construcción - C.A.R. (Aprox. 0.70% CD)	6,961.02	6,961.02	
Seguro Complementario Trabajo de Riesgo Salud (Aprox. 0.35% CD)	3,480.51	3,480.51	
Seguro Complementario Trabajo de Riesgo Pensión (Aprox. 0.10% CD)	994.43	994.43	11,435.96
Total A.3			11,435.96

A.4.- Gastos Financieros de Obra

Datos:

Interes por Carta Fianza Anual 2.50%
Plazo de Ejecución: Considerar 5.13 meses

A.4.1.- Carta Fianza de Fiel Cumplimiento

$$\text{Cálculo } \frac{0.10 P \times 0.025 \times 0.5}{12} = 0.107\% \text{ CD}$$

A.4.2.- Carta Fianza por Adelanto

$$\text{Efectivo } \frac{0.20 P \times 0.025 \times 0.5}{12} = 0.214\% \text{ CD}$$

$$\text{Materiales } \frac{0.40 P \times 0.025 \times 0.5}{12} = 0.428\% \text{ CD}$$

A.4.3.- Carta Fianza de Buen Funcionamiento

$$\frac{0.15 P \times 0.025 \times 12}{12} = 0.375\% \text{ CD}$$

Total A.4	1.123% CD	11,168.71
------------------	------------------	------------------

A.5.- Pago de Tributos de Obra
A.5.1.- Aporte al Sencico

$$\text{Cálculo } 0.002 \times P = 0.200\% \text{ CD}$$

Total A.5	0.200% CD	1,988.86
------------------	------------------	-----------------

TOTAL GASTOS FIJOS (A)		29,327.87
-------------------------------	--	------------------

B.- GASTOS GENERALES VARIABLES

B.1.- Gastos de Administración de Obra

B.1.1.- Sueldos, Bonificaciones, Beneficios Sociales del Personal Técnico - Administrativo

Descripción	Cantidad	Und	Tiempo	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
Ing. Residente	1	mes	5.13	4,500.00	23,085.00	
Ing. Asistente	1	mes	5.13	2,500.00	12,825.00	
Administrador	1	mes	5.13	3,000.00	15,390.00	
Almacenero y Guardián (día y noche)	1	mes	5.13	1,500.00	7,695.00	
Chofer	1	mes	5.13	1,500.00	7,695.00	66,690.00
Total B.1.1.						66,690.00

B.1.2.- Alimentación, Vivienda, Viajes de Personal Técnico - Administrativo

Descripción	Und	Cantidad	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
Vivienda Personal Obrero	mes	5.13	500.00	2,565.00	
Alimentación de Personal	mes	5.13	1,477.56	7,579.88	10,144.88
Total B.1.2.					10,144.88

B.1.3.- Equipos no incluidos en Costos Directos

Descripción	Und	Cantidad	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
Camioneta Pick-Up (Doble Cabina) (1)	mes	5.13	2,000.00	10,260.00	
Total B.1.3.					10,260.00

B.1.4.- Materiales y Servicios de Oficina

Descripción	Und	Cantidad	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
Fotocopias	mes	5.13	50.00	256.50	
Equipo de Computo (inc. impresora)	mes	5.13	100.00	513.00	
Papelería - Útiles de Oficina	mes	5.13	50.00	256.50	
Impresiones	mes	5.13	50.00	256.50	1,282.50
Total B.1.4.					1,282.50

Total Gastos Administración de Obra (B.1.)

88,377.38

B.2.- Gastos de Administración de Oficina

B.2.1.- Sueldos, Bonificaciones, Beneficios Sociales del Personal técnico - Administrativo

Descripción	Und	Tiempo	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
Gerente	mes	5.13	10,000.00	51,300.00	
Personal Técnico Administrativo	mes	5.13	7,000.00	35,910.00	87,210.00
Total B.2.1.					87,210.00

B.2.2.- Gastos Varios Oficina Principal

Descripción	Und	Tiempo	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
Alquileres	mes	5.13	5,500.00	28,215.00	
Pago de Servicios	mes	5.13	2,000.00	10,260.00	38,475.00
Total B.2.2.					38,475.00

Total Gastos Relacionados con el Plazo en Oficina Principal (B.2.)

125,685.00

Total Gastos Relacionados con el Plazo en Oficina Principal (B.2.) (Participación 10%)

12,568.50

TOTAL GASTOS VARIABLES (B)

100,945.88

Resumen de Gastos Generales

	Porcentaje	Monto S/.
Presupuesto Costo Directo		994,431.40
1.- GASTOS FIJOS (A)	3.84%	38,176.69
2.- GASTOS VARIABLES (B)	11.04%	109,794.70
3.- TOTAL GASTOS GENERALES	14.88%	147,971.39

OBRA: DISEÑO DE RESERVORIO N-31 CON SISTEMA INNOVADOR DE ACERO EMPERNADO CON RECUBRIMIENTO EPÓXICO

DISTRITO: CERRO COLORADO
PROVINCIA: AREQUIPA
DEPARTAMENTO: AREQUIPA
PLAZO: 31 días calendario
FECHA: MARZO 2018

CALCULO DE GASTOS GENERALES

Costo Directo	S/.	1,392,470.41
Plazo de ejecución total (31 días)	mes	1.03

A.- GASTOS GENERALES FIJOS
A.1.- Gastos de Licitación y Contratación

Descripción	Und	Cantidad	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
Visita a Obra	glb	1.00	400.00	400.00	
Gastos de la elaboración de la propuesta	glb	1.00	1,000.00	1,000.00	
Gastos de la compra de bases	glb	1.00	334.34	334.34	1,734.34
Total A.1					1,734.34

A.2.- Gastos Indirectos Varios

Descripción	Und	Cantidad	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
Gastos Legales y Notariales de la empresa	glb	1.00	1,000.00	1,000.00	
Minuta, declaratorio de fabrica-planos postconstrucción	glb	1.00	2,000.00	2,000.00	3,000.00
Total A.2					3,000.00

A.3.- Pago de Seguros de Obra

Descripción	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
Seguro Todo Riesgo de Construcción - C.A.R. (Aprox. 0.70% CD)	9,747.29	9,747.29	
Seguro Complementario Trabajo de Riesgo Salud (Aprox. 0.35% CD)	4,873.65	4,873.65	
Seguro Complementario Trabajo de Riesgo Pensión (Aprox. 0.10% CD)	1,392.47	1,392.47	16,013.41
Total A.3			16,013.41

A.4.- Gastos Financieros de Obra

Datos:			
Interes por Carta Fianza Anual	2.50%		
Plazo de Ejecución: Considerar	1.03 meses		
A.4.1.- Carta Fianza de Fiel Cumplimiento			
Cálculo	$\frac{0.10 P \times 0.025 \times 0.5}{12}$	=	0.021% CD
A.4.2.- Carta Fianza por Adelanto			
Efectivo	$\frac{0.20 P \times 0.025 \times 0.5}{12}$	=	0.043% CD
Materiales	$\frac{0.40 P \times 0.025 \times 0.5}{12}$	=	0.086% CD
A.4.3.- Carta Fianza de Buen Funcionamiento			
	$\frac{0.15 P \times 0.025 \times 12}{12}$	=	0.375% CD
Total A.4		0.525% CD	7,313.37

A.5.- Pago de Tributos de Obra

A.5.1.- Aporte al Sencico			
Cálculo	$0.002 \times P$	=	0.200% CD
Total A.5		0.200% CD	2,784.94

TOTAL GASTOS FIJOS (A)	30,846.06
-------------------------------	------------------

B.- GASTOS GENERALES VARIABLES

B.1.- Gastos de Administración de Obra

B.1.1.- Sueldos, Bonificaciones, Beneficios Sociales del Personal Técnico - Administrativo

Descripción	Cantidad	Und	Tiempo	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
Ing. Residente	1	mes	1.03	4,500.00	4,635.00	
Ing. Asistente	1	mes	1.03	2,500.00	2,575.00	
Administrador	1	mes	1.03	3,000.00	3,090.00	
Almacenero y Guardián (día y noche)	1	mes	1.03	1,500.00	1,545.00	
Chofer	1	mes	1.03	1,500.00	1,545.00	13,390.00
Total B.1.1.						13,390.00

B.1.2.- Alimentación, Vivienda, Viajes de Personal Técnico - Administrativo

Descripción	Und	Cantidad	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
Vivienda Personal Obrero	mes	1.03	500.00	515.00	
Alimentación de Personal	mes	1.03	1,477.56	1,521.89	2,036.89
Total B.1.2.					2,036.89

B.1.3.- Equipos no incluidos en Costos Directos

Descripción	Und	Cantidad	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
Camioneta Pick-Up (Doble Cabina) (1)	mes	1.03	2,000.00	2,060.00	
Total B.1.3.					2,060.00

B.1.4.- Materiales y Servicios de Oficina

Descripción	Und	Cantidad	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
Fotocopias	mes	1.03	50.00	51.50	
Equipo de Computo (inc. impresora)	mes	1.03	100.00	103.00	
Papelería - Útiles de Oficina	mes	1.03	50.00	51.50	
Impresiones	mes	1.03	50.00	51.50	257.50
Total B.1.4.					257.50

Total Gastos Administración de Obra (B.1.)	17,744.39
---	------------------

B.2.- Gastos de Administración de Oficina

B.2.1.- Sueldos, Bonificaciones, Beneficios Sociales del Personal técnico - Administrativo

Descripción	Und	Tiempo	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
Gerente	mes	1.03	10,000.00	10,300.00	
Personal Técnico Administrativo	mes	1.03	7,000.00	7,210.00	17,510.00
Total B.2.1.					17,510.00

B.2.2.- Gastos Varios Oficina Principal

Descripción	Und	Tiempo	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
Alquileres	mes	1.03	5,500.00	5,665.00	
Pago de Servicios	mes	1.03	2,000.00	2,060.00	7,725.00
Total B.2.2.					7,725.00

Total Gastos Relacionados con el Plazo en Oficina Principal (B.2.)	25,235.00
---	------------------

Total Gastos Relacionados con el Plazo en Oficina Principal (B.2.) (Participación 10%)	2,523.50
---	-----------------

TOTAL GASTOS VARIABLES (B)	20,267.89
-----------------------------------	------------------

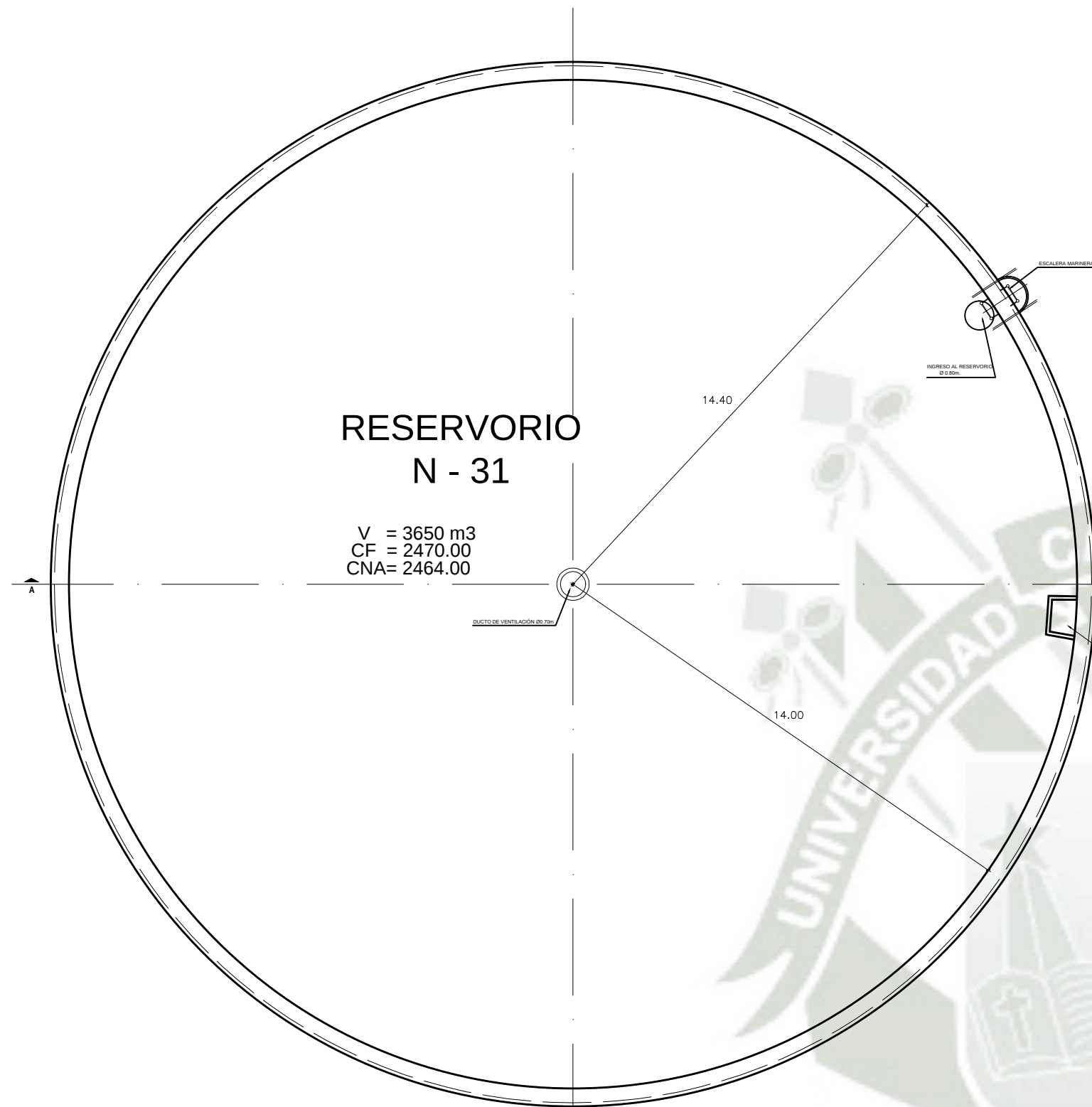
Resumen de Gastos Generales

	Porcentaje	Monto S/.
Presupuesto Costo Directo		1,392,470.41
1.- GASTOS FIJOS (A)	2.22%	30,846.06
2.- GASTOS VARIABLES (B)	1.46%	20,267.89
3.- TOTAL GASTOS GENERALES	3.67%	51,113.95

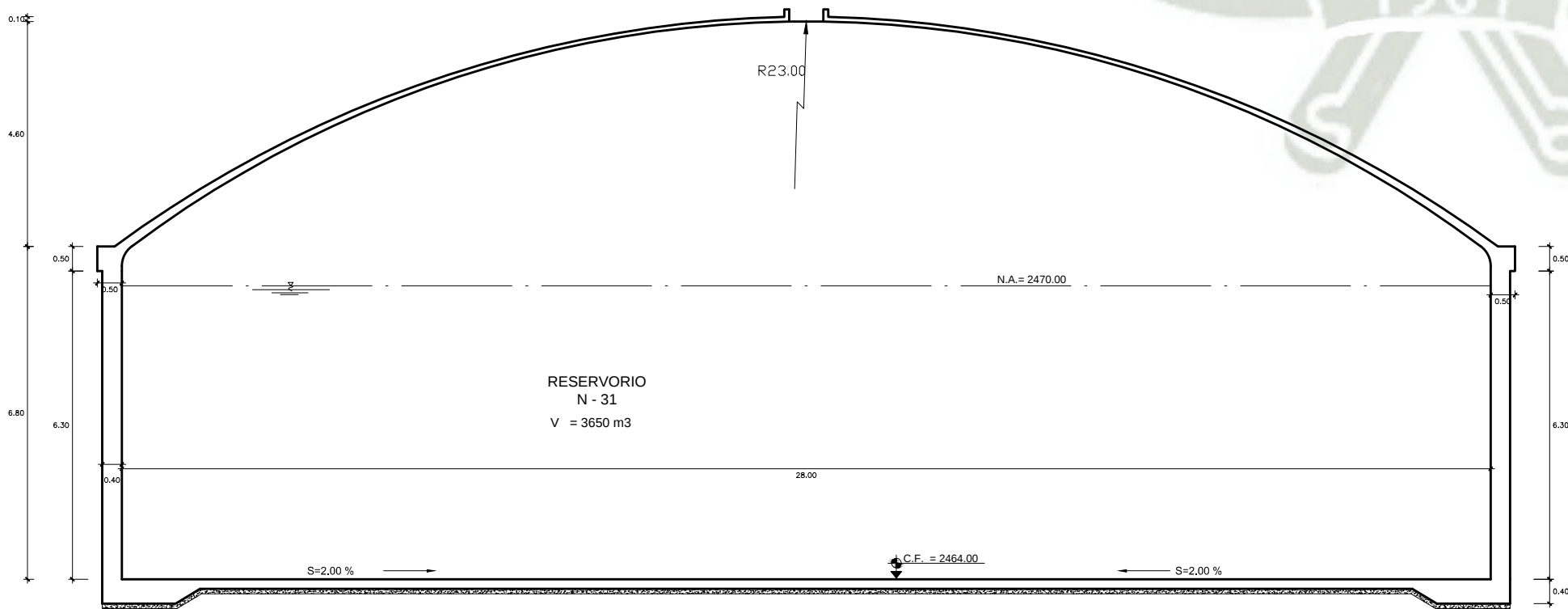


Anexo E

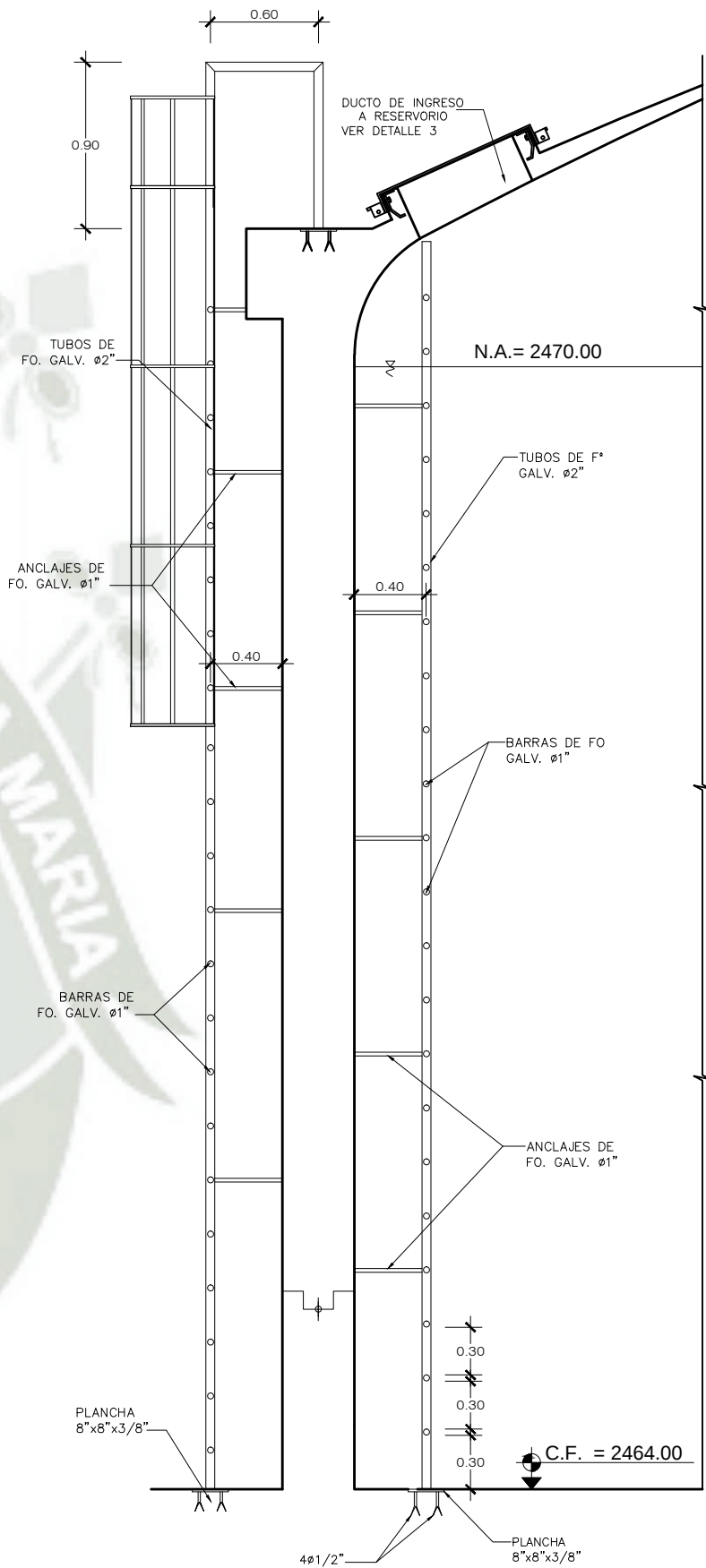
Planos



PLANTA
NIVEL DE TECHO
ESC: 1/150

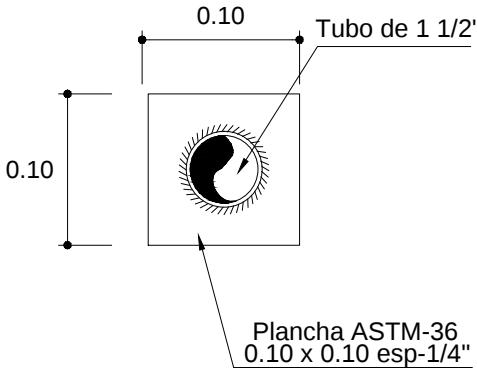


CORTE TRANSVERSAL A - A
ESC: 1/125

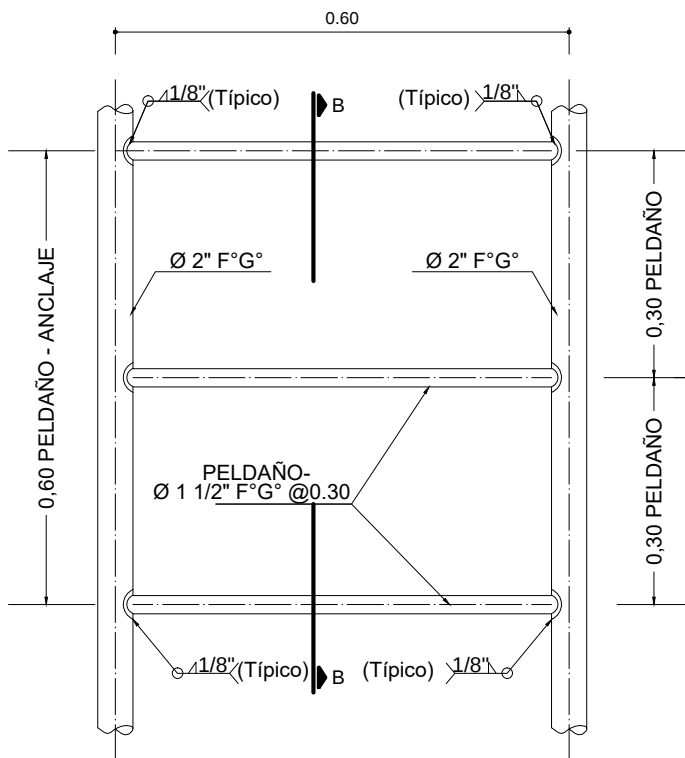


DETALLE DE ESCALERA TIPO MARINERO

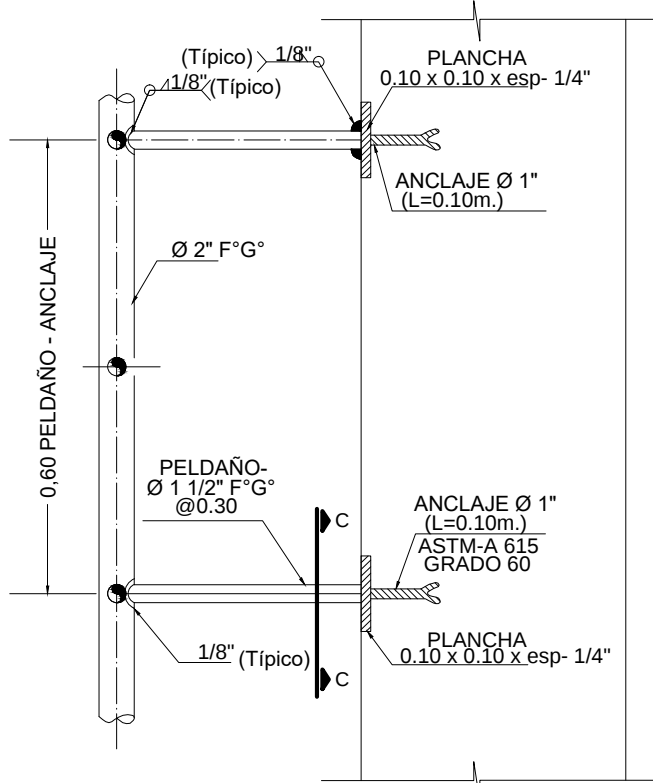
ESC. 1/75



CORTE C-C
PLANCHA METALICA
ESC : 1/5

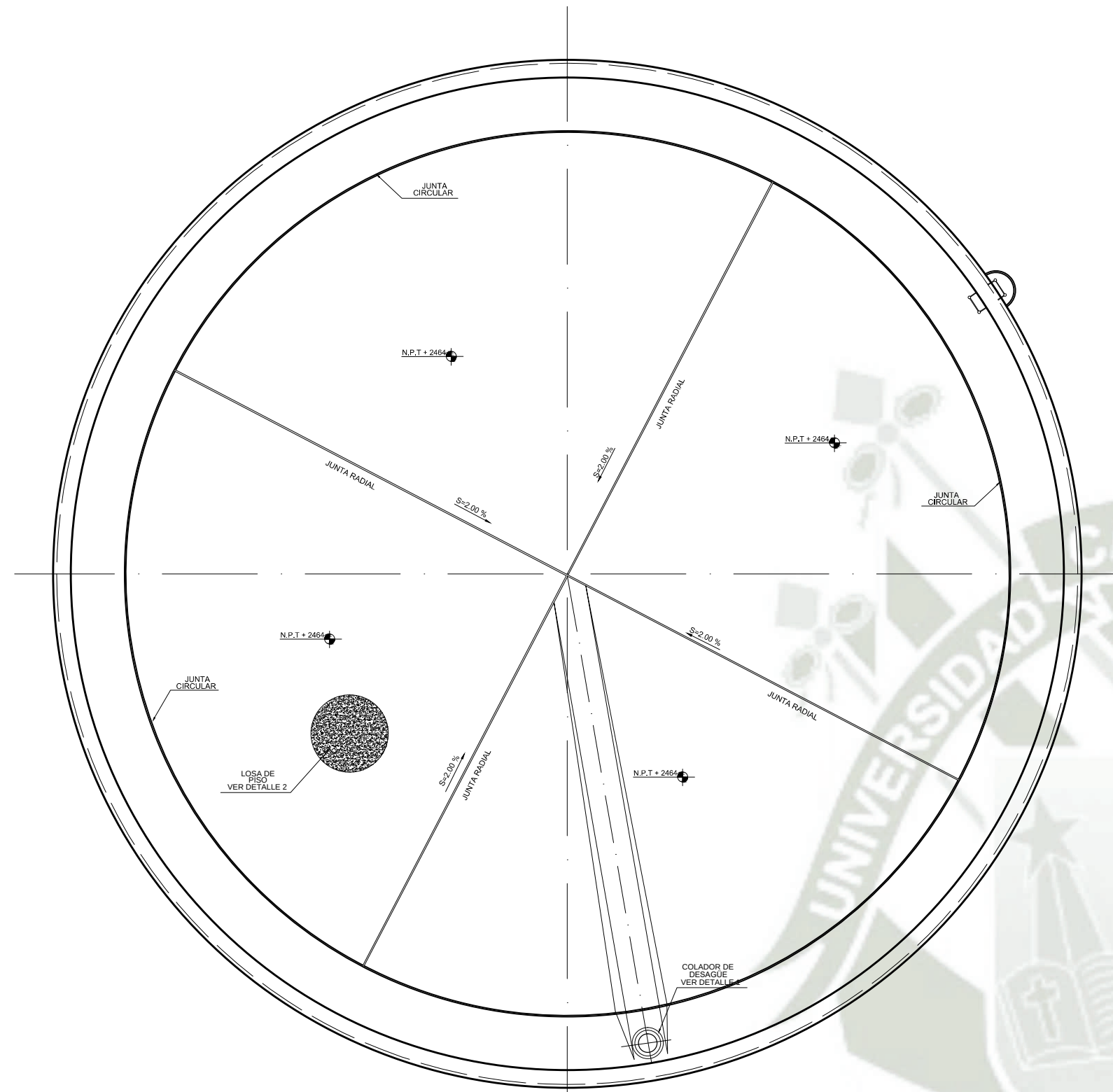


VISTA FRONTAL
ESCALERA METALICA
ESC : 1/10

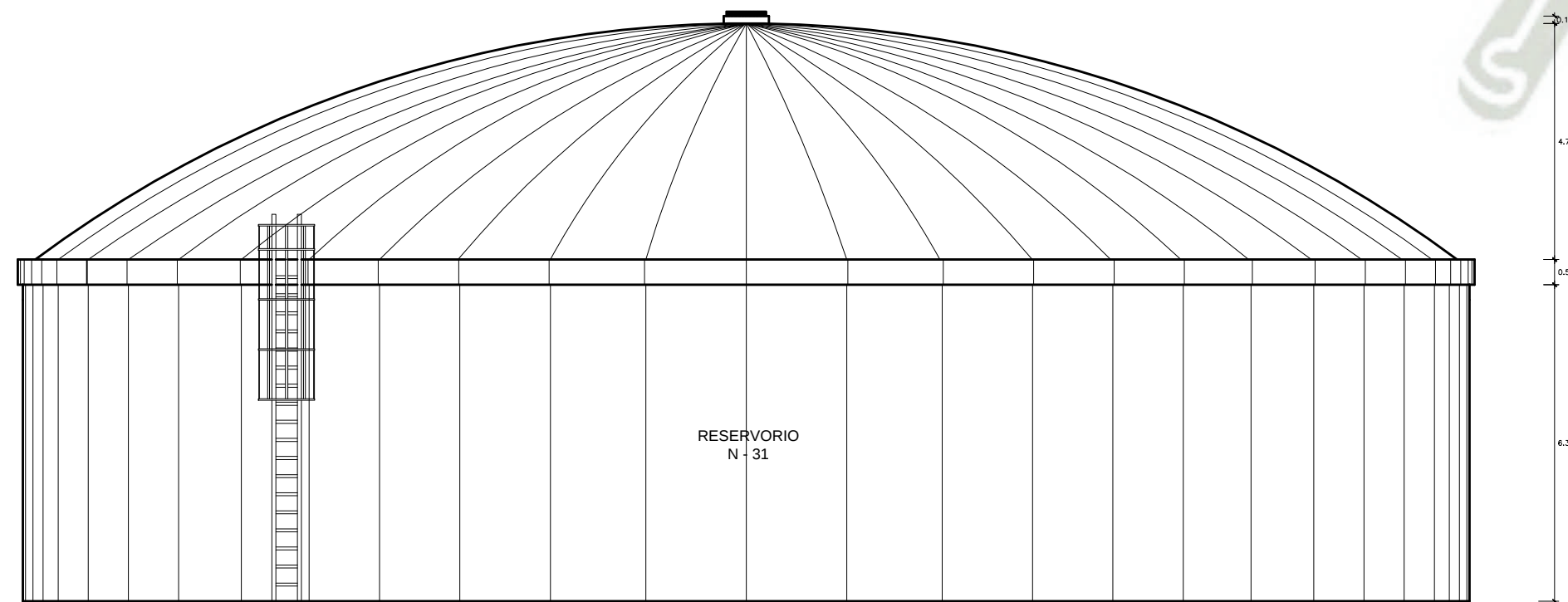


COTE B-B
ESCALERA METALICA
ESC : 1/10

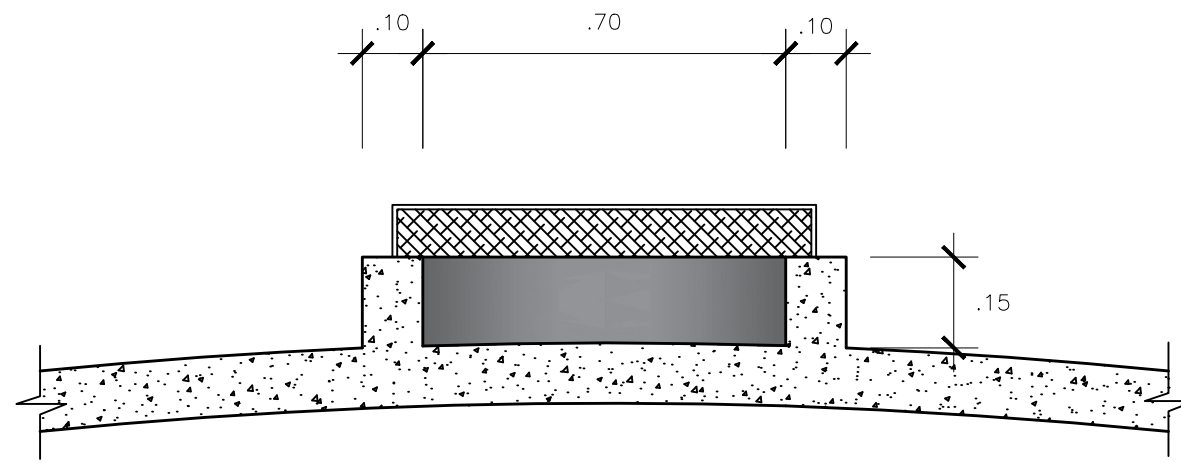
TESIS: DISEÑO DE RESERVORIO N-31 CON SISTEMA CONVENCIONAL EN CONCRETO ARMADO Y CON SISTEMA INNOVADOR DE ACERO EMPERNADO CON RECUBRIMIENTO EPOXICO			
PLANO: ARQUITECTURA RESERVORIO N-31			
DISEÑO: Angel Aarón Céspedes Campos	ASESOR: Ing. Olger Febres Rosado	SISTEMA: CONCRETO ARMADO	
TOPOGRAFO:	ESCALA: Indicada	FECHA: Mayo 2018	PLANO N°: A-01 (N31-R)
CAD:	FORMATO: A-2		



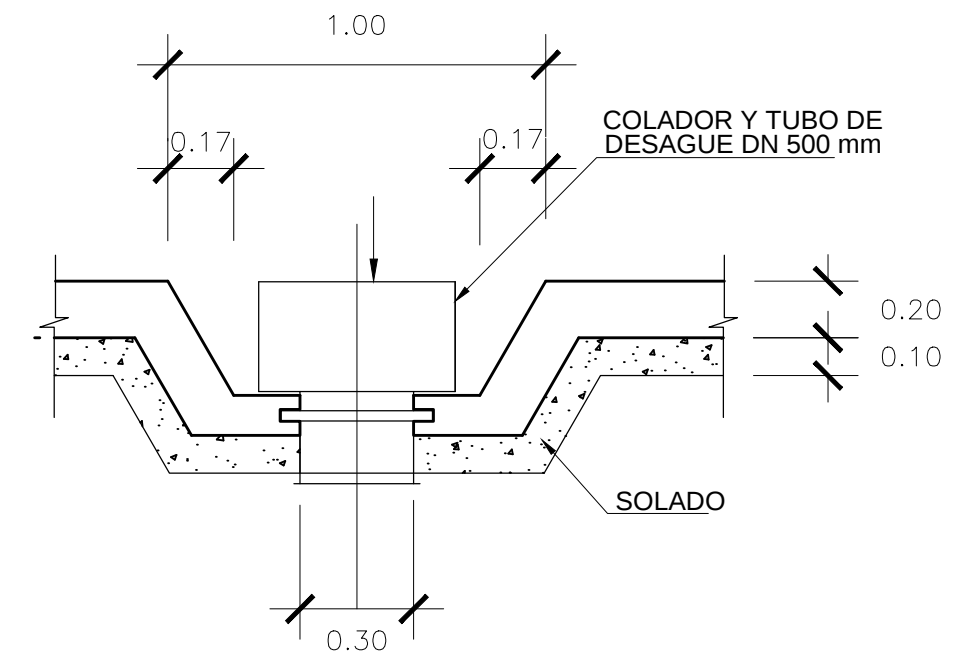
PLANTA N.P.T
ESC: 1/150



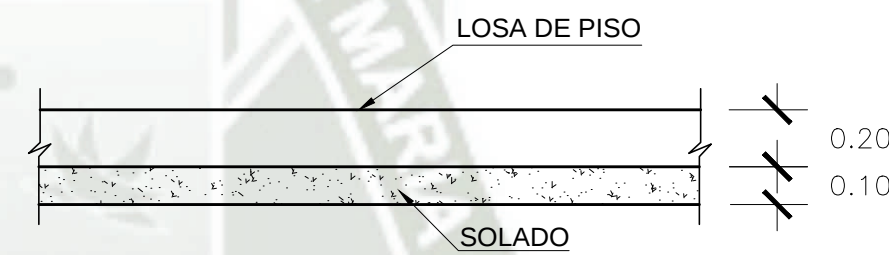
ELEVACION LATERAL DERECHA
ESC: 1/125



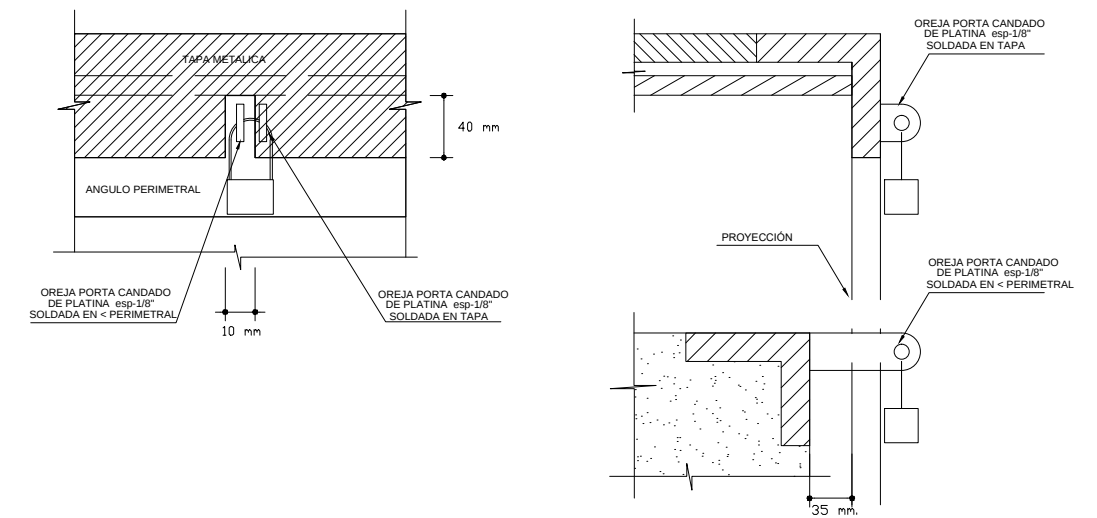
DETALLE DE VENTILACIÓN DE RESERVORIO
ESC: 1/25



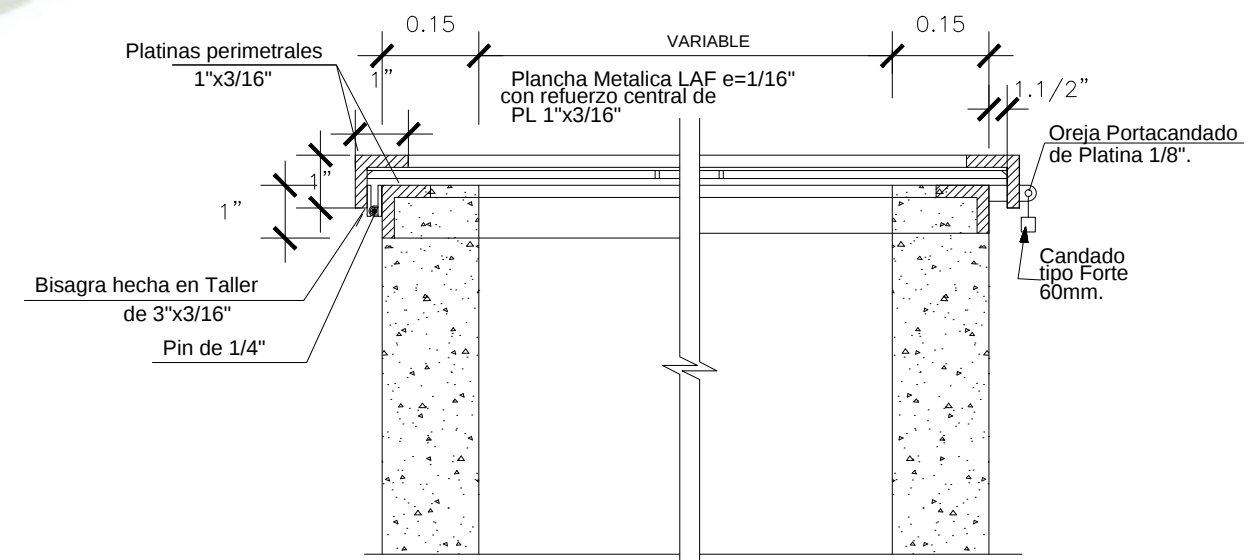
DETALLE 1 COLADOR DE DESAGÜE
ESC : 1/20



DETALLE 2 LOSA DE PISO
ESC : 1/10

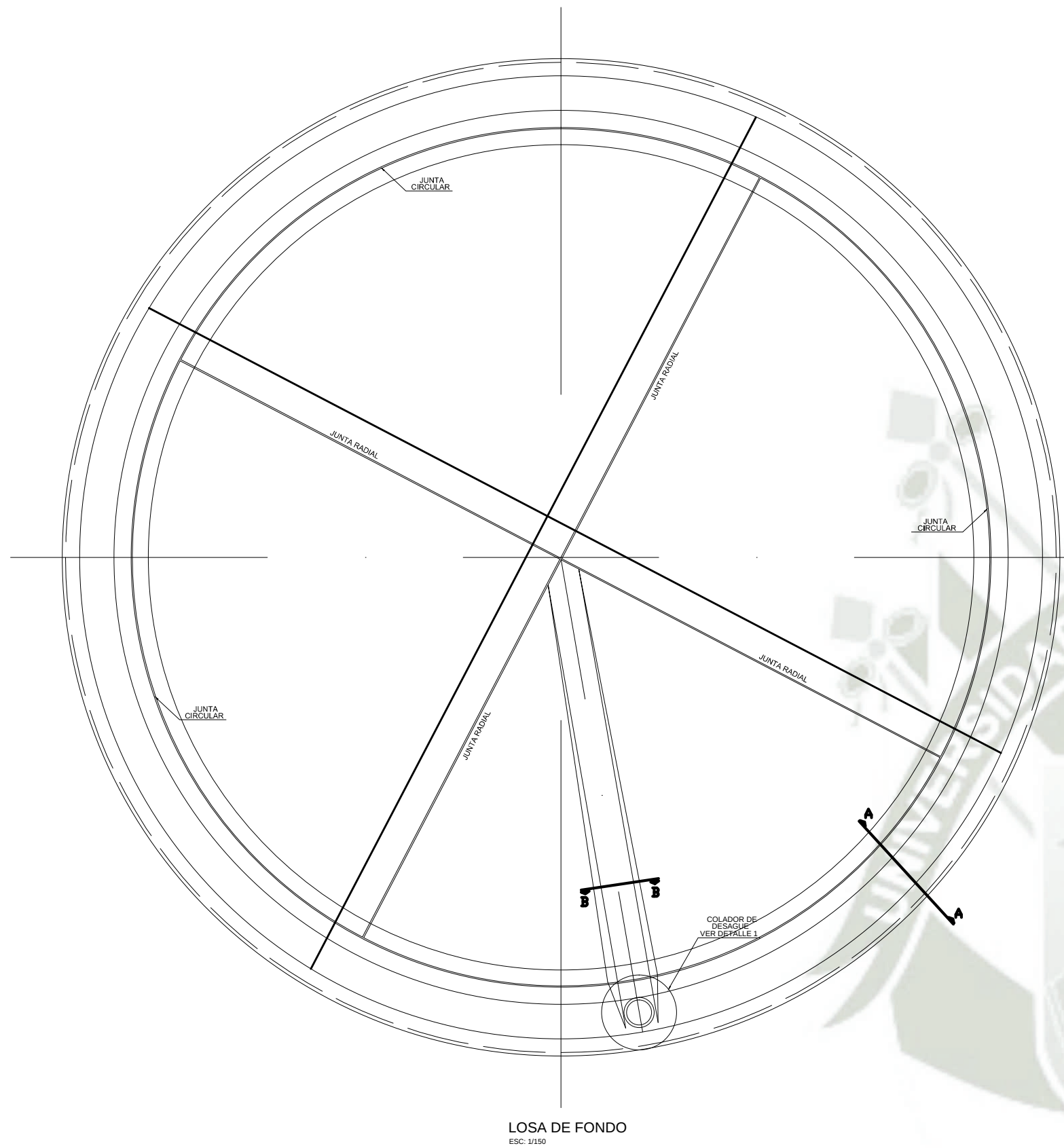


DETALLE 4 CERROJO TAPA METÁLICA
ESC:1/5

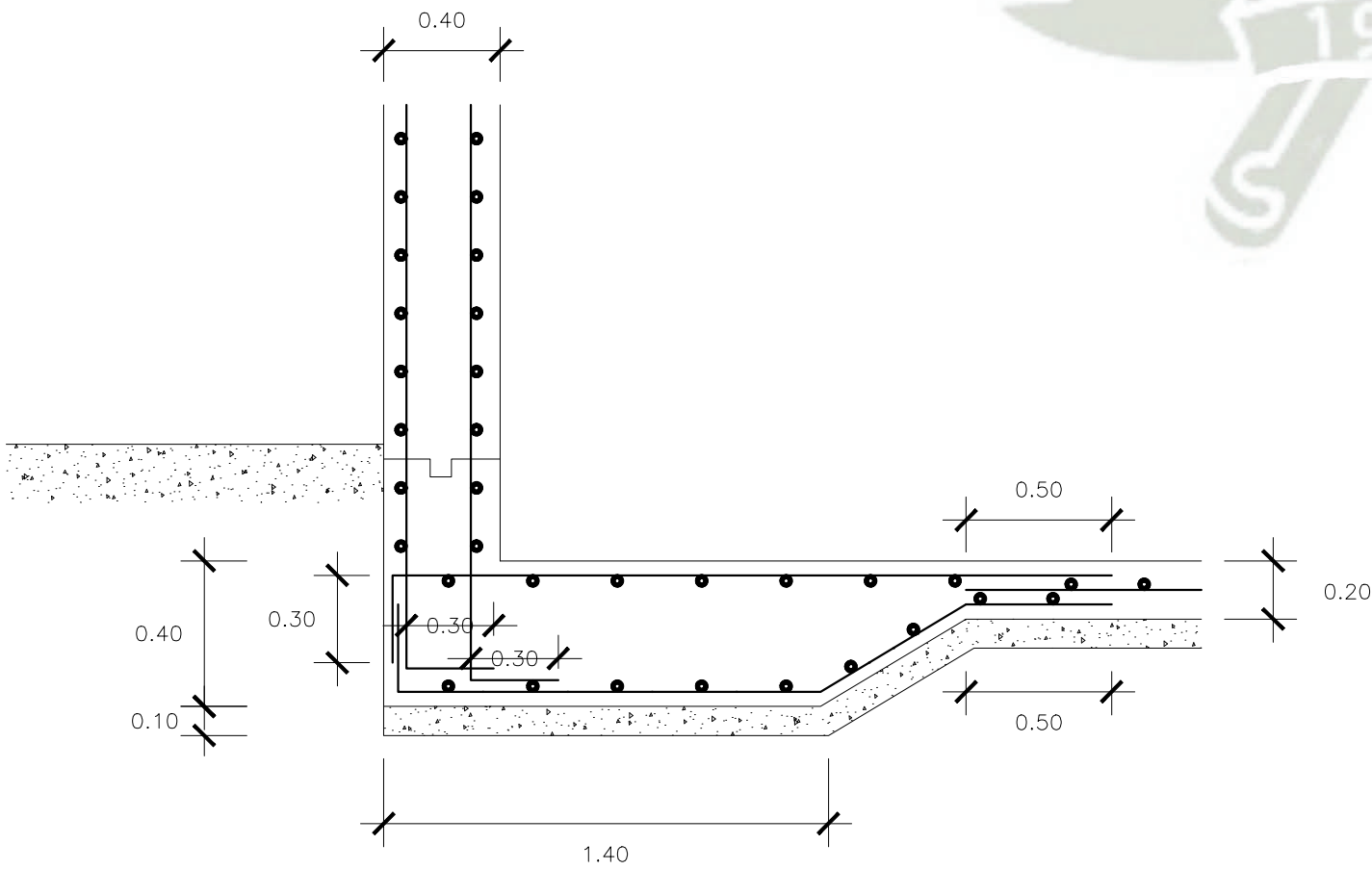
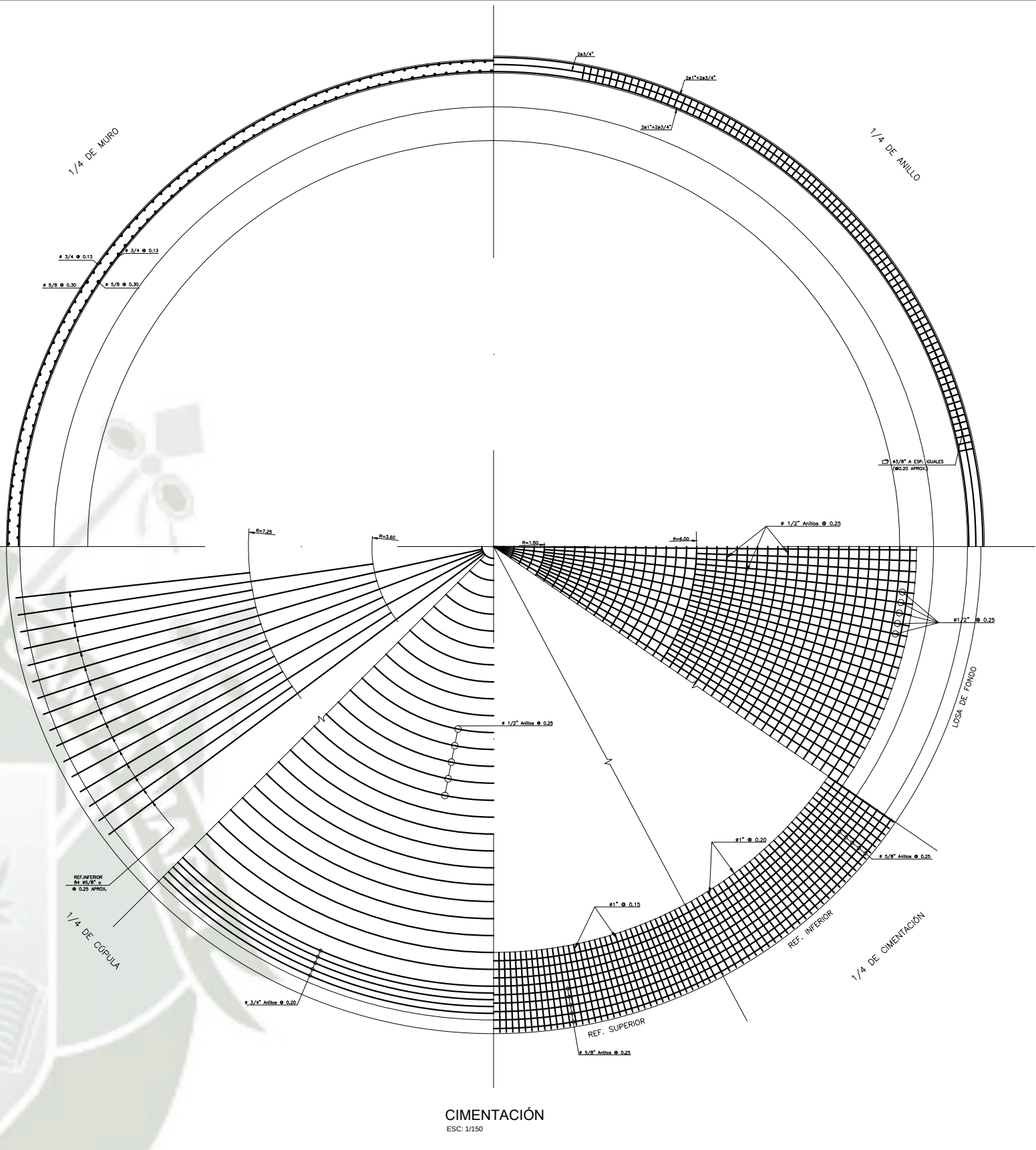


DETALLE 3 TAPA METÁLICA
ESC: 1/20

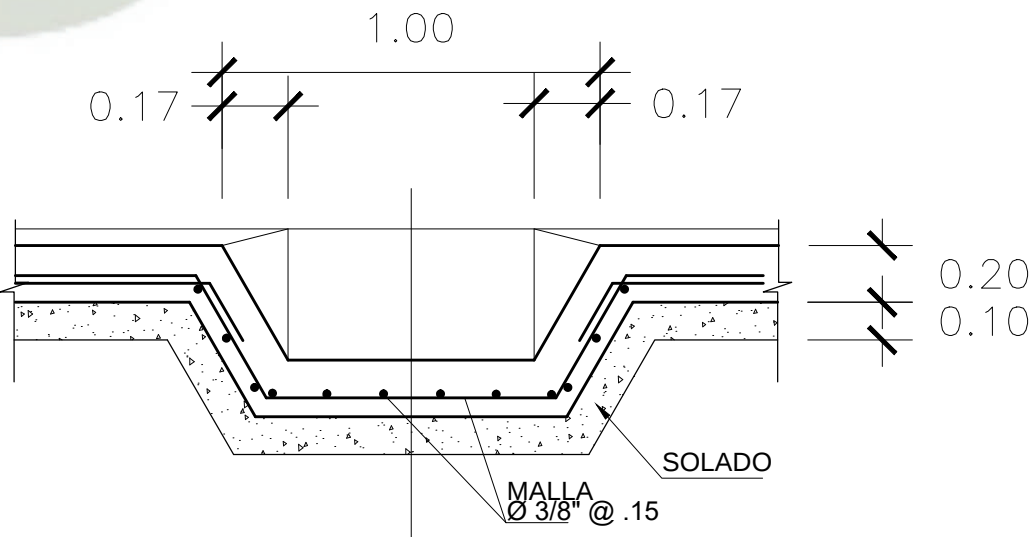
TESIS: DISEÑO DE RESERVORIO N-31 CON SISTEMA CONVENCIONAL EN CONCRETO ARMADO Y CON SISTEMA INNOVADOR DE ACERO EMPERNADO CON RECUBRIMIENTO EPOXICO			
PLANO: ARQUITECTURA RESERVORIO N-31			
DISEÑO: Angel Aarón Céspedes Campos	ASESOR: Ing. Olger Febres Rosado	SISTEMA: CONCRETO ARMADO	
TOPOGRAFO: CAD:	ESCALA: Indicada	FECHA: Mayo 2018	PLANO N°: A-02 (N31-R)



LOSA DE FONDO
ESC: 1/150

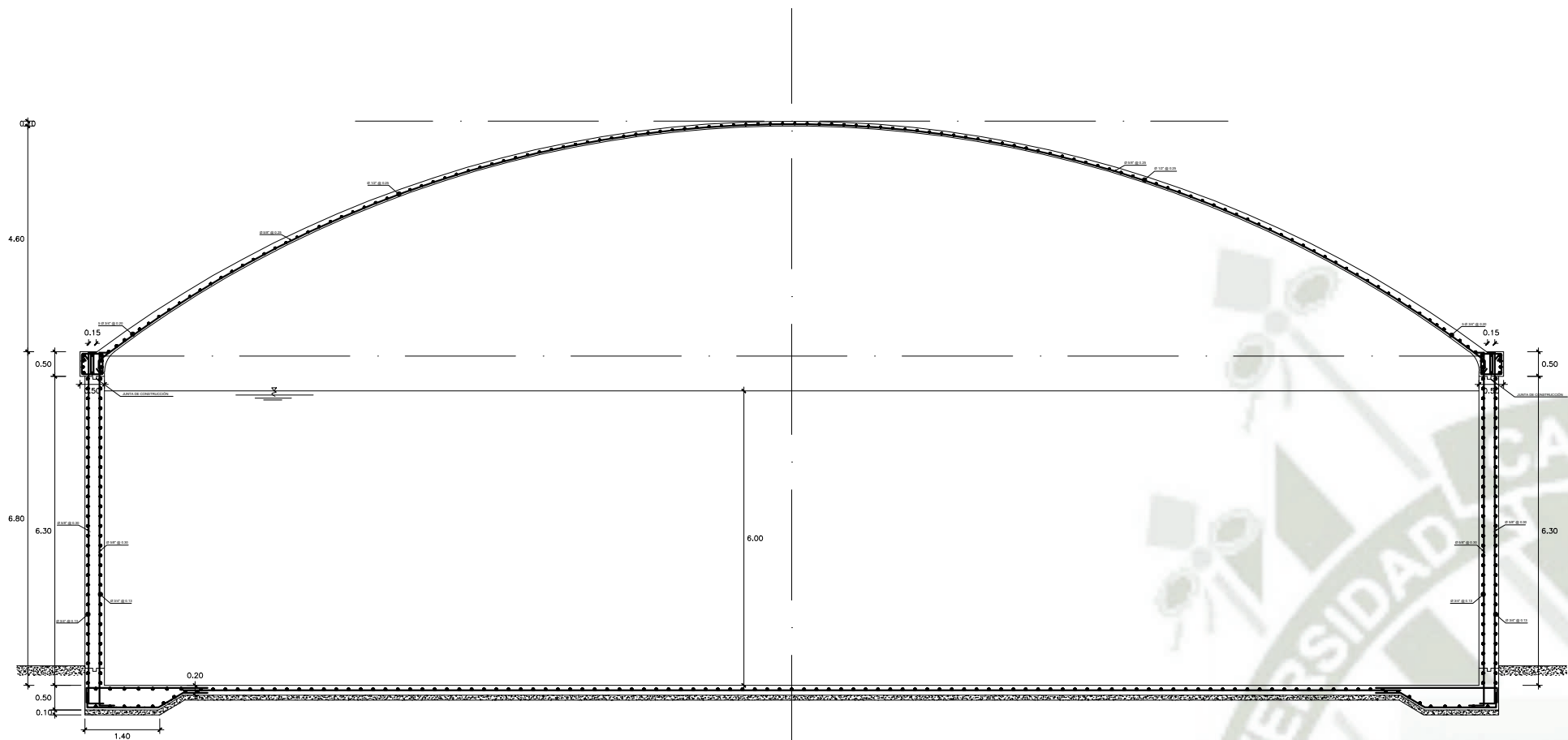


CORTE A-A
ESC: 1/25

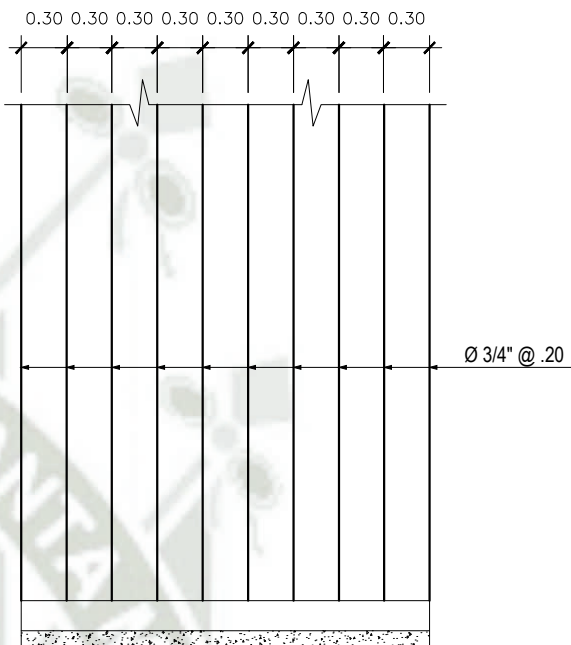


CORTE B-B
DETALLE DEL REFUERZO DEL
CANAL DE DESAGUE
ESC: 1/20

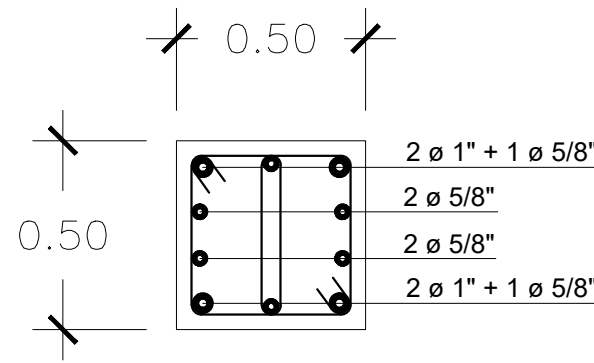
TESIS: DISEÑO DE RESERVOIRIO N-31 CON SISTEMA CONVENCIONAL EN CONCRETO ARMADO Y CON SISTEMA INNOVADOR DE ACERO EMPERNADO CON RECUBRIMIENTO EPOXICO			
PLANO: ESTRUCTURAS RESERVOIRIO N-31			
DISEÑO: Angel Aarón Céspedes Campos	ASESOR: Ing. Olgier Febres Rosado	SISTEMA: CONCRETO ARMADO	
TOPOGRAFIA:	ESCALA: Indicada	FECHA: Mayo 2018	PLANO N°: E-01 (N31-R)
CAD:	FORMATO: A-2		



REFUERZO EN CIMENTACION, LOSA DE FONDO, MURO CIRCULAR Y CÚPULA
DE RESERVORIO APOYADO N-31 V= 3650 m3
ESC: 1/125



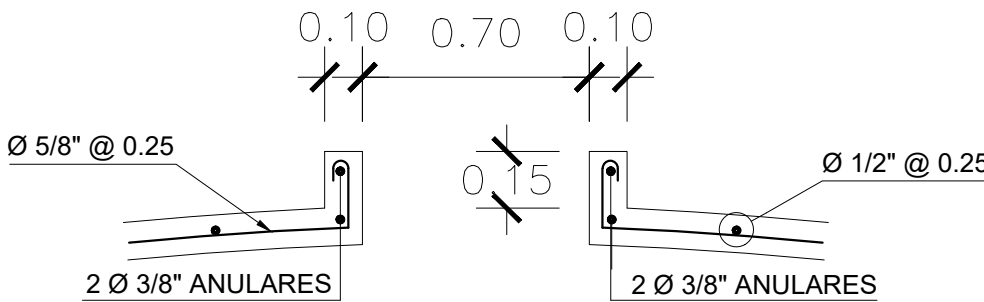
DETALLE DE REFUERZO EN MURO
CIRCULAR DE RESERVORIO



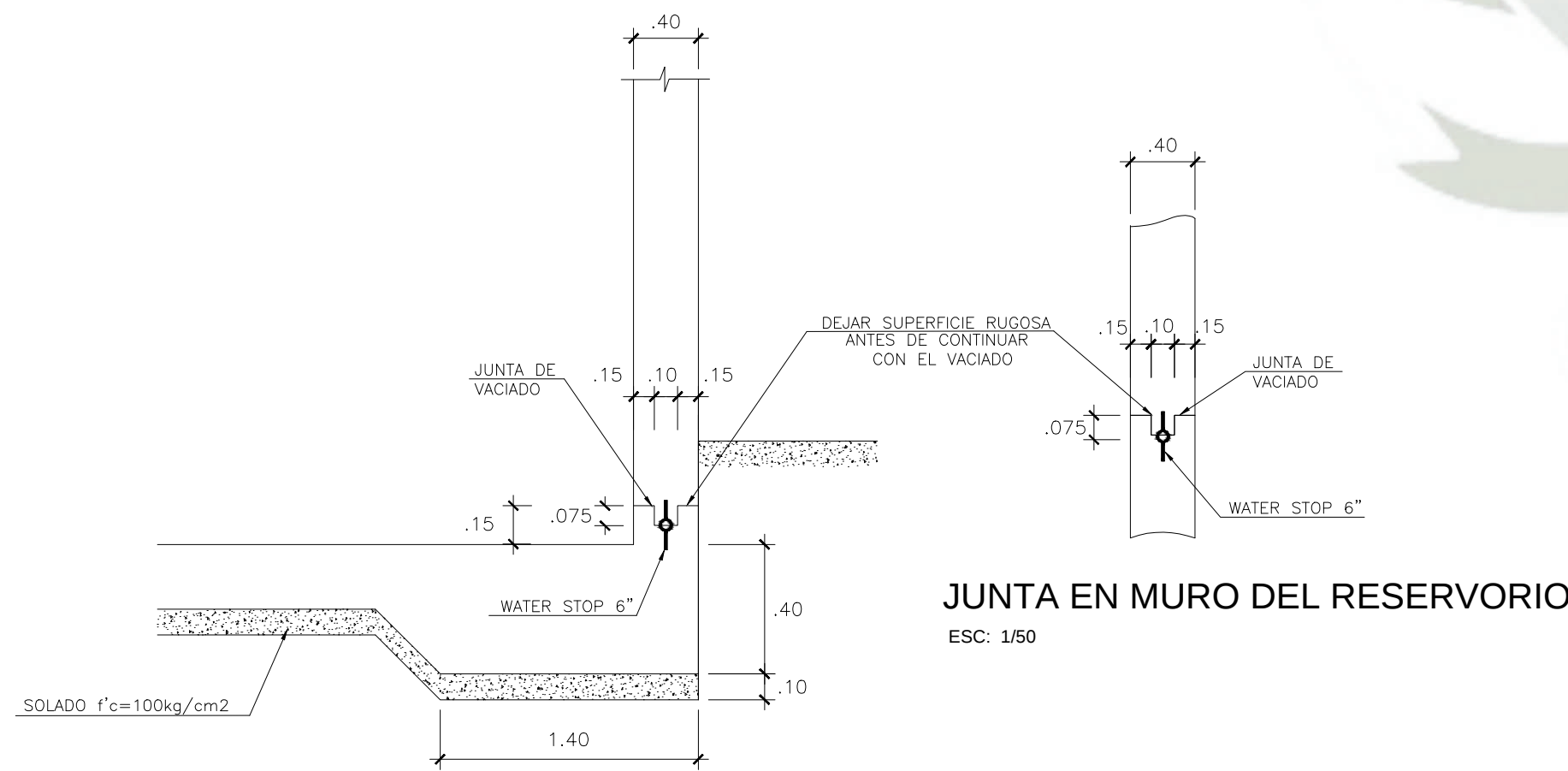
3/8" @ 20 cm

VIGA ANULAR

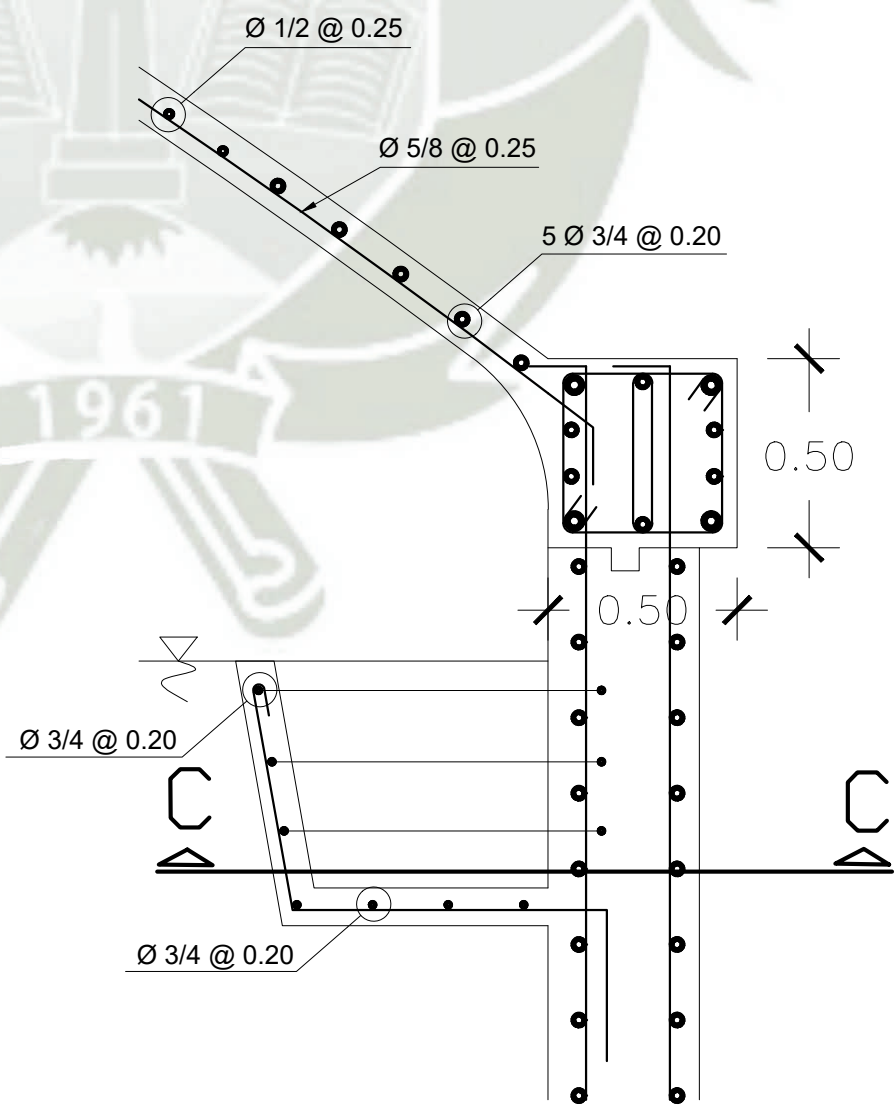
ESC: 1/20



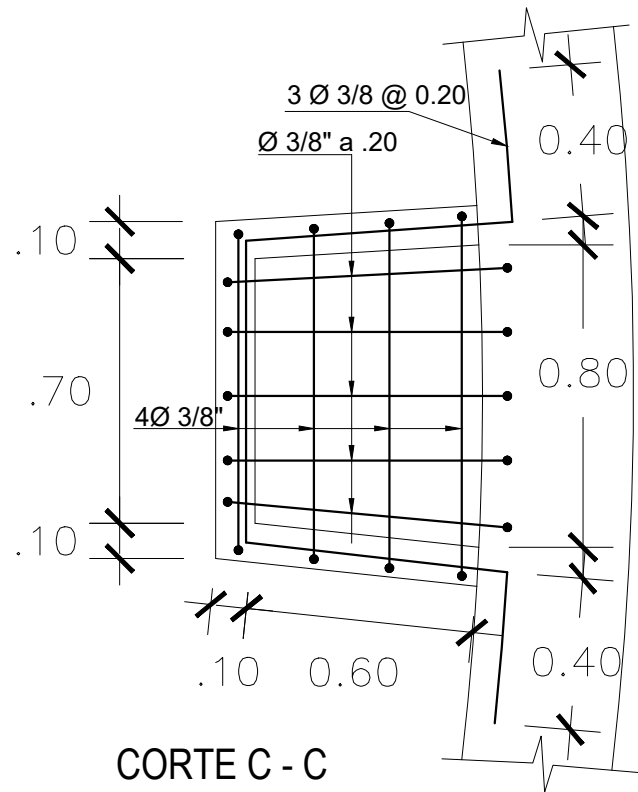
DETALLE DE REFUERZO EN
VENTILACIÓN DEL RESERVORIO
ESC: 1/20



DETALLE TIPO DE JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN
ESC: 1/50

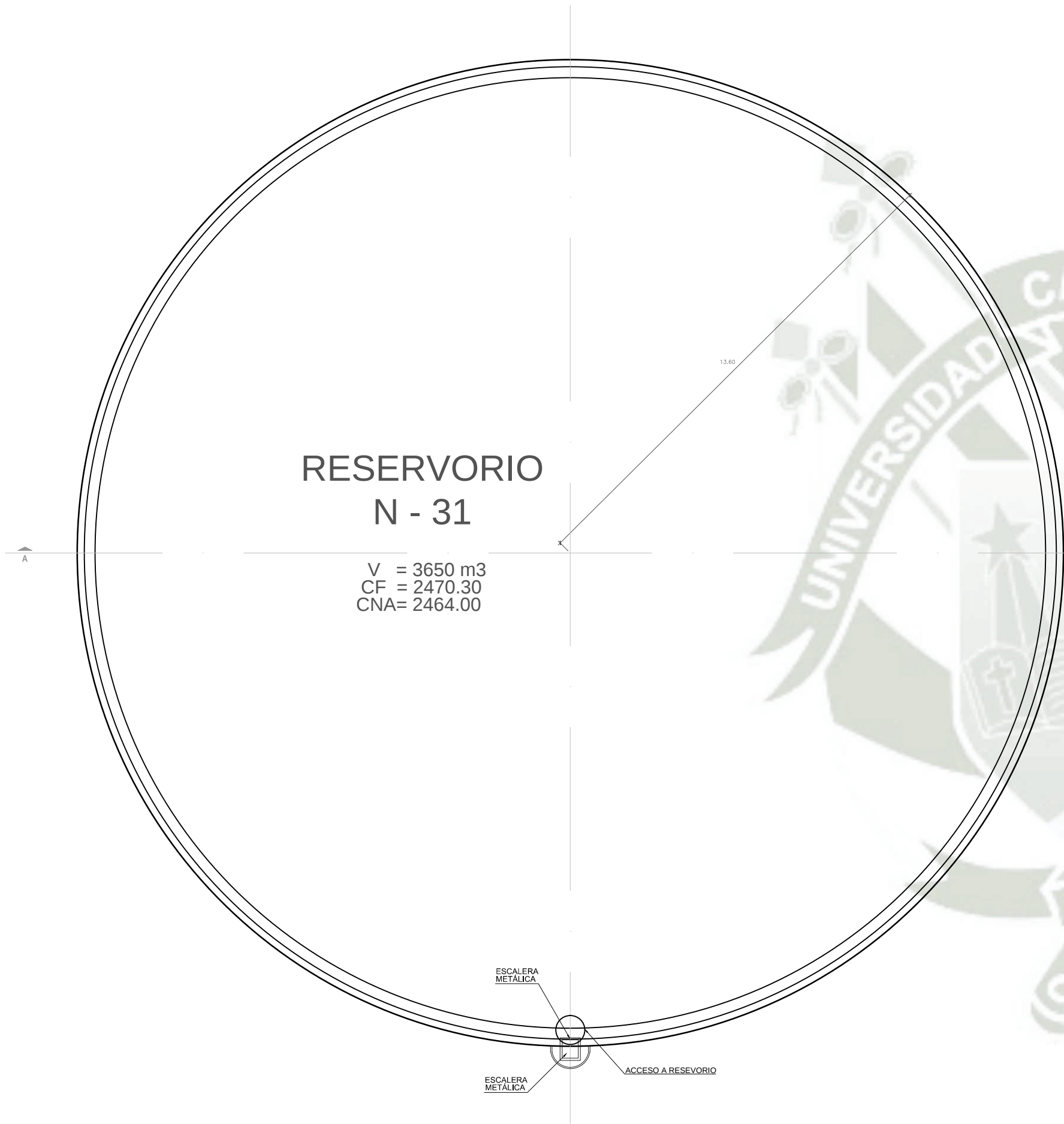


DETALLE DE REFUERZO EN CUBIERTA,
ANILLO Y VERTEDERO DE REBOSE
ESC: 1/20

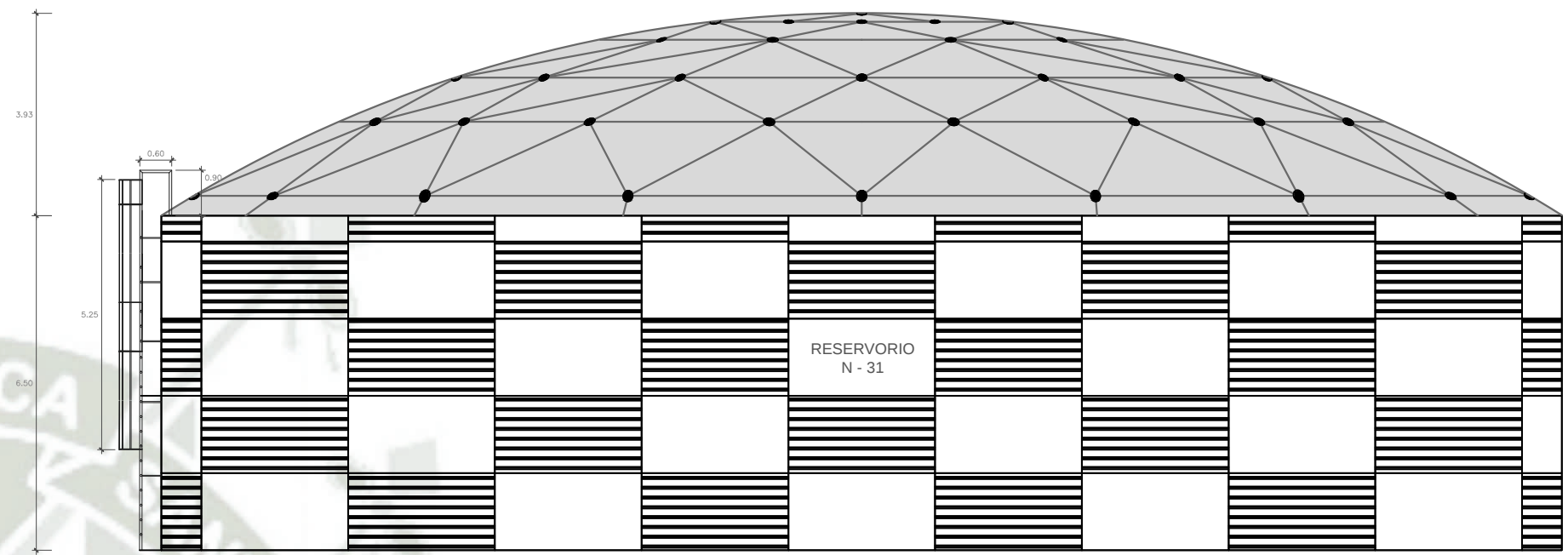


CORTE C - C
ESC: 1/20

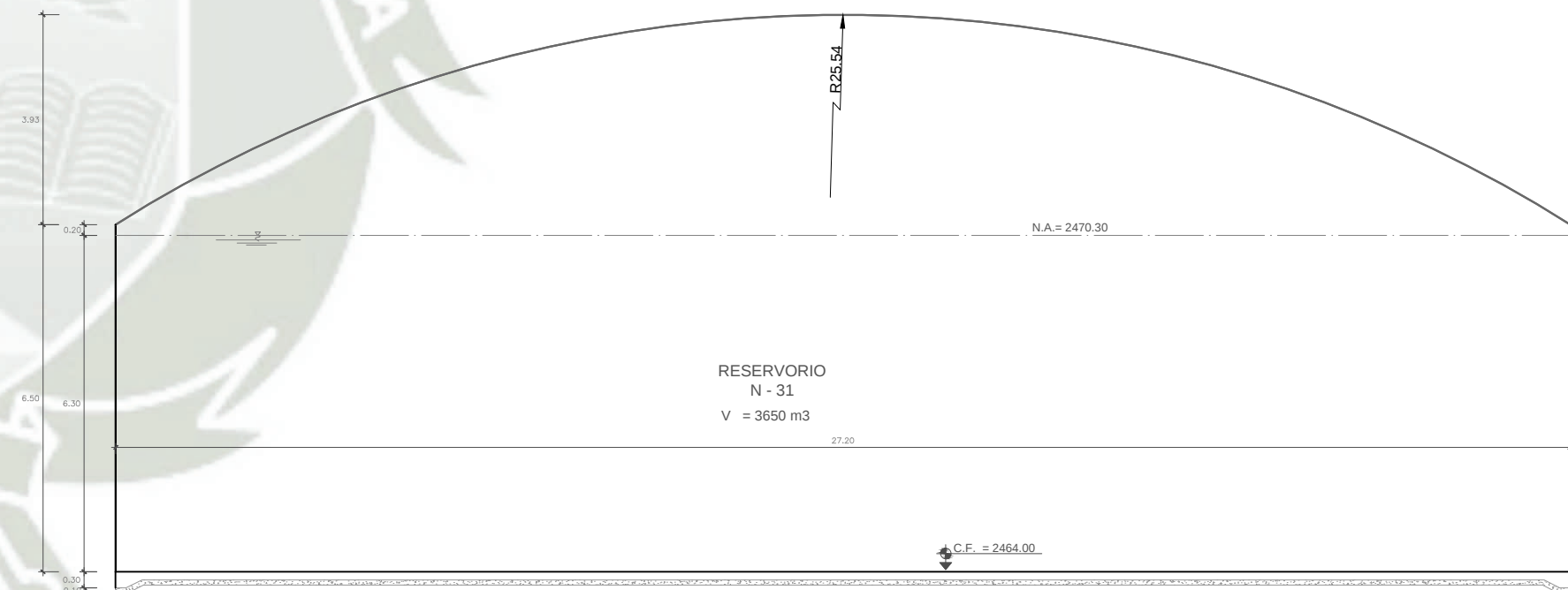
TESIS: DISEÑO DE RESERVORIO N-31 CON SISTEMA CONVENCIONAL EN CONCRETO ARMADO Y CON SISTEMA INNOVADOR DE ACERO EMPERNADO CON RECUBRIMIENTO EPOXICO			
PLANO: ESTRUCTURAS RESERVORIO N-31			
DISEÑO: Angel Aarón Céspedes Campos	ASESOR: Ing. Olger Febres Rosado	SISTEMA: CONCRETO ARMADO	
TOPOGRAFO:	ESCALA: Indicada	FECHA: Mayo 2018	PLANO N°: E-02 (N31-R)
CAD:	FORMATO: A-2		



**PLANTA
NIVEL DE TECHO**
ESCALA 1/125



ELEVACIÓN DEL RESERVORIO
ESCALA 1/125

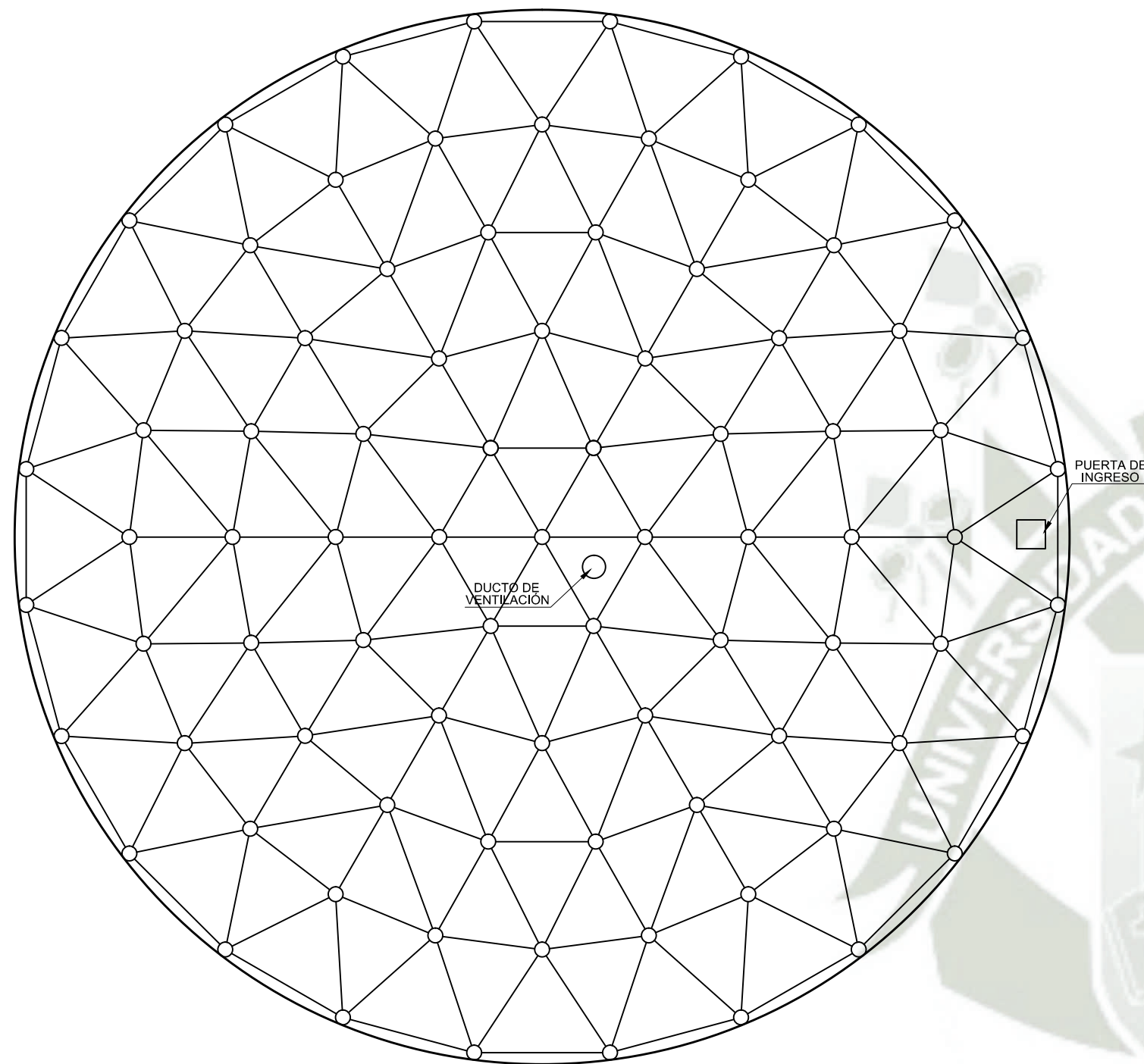


CORTE TRANSVERSAL A - A
ESCALA 1/125

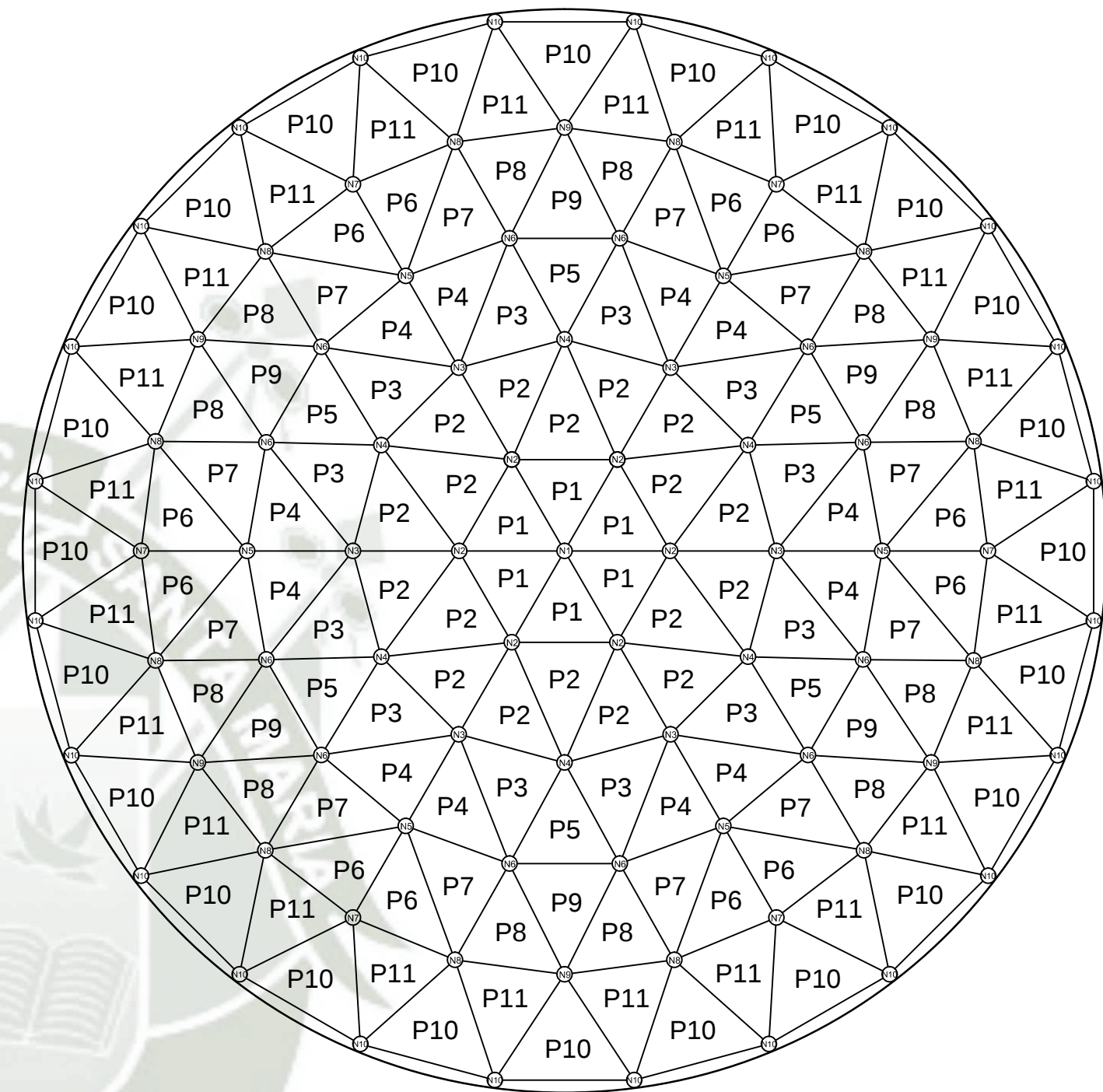
TESIS:
DISEÑO DE RESERVORIO N-31 CON SISTEMA CONVENCIONAL
EN CONCRETO ARMADO Y CON SISTEMA INNOVADOR DE ACERO
EMPERNADO CON RECUBRIMIENTO EPOXICO

PLANO:
ARQUITECTURA RESERVORIO N-31

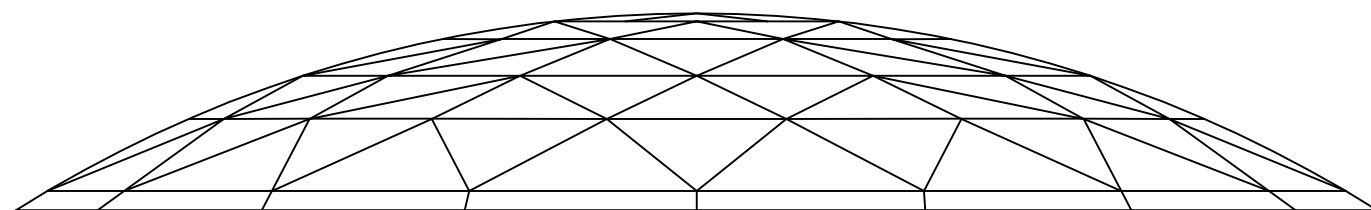
DISEÑO: Angel Aarón Céspedes Campos	ASESOR: Ing. Olger Febres Rosado	SISTEMA: ACERO EMPERNADO CON RECUBRIMIENTO EPOXICO	
TOPOGRAFO:	ESCALA: Indicada	FECHA: Mayo 2018	PLANO N°: A-01 (N31-R)
CAD:	FORMATO: A-2		



**PLANTA
NIVEL DE DOMO**
ESC: 1/500



**PLANTA
NIVEL DE DOMO
NOMENCLATURA**
ESC: 1/500



**PERFIL
DEL DOMO**
ESC: 1/500

TESIS:

DISEÑO DE RESERVORIO N-31 CON SISTEMA CONVENCIONAL
EN CONCRETO ARMADO Y CON SISTEMA INNOVADOR DE ACERO
EMPERNADO CON RECUBRIMIENTO EPOXICO

PLANO:

ESTRUCTURAS RESERVORIO N-31

DISEÑO:

Angel Aaron Céspedes Campos

ASESOR:

Ing. Olger Febres Rosado

SISTEMA:

ACERO EMPERNADO CON
RECUBRIMIENTO EPOXICO

TOPOGRAFO:

ESCALA:

Indicada

FECHA:

Mayo 2018

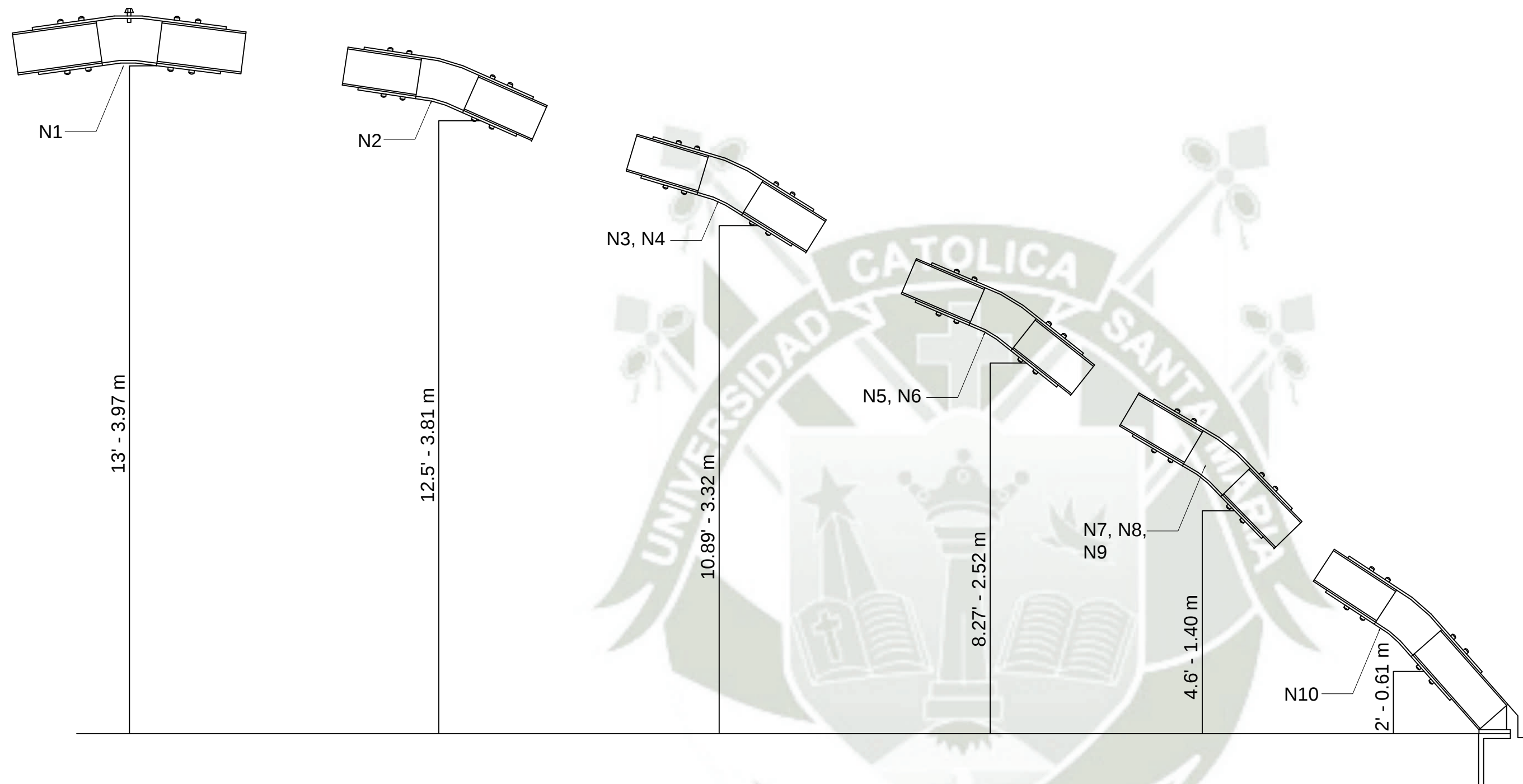
PLANO N°:

E-01 (N31-R)

CAD:

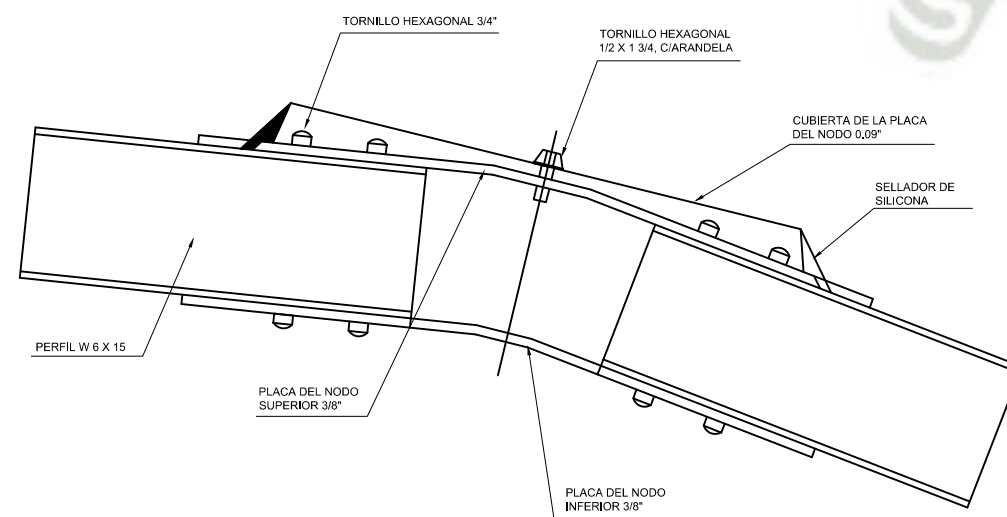
FORMATO:

A-2



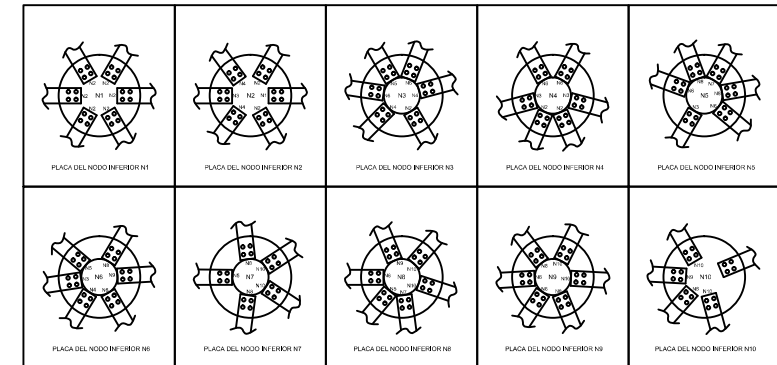
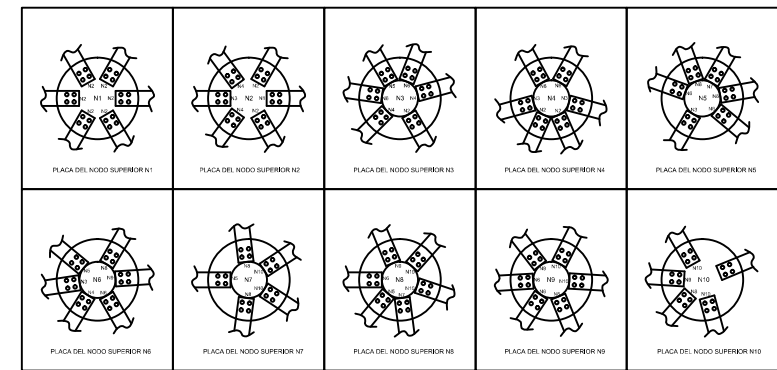
PERFIL DE UNIONES DEL DOMO

ESC: 1/500



UNIÓN DE PERFILES

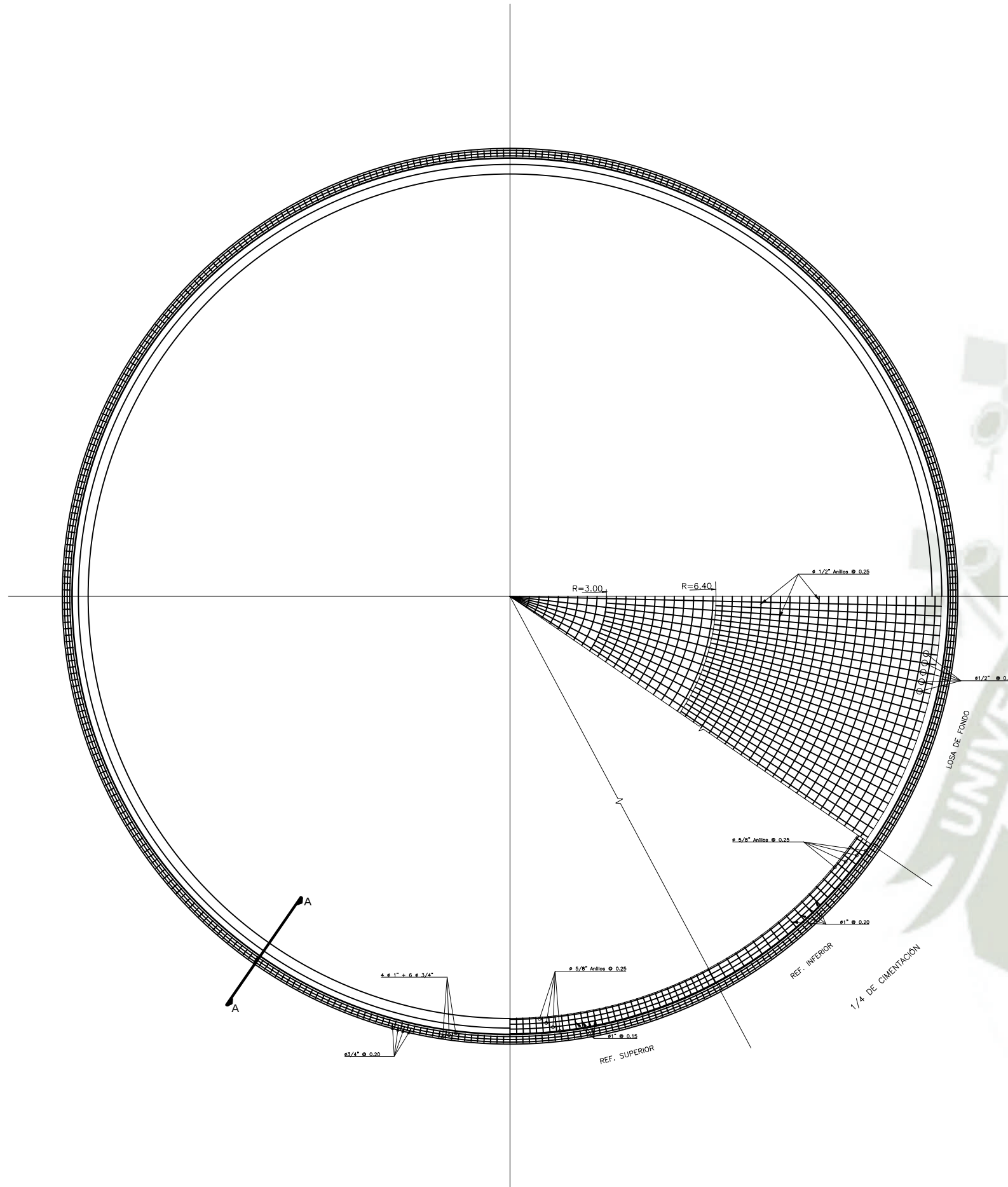
ESC: 1/500



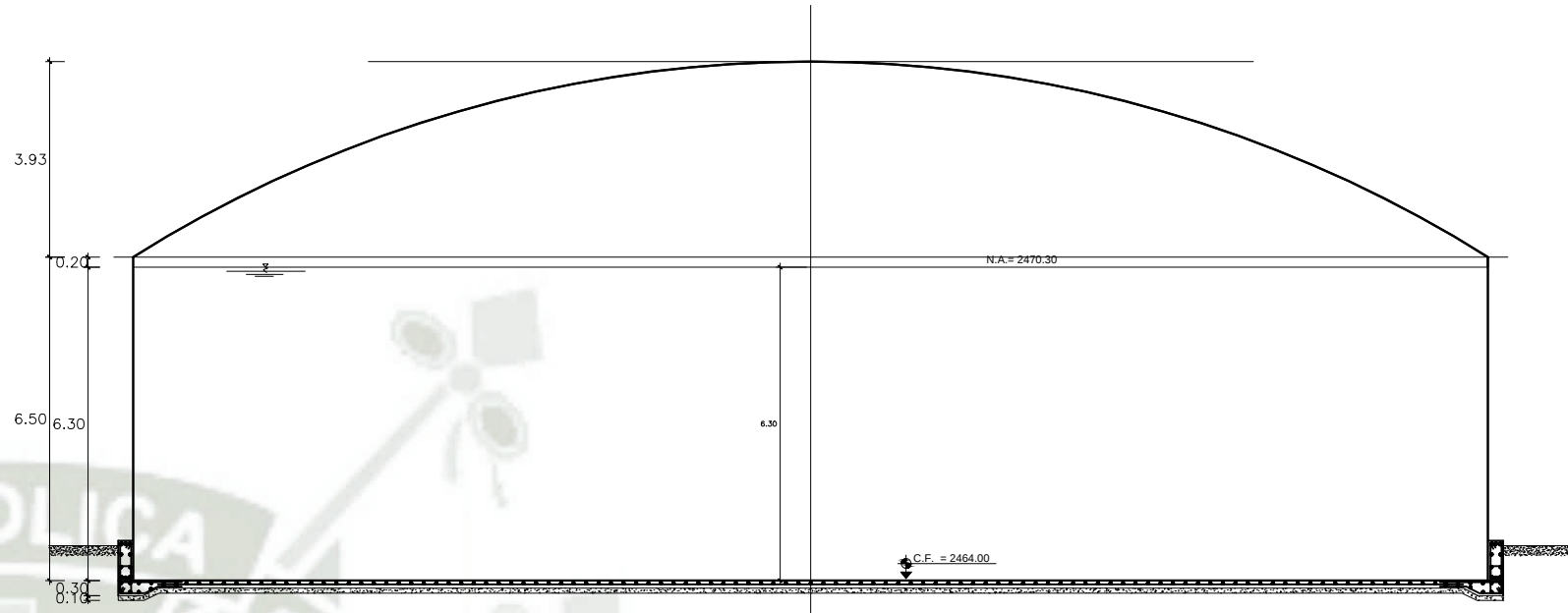
TESIS:
DISEÑO DE RESERVORIO N-31 CON SISTEMA CONVENCIONAL EN CONCRETO ARMADO Y CON SISTEMA INNOVADOR DE ACERO EMPERNADO CON RECUBRIMIENTO EPOXICO

PLANO:
ESTRUCTURAS RESERVORIO N-31

DISEÑO: Angel Aarón Céspedes Campos	ASESOR: Ing. Olger Febres Rosado	SISTEMA: ACERO EMPERNADO CON RECUBRIMIENTO EPOXICO	
TOPOGRAFO:	ESCALA: Indicada	FECHA: Mayo 2018	PLANO N°: E-02 (N31-R)
CAD:	FORMATO: A-2		

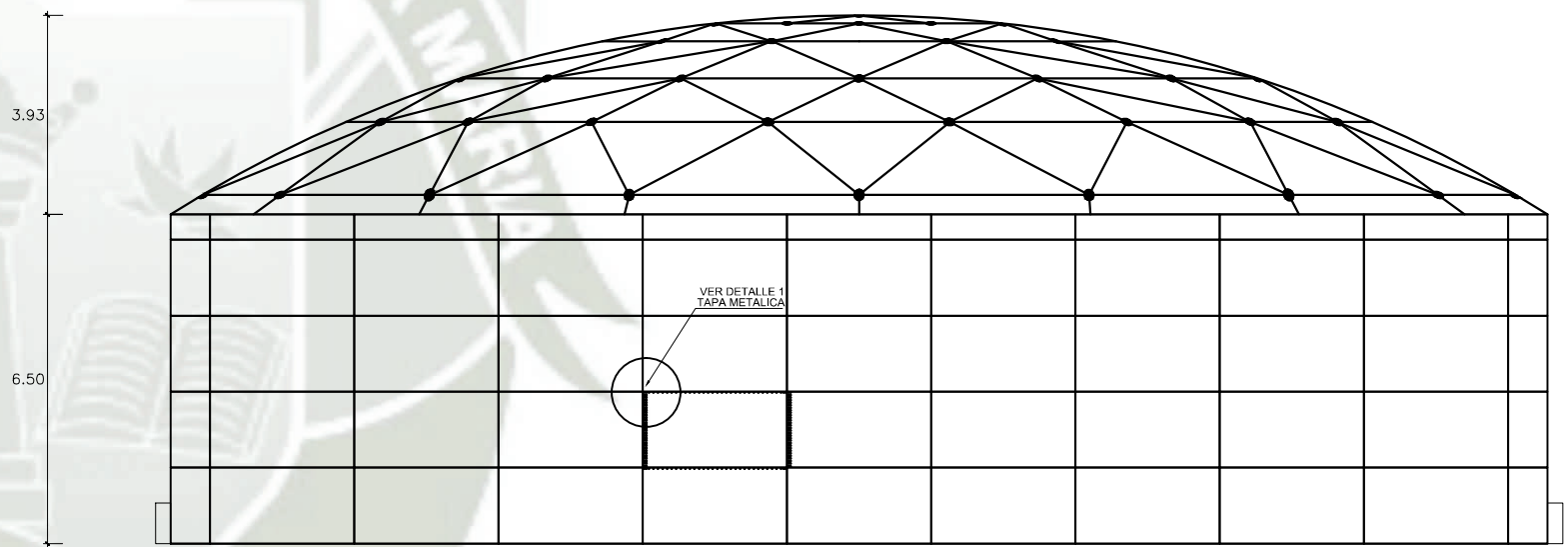


LÁMINAS DE RESERVORIO EMPERNADAS
ESC: 1/125

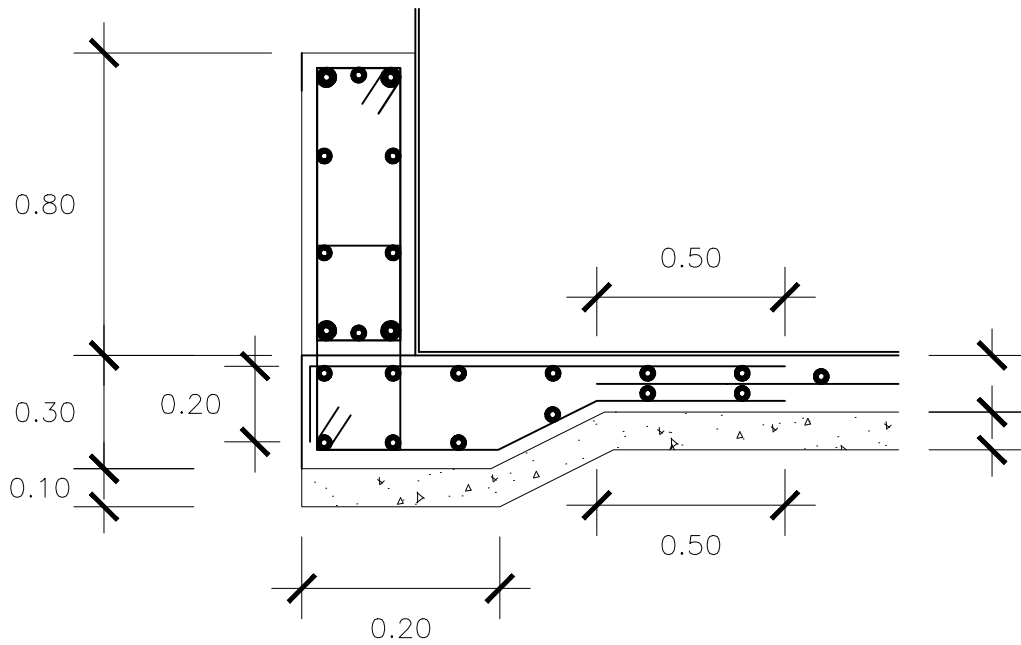


REFUERZO EN CIMENTACIÓN Y LOSA DE FONDO, MURO CIRCULAR Y CÚPULA
DE RESERVORIO APOYADO N-31 V=3650 m3

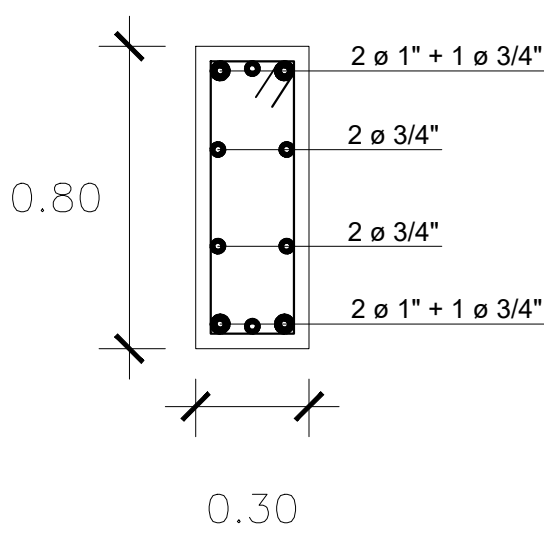
ESC: 1/125



LÁMINAS DE RESERVORIO EMPERNADAS
ESC: 1/125



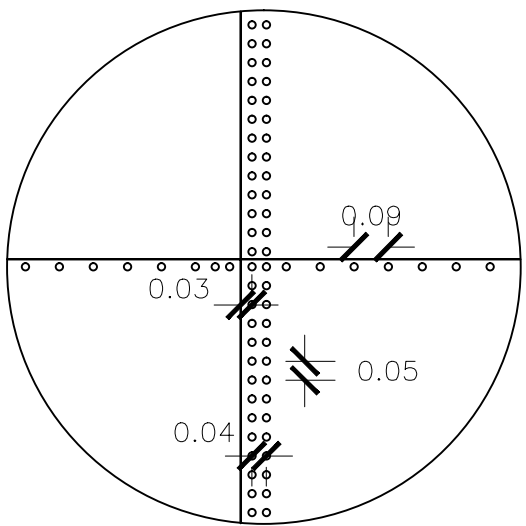
CORTE A-A
ESC: 1/20



3/8" @ 20 cm

VIGA ANULAR

ESC: 1/20



EMPERNADO DE PLANCHAS
DETALLE 1
ESC: 1/20

TESIS: DISEÑO DE RESERVORIO N-31 CON SISTEMA CONVENCIONAL EN CONCRETO ARMADO Y CON SISTEMA INNOVADOR DE ACERO EMPERNADO CON RECUBRIMIENTO EPOXICO			
PLANO: ESTRUCTURAS RESERVORIO N-31			
DISEÑO: Angel Aaron Céspedes Campos	ASESOR: Ing. Olger Febres Rosado	SISTEMA: ACERO EMPERNADO CON RECUBRIMIENTO EPOXICO	
TOPOGRAFO:	ESCALA: Indicada	FECHA: Mayo 2018	PLANO N°: E-03 (N31-R)
CAD:	FORMATO: A-2		