



## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Carrera de Ingeniería Civil**

# **PROYECTO DE DISEÑO DE UN RESERVORIO PARA EL ABASTECIMIENTO CON AGUA POTABLE AL SECTOR DE NUEVA RINCONADA DEL DISTRITO DE SAN JUAN DE MIRAFLORES - LIMA**

**Trabajo de Investigación para Optar el Grado Académico de  
Bachiller en Ingeniería Civil**

**MICHAEL JHONATAN LOPEZ BAUTISTA  
(0000-0003-0461-8660)**

**EDGAR PORTILLO HUAMANI  
(0000-0002-3783-0310)**

**ANGEL ADRIAN USCA SARMIENTO  
(0000-0003-2490-1498)**

**CARLOS ALIPIO VILCA SIVIRICHI  
(0000-0003-1008-7923)**

**Asesor:**

**MSc. Miguel Antonio Ventura Napa  
(0000-0002-0566-3992)**

**Lima – Perú  
2021**

# ÍNDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Resumen.....</b>                             | <b>9</b>  |
| <b>Planteamiento de Problema .....</b>          | <b>10</b> |
| Descripción Problemática.....                   | 10        |
| Delimitación de la Investigación .....          | 15        |
| Alcance del Proyecto .....                      | 15        |
| Restricciones y Limitaciones del proyecto ..... | 16        |
| Formulación del Problema de Investigación ..... | 18        |
| Problema Primario .....                         | 18        |
| Problemas Secundarios .....                     | 18        |
| Objetivos de la Investigación .....             | 18        |
| Objetivo General .....                          | 18        |
| Objetivos Específicos.....                      | 19        |
| Justificación e Importancia.....                | 19        |
| Justificación .....                             | 19        |
| Importancia .....                               | 21        |
| Evaluación del Entorno .....                    | 22        |
| Análisis PEST .....                             | 22        |
| <b>Metodología .....</b>                        | <b>25</b> |
| Diagnóstico y Reconocimiento de la Zona.....    | 26        |
| Recolección de Datos .....                      | 27        |
| Procesamiento de Información .....              | 27        |
| Propuesta de Solución .....                     | 28        |
| Análisis y Diseño del Reservorio .....          | 28        |
| <b>Expediente Técnico del Proyecto .....</b>    | <b>33</b> |
| Memoria Descriptiva .....                       | 33        |
| Antecedentes .....                              | 33        |
| Ubicación .....                                 | 35        |
| Cálculo Hidráulico.....                         | 39        |
| Periodo de Diseño .....                         | 39        |
| Población de Diseño.....                        | 40        |

|   |    |
|---|----|
| Dotación de Diseño .....  | 44 |
| Variaciones de Consumo o demanda de Agua.....                       | 45 |
| Consumo Promedio Diario Anual .....                                 | 46 |
| Consumo Máximo Diario .....   | 46 |
| Consumo Máximo Horario.....   | 46 |
| Volumen del Reservorio .....  | 46 |
| Volumen de Regulación .....   | 47 |
| Volumen Contra Incendio .....                                       | 47 |
| Volumen de Reserva.....   | 48 |
| Estudio de Suelos .....   | 49 |
| Análisis Estructural .....  | 54 |
| Predimensionamiento de elementos estructurales del reservorio ..... | 55 |
| Espesor del muro .....  | 55 |
| Espesor de Losa de Fondo .....                                      | 62 |
| Geometría y espesor de la cúpula .....                              | 63 |
| Viga Anular .....   | 65 |
| Ancho de la Zapata .....  | 66 |
| Verificación por volteo .....                                       | 69 |
| Fuerza de empuje.....   | 70 |
| Diseño estructural .....  | 72 |
| Parámetros Sísmicos para el Análisis estructural .....              | 72 |
| Cálculo de parámetros de $S_s$ y $S_1$ para adaptar a la E 030..... | 73 |
| Clasificación de Sitio.....   | 73 |
| Factores de Sitio .....   | 74 |
| Determinación de los Parámetros Sísmicos .....                      | 76 |
| Propiedades dinámicas .....   | 78 |
| Análisis estático.....  | 83 |
| Análisis Dinámico .....   | 84 |
| Espectro de Respuesta Sísmica .....                                 | 84 |
| Cálculo de la Cortante Dinámica .....                               | 85 |
| Modelamiento en SAP 2000.....                                       | 86 |
| Análisis de Resultados.....   | 88 |
| Desplazamientos .....   | 89 |

|   |            |
|---|------------|
| Fuerzas de Diseño en el Domo .....  | 89         |
| Fuerza Axial en la Viga Anular .....  | 91         |
| Fuerzas de Diseño en el Muro.....   | 92         |
| Diseño de Elementos Estructurales.....  | 93         |
| Juego de Planos Constructivos (Ver Anexo).....                                      | 101        |
| Plano de Ubicación y Localización.....  | 101        |
| Plano Vista en Planta, Elevaciones y secciones.....                                 | 101        |
| Planos de Diseño Estructural y Cimentaciones.....                                   | 101        |
| <b>Resumen de Cumplimiento de los Estándares Nacionales e internacionales .....</b> | <b>101</b> |
| <b>Cronograma de Ejecución del Proyecto .....</b>                                   | <b>102</b> |
| Diagrama de Gantt.....  | 103        |
| Diagrama de Ruta Crítica .....  | 104        |
| <b>Análisis de Costos y Presupuestos .....</b>                                      | <b>105</b> |
| Lista de Insumos.....   | 106        |
| Presupuesto General del Proyecto .....  | 108        |
| Análisis de Precios Unitarios, APU's (ver Anexo).....                               | 109        |
| <b>Plan de Control de Calidad y Seguridad en la Obra .....</b>                      | <b>109</b> |
| <b>Conclusiones .....</b>   | <b>111</b> |
| <b>Recomendaciones .....</b>  | <b>112</b> |
| <b>Bibliografía .....</b>   | <b>113</b> |
| <b>Anexos .....</b>   | <b>118</b> |



## Índice de Figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Consumo de agua potable en el Mundo, Latino América y el caribe (OPS, 2011).....                        | 11 |
| Figura 2. Consumo de agua potable en Lima por distritos (Sunass, 2017). .....                                     | 13 |
| Figura 3. Esquema de abastecimiento al proyecto (Adaptado de SEDAPAL, 2020).....                                  | 16 |
| Figura 4. Población y viviendas censadas de la zona (INEI, 2017).....   | 20 |
| Figura 5. Producción de agua potable por metro cubico (Gestión, 2020b). .....                                     | 23 |
| Figura 6. Diagrama de flujo del presente trabajo.....   | 25 |
| Figura 7. Reconocimiento de la zona del proyecto.....   | 26 |
| Figura 8. Diagnóstico de la accesibilidad de la zona de estudio.....  | 27 |
| Figura 9. Modelo mecánico de masas y resortes (Livaoglu & Donangün, 2006). .....                                  | 29 |
| Figura 10. Método dinámica simplificada de masas y resortes (Castillo, 2019). .....                               | 30 |
| Figura 11. Comportamiento y presiones del agua ante fuerzas dinámicas (Palomino,2014). ....                       | 31 |
| Figura 12. Distribución de cargas en la base debido al movimiento dinámico (Palomino, 2014).<br>.....             | 32 |
| Figura 13. Simplificación equivalente de las presiones impulsivas (Palomino,2014). .....                          | 32 |
| Figura 14. Mapa de procedimiento para el diseño del reservorio apoyado. ....                                      | 33 |
| Figura 15. Mapa de abastecimiento de agua por red pública a nivel manzana (INEI, 2017). ....                      | 34 |
| Figura 16. Mapa del distrito SJM y sus límites (Municipalidad distrital de San Juan de Miraflores,<br>2020) ..... | 36 |
| Figura 17. Localización del proyecto con GPS mobile Topographer.....  | 38 |
| Figura 18. Ubicación del proyecto de reservorio con Google Earth.....   | 38 |
| Figura 19. Ensayo de corte directo ASTM D3080 (Shiroma, 2008). .....  | 51 |
| Figura 20. Estudio petrográfico macroscópico (Shiroma, 2008).....   | 52 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 21. Perfil estratigráfico del suelo (Shiroma, 2008).....                               | 53 |
| Figura 22. Tensiones y momentos de acuerdo con el código PCA. ....                            | 59 |
| Figura 23. Geometría del domo (Castillo, 2019). ....  | 64 |
| Figura 24. Representación del centro de masa del domo (Castillo, 2019). ....                  | 67 |
| Figura 25. Esquema para el dimensionamiento de zapata (Castillo, 2019). ....                  | 67 |
| Figura 26. Dimensiones del reservorio para introducir al programa SAP 2000. ....              | 72 |
| Figura 27. Coeficiente de diseño sísmico de estructuras contenedoras (ACI 350.3-06, 2006). .. | 81 |
| Figura 28. Espectro de respuesta sísmica. ....  | 85 |
| Figura 29. Modelamiento del reservorio en el programa SAP 2000. ....                          | 87 |
| Figura 30. Fuerzas verticales y tensiones anulares de la estructura modelado en SAP 2000..... | 87 |
| Figura 31. Masa impulsiva y masa convectiva del reservorio. ....                              | 88 |
| Figura 32. Verificación del desplazamiento de reservorio. ....                                | 89 |
| Figura 33. Fuerza F11 paralelo del domo. ....   | 90 |
| Figura 34. Fuerza F11 paralelo el extremo del domo. ....                                      | 90 |
| Figura 35. Fuerza F22 meridiano del domo.....   | 91 |
| Figura 36. Fuerza axial evaluada en la viga anular.....                                       | 91 |
| Figura 37. Fuerza F11 en el muro. ....  | 92 |
| Figura 38. Fuerza F22 en el muro.....   | 92 |
| Figura 39. Momento flector M11 en losa de cimentación. ....                                   | 99 |
| Figura 40. Momento flector M22 en losa de cimentación. ....                                   | 99 |

## Índice de Tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Población base censada de la zona de estudio (INEI, 2017). .....  | 21 |
| Tabla 2. Zonas del distrito de San Juan de Miraflores (Municipalidad de San Juan de Miraflores, 2011). .....                                   | 37 |
| Tabla 3. Periodos de diseño máximos para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y alcantarillado sanitario (MVCS, 2019). ..... | 39 |
| Tabla 4. Periodos óptimos de diseño (MVCS, 2016). .....  | 40 |
| Tabla 5. Población censada del distrito de San Juan de Miraflores (INEI, 2007-2018). .....   | 42 |
| Tabla 6. Proyección de la Población del distrito de San Juan de Miraflores. ....   | 42 |
| Tabla 7. Población adoptado del censo distrital para la zona de estudio (INEI, 2017). .....  | 43 |
| Tabla 8. Proyección de la población de la zona de estudio. ....  | 44 |
| Tabla 9. Dotación si no existen estudios de consumo. ....  | 45 |
| Tabla 10. Vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m <sup>2</sup> . ....  | 45 |
| Tabla 11. Sistemas de abastecimiento indirecto por surtidores para camión o piletas públicas... ..   | 45 |
| Tabla 12. Coeficientes de las variaciones de consumo. ....   | 46 |
| Tabla 13. Cálculo del volumen de reservorio. ....  | 49 |
| Tabla 14. Parámetros de suelo (Shiroma, 2008). ....  | 50 |
| Tabla 15. Parámetros del estudio de mecánica de suelos (Shiroma, 2008). ....   | 50 |
| Tabla 16. Rangos de las rocas ígneas (Torres & Poterico, 2013). ....   | 54 |
| Tabla 17. Factores considerados para el predimensionamiento (ACI 350-06, 2006). ....   | 56 |
| Tabla 18. Coeficientes de Tensión Anular, muro con base fija y borde libre. ....   | 57 |
| Tabla 19. Coeficientes de momento flector, muro con base fija y borde libre. ....  | 57 |
| Tabla 20. Coeficientes de corte en la base del muro. ....  | 58 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 21. Tensiones anulares y momentos flectores últimos. ....                           | 58  |
| Tabla 22. Esfuerzos máximos obtenidos. ....   | 59  |
| Tabla 23. Pesos de los elementos estructurales. ....                                      | 70  |
| Tabla 24. Factores de zona con probabilidad 2/50 (Toledo, 2014). ....                     | 73  |
| Tabla 25. Clasificación de sitio (ASCE/SEI 7-16, 2017). ....                              | 74  |
| Tabla 26. Factores de sitio ( $F_a$ ) para periodos cortos (ASCE/SEI 7-16, 2017). ....    | 75  |
| Tabla 27. Factores de sitio ( $F_v$ ) para periodos largos (ASCE/SEI 7-16, 2017). ....    | 75  |
| Tabla 28. Consideraciones adicionales para base reforzada empotrada (no deslizable). .... | 77  |
| Tabla 29. Parámetros sísmicos norma E030. ....  | 78  |
| Tabla 30. Parámetros sísmicos del ACI 350-06. ....  | 78  |
| Tabla 31. Ecuaciones de los parámetro del modelo masa resorte (Castillo, 2019). ....      | 79  |
| Tabla 32. Periodos Impulsivo y Convectivo (Castillo, 2019). ....                          | 80  |
| Tabla 33. Parámetros del reservorio. ....   | 82  |
| Tabla 34. Propiedades dinámicas de la estructura. ....                                    | 82  |
| Tabla 35. Cortante estático en la base de la estructura. ....                             | 83  |
| Tabla 36. Espectro de respuesta sísmica. ....   | 84  |
| Tabla 37. Cortante dinámico en la base del reservorio. ....                               | 86  |
| Tabla 38. Escalas de nivel de daño de la matriz IPER. ....                                | 109 |
| Tabla 39. Matriz IPER de la ejecución de obra. ....                                       | 110 |

## Resumen

En el mundo, alrededor de 2000 millones de personas no tienen acceso a los servicios básicos de agua potable. Así mismo, en Latinoamérica y el caribe solo el 80% tienen acceso a agua segura en zonas rurales y el 97% en zonas urbanas, mientras que en el Perú el 9.2% de la población total, no tiene acceso a agua potable; por lo que, se abastecen de agua de otras formas como: camión cisterna (1.2%), pozo (1.6%), manantial (3.5%) y otros (2.8%). De la misma forma, el 51.7% de hogares acceden al servicio de agua potable en el área urbano y 2.6% en el área rural, esto se debe a la carencia de cobertura y gestión de agua potable.

En la Nueva Rinconada de Pamplona alta del distrito de San Juan de Miraflores se tiene un registro de 8866 viviendas sin abastecimiento de agua potable, lo que representa a 24548 ciudadanos que solo usan pilón público y camiones cisterna para poder abastecerse. Por ende, el presente trabajo tiene como objetivo principal el diseño de un reservorio apoyado, para el abastecimiento con agua potable al lugar en mención, con el propósito de mejorar la calidad de vida de los habitantes y reducir las enfermedades de salubridad por la ausencia de agua potable.

Para ello, se tomó la población actualizada según el INEI y se realizó una estimación futura de los habitantes, para seguir abasteciendo satisfactoriamente a largo plazo de forma eficiente. Del mismo modo, se hizo el estudio de mecánica de suelos y topográficos de la zona del proyecto, posteriormente se ejecutó el diseño estructural del reservorio acompañado de modelamientos estáticos y dinámicos, asimismo la memoria de cálculo para finalmente realizar el análisis de precios unitarios, cronograma de obra y por último la elaboración completa de planos.

Finalmente, se presenta el diseño de un reservorio apoyado con un volumen de 418 m<sup>3</sup> para el abastecimiento de toda la población actual y proyectada. Por tanto, se concluye que dicho volumen es idóneo para suministrar a las familias con agua potable de calidad y de manera constante, el cual mejora el estilo de vida y posiciona en la misma condición de igualdad de consumo de agua potable que otros distritos de Lima.

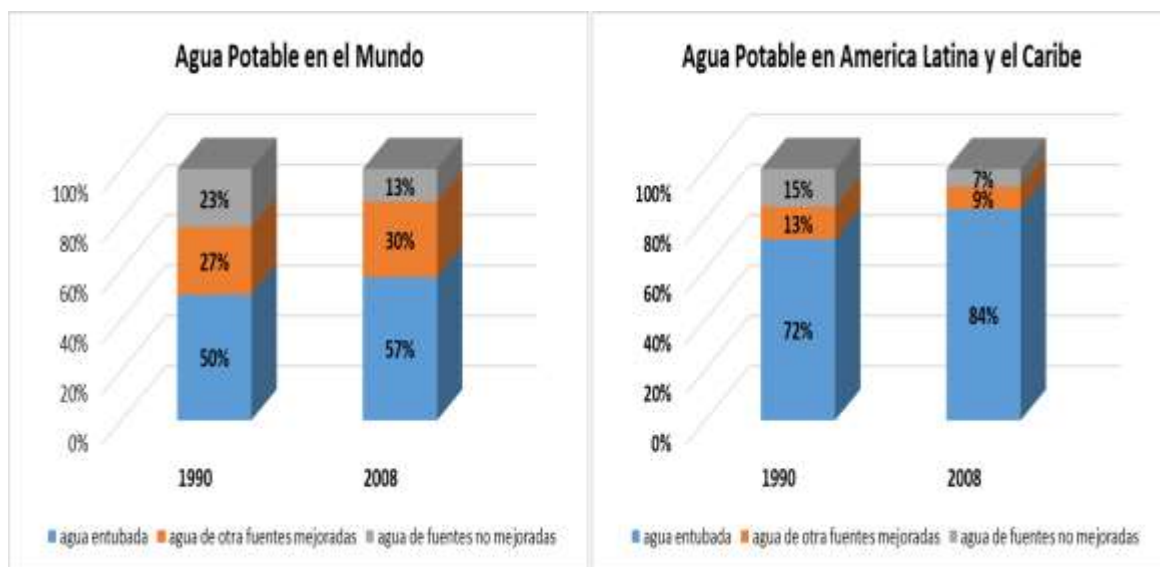
***Palabras claves:*** Reservorio apoyado, abastecimiento, agua potable, diseño.

## **Planteamiento de Problema**

### **Descripción Problemática**

El servicio básico de agua potable en el mundo no cubre la necesidad de toda la población, ya que alrededor de 2200 millones de personas no tienen acceso a este servicio, en consecuencia, alrededor de 29700 niños mueren al año por enfermedades de salubridad a causa de ello (Naciones Unidas, 2019). Del mismo modo, no todos los ciudadanos cuentan con el acceso de agua ya que solo siete de diez personas en el mundo cuentan con este servicio, asimismo seis de diez personas no cuentan con servicios de (alcantarillado-desagüe) de manera segura lo que origina que uno de diez personas realice la defecación al aire libre (UNESCO, 2019).

Por otro lado, en Latinoamérica y el caribe existen deficiencias para el acceso a los servicios de agua y desagüe, donde solo el 55% de la zona rural tienen acceso al uso de los servicios de desagüe (alcantarillado) mientras que en las zonas urbanas solo el 86% y con respecto al acceso al agua segura el 97% de las zonas urbanas tienen acceso mientras que en el área rural solo el 80% como se muestra en la Figura 1 (OPS, 2011). Además, las enfermedades relacionadas a la falta de los servicios de agua y sistema de desagüe con frecuencia son las infecciones gastrointestinales, enfermedades de piel y las transmitidas por vectores entre otros.



*Figura 1. Consumo de agua potable en el Mundo, Latino América y el caribe (OPS, 2011).*

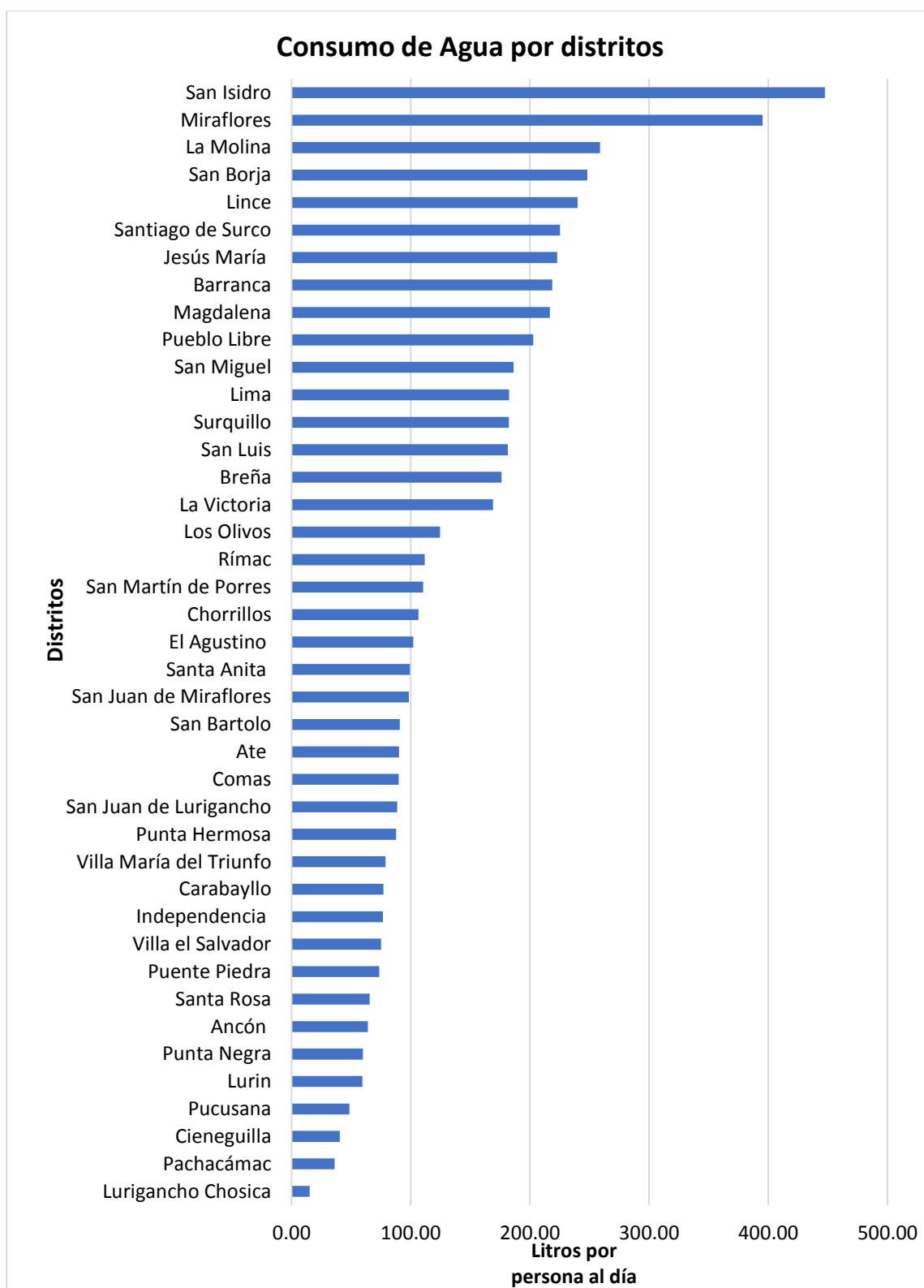
Por tanto, en la actualidad la degradación del medio ambiente natural y las constantes presiones insostenibles hacia los recursos hídricos aún son recurrentes, se prevé que para el 2050 el 52% de personas a nivel mundial, el 50 % del PBI mundial y el 40% de la producción de a nivel mundial estarán en riesgo, lo que generara que las poblaciones pobres se vean más afectadas (UNESCO, 2019). En tal sentido, la meta mundial relativa para el 2015 fue que el 88% de la población tuviera acceso a fuentes mejoradas de agua potable, sin embargo, los países en desarrollo no alcanzaron la meta prevista; no obstante, el 42% de la población actual han logrado tener acceso al agua potable desde 1990 (OMS, 2015).

En la actualidad el 40% de la población mundial acogida en más de 80 países sufren de escases de agua (Huaquisto & Chambilla, 2019). Además, se estima que para el año 2025, casi dos tercios de las naciones de todo el mundo experimentarían estrés hídrico (UNEP, 2002). Asimismo, el 56% de las personas en los países en desarrollo radicarán en áreas urbanas para el año 2030 (División Poblacional de las Naciones Unidas, 2002; citado por Lee & Schwab, 2005). Lo que significa que generara un incremento en la demanda hídrica en zonas urbanas.

En el Perú, Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática-INEI (2019), el 9.2% de la población total, no tiene acceso a agua potable; por lo que, se abastecen de agua de otras formas como: camión cisterna (1.2%), pozo (1.6%), manantial (3.5%) y otros (2.8%). Además, de acuerdo con el ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (2019), solo el 51.7% de hogares acceden al servicio de agua potable en el área urbano y 2.6% en el área rural, esto es debido a la carencia de cobertura y gestión de agua potable.

Así mismo, el consumo promedio máximo de agua de un peruano es de 163 litros por día como lo asegura el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL) al 2018, sin embargo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece que el consumo de una persona debería ser en promedio de 100 litros por día (Huaquisto & Chambilla, 2019). Según Sunass (2017), el distrito de Lima con mayor consumo de agua es San Isidro con 447 litros por día, casi 450 % veces más; sin embargo, el distrito de Lurigancho - Chosica solo consume 15 litros por día (ver Figura 2). Evidenciándose, que existen por un lado, sectores que tienen acceso suficiente a agua potable y por otro lado aún hay zonas que requieren el servicio de agua saludable por la diferencia socioeconómica (Barde & Lehmann, 2014).





*Figura 2. Consumo de agua potable en Lima por distritos (Sunass, 2017).*

Según Fernández (2008), el departamento de Lima siempre ha tenido dificultades en proporcionar servicios básicos, vivienda, empleo y entre otros a la población; por el rápido crecimiento de la población a causa de las migraciones a zonas urbanas. Por lo que, es indispensable abastecer con agua potable a la población para satisfacer sus necesidades en su condición de crecimiento habitacional de los sectores periurbanos (Manuel, 2009). Además, (Loyola & Soncco, 2007), afirman que la calidad de vida especialmente de la población más pobre se ven afectadas por la reducida cobertura de agua potable.

De acuerdo, al Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2017), establece que hay 8866 viviendas sin abastecimiento de agua potable por red pública en Nueva Rinconada en Pamplona alta del distrito de San Juan de Miraflores, donde 24548 ciudadanos hacen uso de pilón público y camiones cisterna para poder abastecerse. Según Lee & Schwab (2005), menciona que esta situación es debido al rápido crecimiento de la población y por la migración de las zonas rurales a las zonas urbanas, lo que provoca la necesidad de contar con este servicio de abastecimiento del sistema de agua potable.

Por lo tanto, en la zona de estudio existe una alta necesidad en cuanto al abastecimiento de agua potable por red pública. En ese contexto, se propone dar como solución la construcción de un contenedor de agua potable con la suficiente capacidad de almacenamiento para abastecer a la población de la zona seleccionada, para lo cual en el presente documento se plantea un proyecto de diseño de un reservorio apoyado circular.

## **Delimitación de la Investigación**

### ***Alcance del Proyecto***

El presente proyecto está enfocado en proponer un diseño de reservorio apoyado para el abastecimiento con agua potable a la zona de Pamplona Alta del distrito de San Juan de Miraflores con ubicación en específico en las coordenadas 286870.132 este (UTMX) y 8659431.421 norte (UTMY). El reservorio contará con un volumen de 418 metros cúbicos que beneficiará a 4872 habitantes al año 2039, el cual se alimentará por medio de un sistema de bombeo del reservorio RP4 existente (ver Figura 3) y la distribución de agua potable por red de tuberías a la población será por gravedad debido a que el proyecto de reservorio se encuentra en una cota elevada. Sin embargo, el presente proyecto solo abarcara el diseño de reservorio mas no la caseta de válvulas, cloración, red de distribución, línea de conducción, línea de aducción y cerco perimétrico.

Asimismo, la población de diseño será estimada tomando en cuenta el último censo del 2017 realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática. En ese sentido, se garantizará que la población futura estimada contará con un seguro y eficiente abastecimiento de agua potable, en concordancia con las especificaciones técnicas de la norma peruana, el cual atribuye un volumen adicional de almacenamiento de agua potable para lidiar cualquier tipo de emergencia que se suscite.

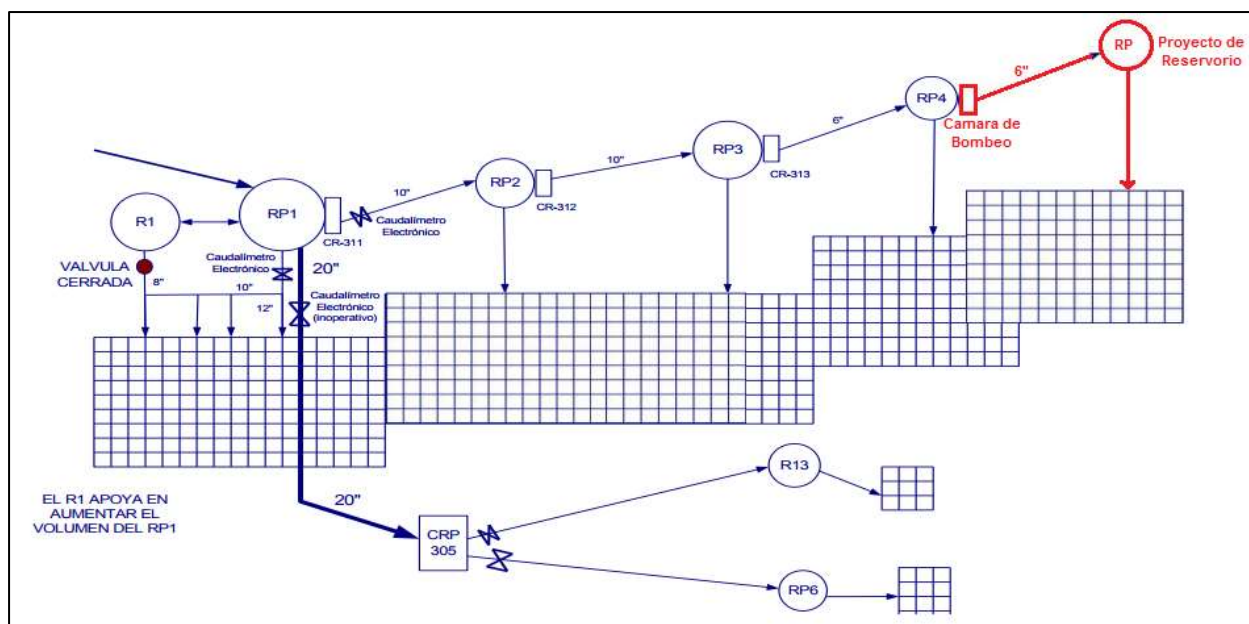


Figura 3. Esquema de abastecimiento al proyecto (Adaptado de SEDAPAL, 2020).

El estudio se desarrolla a nivel de pre-inversión, que comprende las siguientes áreas; estudio de la mecánica de suelos que permite obtener las características geotécnicas de la zona, estudio de la población que permite la obtención del volumen del reservorio, evaluación topográfica para obtener las características de la superficie del terreno en estudio, análisis y diseño estructural del reservorio con la finalidad de modelar, verificar el cumplimiento con los estándares mínimos que exige las normas nacionales e internacionales y desarrollar el cálculo de los elementos estructurales que compone el reservorio tomando en cuenta las fuerzas externas y el comportamiento de las fuerzas causadas por la presión del agua. Adicionalmente, se realiza el análisis de costos y presupuestos el cual nos muestra el costo real del proyecto, cronograma de ejecución y finalmente la elaboración de planos.

### ***Restricciones y Limitaciones del proyecto***

El presente trabajo de diseño de un reservorio para el abastecimiento con agua potable muestra algunas restricciones y limitaciones, tales como en el aspecto de salud pública, seguridad,

social, cultural, económico y ambiental. En ese sentido, una de las limitaciones en salud pública es la reducción del personal de mano de obra y el aumento de costo en la implementación de protecciones de bioseguridad, debido al SARS-CoV-2 (COVID-19). A pesar de ello, el personal corre el riesgo de contagio, lo que genera una alta probabilidad de paralización de la obra y en consecuencia el retraso del proyecto.

La ejecución del reservorio demanda un alto costo de construcción, debido al acceso complicado y la distancia que posee para el traslado de materiales de construcción, maquinarias y mano de obra al lugar del proyecto. Además, la ubicación del proyecto se encuentra a una cota elevada y con una topografía de pendientes muy pronunciados, el cual presenta un problema para el transporte que a su vez involucra la inversión de más tiempo.

En el aspecto social, existe una baja demanda de mano de obra calificada local para la ejecución del proyecto, por lo que conlleva a la contratación del personal de otros sectores por parte de la empresa ejecutora. Por otra parte, el proyecto no genera cambios en la población por tanto no se tendría limitaciones ni restricciones en el ámbito cultural.

En lo ambiental, esta provee una alteración en la geográfica y en la calidad de aire, dado que es una estructura que requiere un espacio aproximado de 150 metros cuadrados. Por ende, es conveniente realizar una matriz de impacto ambiental, sin embargo, el presente trabajo tiene por finalidad presentar un diseño y modelado de la estructura de reservorio, por tal razón no se realizará dicho análisis. Pero los efectos más notables que se percibe y se pronostica durante la etapa de construcción son: Dispersión de partículas del suelo (polvo), residuos, ruido y vibraciones debido al uso de equipos, herramientas y maquinaria que podría inquietar la tranquilidad de los habitantes y perjudicar la cobertura vegetal de los alrededores del proyecto. Asimismo, la topografía del terreno posee una pendiente muy accidentada y rocosa, por lo que existe la posibilidad de que

afecte la seguridad del personal y de la población aledaña a causa de derrumbes inesperados (caída de rocas) que pueda presentarse durante la ejecución de la obra.

## **Formulación del Problema de Investigación**

### **Problema Primario**

¿Cómo se desarrollará el proyecto de diseño del reservorio para el abastecimiento con agua potable a la zona I (Nueva Rinconada-Pamplona Alta) del distrito de San Juan de Miraflores - Lima?

### **Problemas Secundarios**

¿Porque se hará una propuesta de diseño de reservorio en el sector de Nueva Rinconada del distrito de San Juan de Miraflores en Lima?

¿En qué estado se encuentran los pobladores del sector de Nueva Rinconada con respecto al abastecimiento del agua potable?

¿Cuántos pobladores actualmente se encuentran sin el abastecimiento de agua potable gestionados de manera segura en el sector La nueva Rinconada?

¿Cómo influye el proyecto de diseño del reservorio a la población de la zona en estudio de Pamplona Alta del distrito de San Juan de Miraflores?

## **Objetivos de la Investigación**

### ***Objetivo General***

Proponer el diseño de un reservorio apoyado para el abastecimiento con agua potable al sector de Nueva Rinconada en Pamplona Alta del distrito de San Juan de Miraflores.

### ***Objetivos Específicos***

- Obtener información existente del sector en estudio tales como: Población, topografía, geotecnia, sistema actual de abastecimiento de agua.
- Localizar e identificar de manera estratégica la ubicación del reservorio de tal forma que el abastecimiento sea eficiente.
- Realizar la estructuración, pre - dimensionamiento, análisis y diseño sismorresistente del reservorio apoyado haciendo uso del programa SAP 2000, bajo el reglamento nacional y códigos internacionales.
- Elaborar el presupuesto y cronograma.

### **Justificación e Importancia**

#### ***Justificación***

La construcción de reservorios (enterrado, apoyados y elevados) con fines de almacenamiento de agua potable es elemental para el abastecimiento y bienestar de la población. Los contenedores permiten un abastecimiento eficiente de servicio de agua potable a una determinada zona en específico de manera indiscriminada, ya que el acceso a este insumo básico es un derecho de cada ciudadano y que además cubre una necesidad esencial en la vida de las personas. Asimismo, el servicio de agua potable mejora la calidad de vida de las personas y por tanto tiene un efecto directo en el desarrollo económico del país.

En ese sentido, este proyecto está enfocado en realizar un diseño de reservorio apoyado para el abastecimiento de agua potable, con el propósito de brindar un mejor servicio de agua para el consumo humano a la población que se encuentran en la zona 1 de Pamplona Alta. Actualmente el 80% - 100% de la población de dicha zona en mención recurre a la compra de agua de camiones

cisterna y esta es almacenada en cilindros, baldes, latas, botellas u otros contenedores caseros. Esto muchas veces llegan a contaminarse por el inadecuado mantenimiento, debido al tiempo de almacenaje y la falta de higiene, consecuentemente esto genera problemas de salubridad a la población.

De acuerdo con la delimitación realizada de manera estratégica, tomando en cuenta la topografía, relieve, accidentalidad de la zona de estudio, fuente de abastecimiento de agua para el reservorio y con la base de datos del INEI actualizada al 2017 se pudo definir la cantidad de manzanas beneficiadas con este proyecto (ver Figura 4 y Tabla 1). Esto hace referencia específicamente a la zona 1 de la Nueva Rinconada en Pamplona Alta del distrito de San Juan de Miraflores.

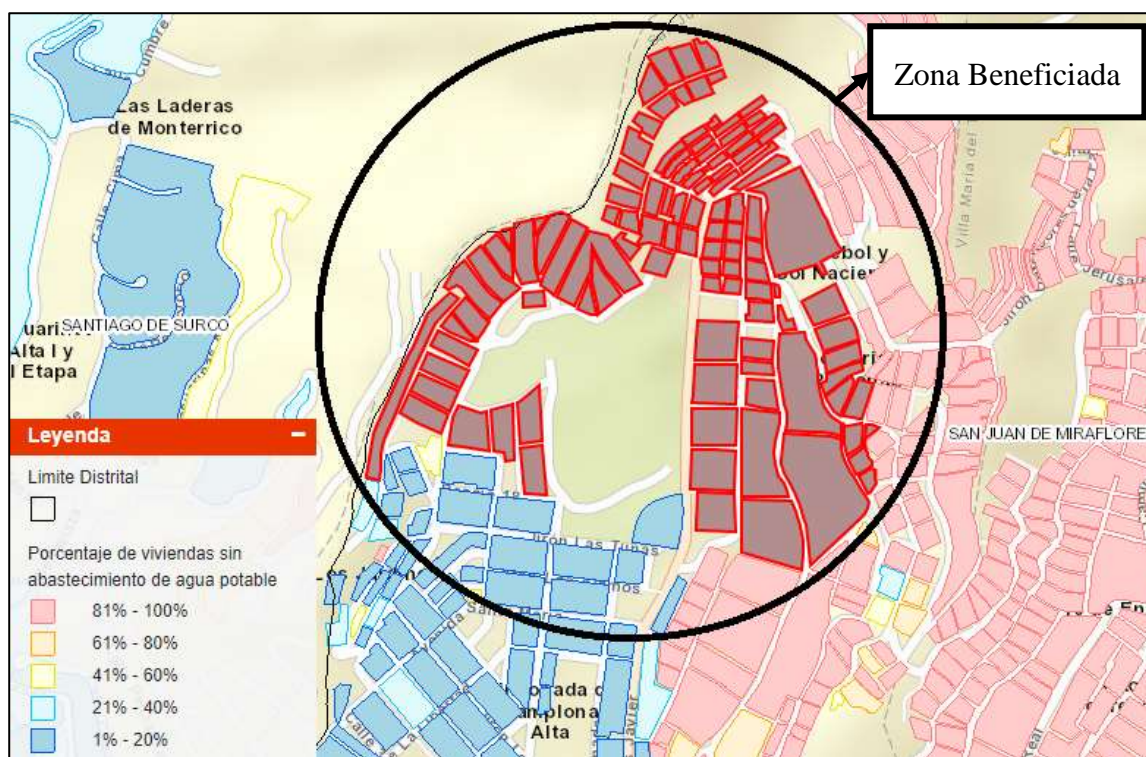


Figura 4. Población y viviendas censadas de la zona (INEI, 2017).



### ***Importancia***

Los reservorios son estructuras importantes que contribuye a mejorar la calidad de vida de la población más necesitada con el abastecimiento de agua potable. Estas estructuras tienen el propósito de almacenar agua (también almacena otras sustancias líquidas) de forma segura y limpia, tal que, contribuya con abastecimiento continuo a lugares sin acceso de agua potable por la red principal o de la matriz principal. La zona 1 (Nueva Rinconada - Pamplona Alta) del distrito de San Juan de Miraflores es uno de los lugares que requiere este tipo estructuras para solventar la necesidad básica del servicio de agua potable, por la difícil accesibilidad de la red principal de agua que tiene el lugar y por otro lado es un derecho de cada ciudadano contar con este recurso indispensable que es fundamental para la vida.

En ese sentido, el presente proyecto permitirá que la zona 1 del distrito de San Juan de Miraflores sea beneficiada, la cual está constituido por un total de 1094 viviendas y con 2885 habitantes de acuerdo con el último censo del 2017. De donde, el 48,6% del total de la población son hombres lo que representa a un total de 1401 habitantes, mientras que el otro 51,4% de la población corresponde a un total de 1 484 mujeres como se muestra en la Tabla 1 (INEI, 2017).

*Tabla 1. Población base censada de la zona de estudio (INEI, 2017).*

| <b>Censo de Población y Vivienda 2017</b> | <b>Absoluto</b> | <b>%</b>   |
|---|-----------------|------------|
| Manzanas seleccionadas                    | 90              |            |
| Total de viviendas censadas               | 1094            |            |
| <b>Total Población censada</b>            | <b>2885</b>     | <b>100</b> |
| Hombres                                   | 1401            | 48.6       |
| Mujeres                                   | 1484            | 51.4       |

## **Evaluación del Entorno**

### ***Análisis PEST***

Se trata de un instrumento que facilita la investigación y que ayuda a las compañías a definir su entorno, analizando una serie de factores como: Políticos, Económicos, Sociales y Tecnológicos (Martín, 2017). Se va a realizar un análisis de la situación actual del entorno general de la sociedad mediante dichos factores.

### **Factores económicos**

La economía peruana ha logrado importantes avances en su desempeño en los últimos años, con tasas dinámicas de crecimiento del PBI y un bajo nivel de inflación y deuda; manteniendo, al mismo tiempo, tasas de cambio estables (Pro-Inversión, 2019). Sin embargo, el Banco Mundial (BM) ha reducido drásticamente la proyección de crecimiento de la economía peruana para el 2020 como resultado de las medidas de emergencia que ha tenido que tomar el país para frenar la propagación del COVID-19, pues se estiman que el PBI del país caerá más de 12% al final del año 2020 (Gestión, 2020a). Una de las consecuencias de ello es la tasa de desempleo a nivel nacional el cual fue de 8,8% en el II Trimestre del 2020 con una estimación de que 994 mil 300 personas buscaron empleo activamente en el país (INEI, 2020).

La alta tasa de desempleo trajo problemas económicos para cubrir los diferentes servicios básicos como el agua y luz, y más prominentemente en las zonas periféricas de la ciudad de Lima como es el caso de los asentamientos de la Nueva Rinconada en el distrito de San Juan de Miraflores donde la pobreza y la desigualdad predominan con mayor importancia.

### **Factores tecnológicos**

El Perú ocupa el octavo lugar en el ranking mundial de países con mayor cantidad de agua, según la Autoridad Nacional del Agua (ANA), pues cuenta con 1.89 % del agua dulce superficial del mundo. Por lo que, la ciudad de Lima se provee de agua por medio de planta de tratamiento de agua potables de fuentes superficiales y subterráneas a través de la entidad SEDAPAL, pues en el último año se dio un crecimiento progresivo de producción de agua (ver Figura 5) en Lima Metropolitana (Gestión, 2020b).



*Figura 5. Producción de agua potable por metro cubico (Gestión, 2020b).*

Sin embargo, no todos los ciudadanos tienen acceso a agua potable segura y de calidad pues el relieve y el lugar donde viven dificulta el acceso a dicho servicio. No obstante, surgen proyectos tecnológicos sobre la captación de aguas en zonas altas de las ciudades como es el caso del proyecto de mallas atrapanieblas en donde dichas mallas condensan la niebla, luego el agua que se capta es transportada por una red de canales y es depositada en un tanque (El Comercio, 2017). Asimismo, en zonas donde el agua es escasa el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, destaca el uso de la innovación tecnológica en la construcción de plantas desalinizadora que transforma el agua de mar en potable (Andina, 2018).

## **Factores sociales**

El Perú tiene muchos problemas sociales como es la informalidad, inseguridad y corrupción. Algunos son de necesidad básica como la falta del acceso a los servicios básicos y los niveles de salud y educación aceptables. Por ejemplo, la inaccesibilidad al servicio de agua potable en zonas periféricas de Lima es debido al rápido crecimiento de la población y por la migración a las zonas urbanas, el cual provoca esta necesidad vital para el establecimiento con sistemas de red de agua (Lee & Schwab, 2005). Asimismo, los efectos del Covid-19 en la sociedad son devastadores pues ha dejado muchas pérdidas de vidas humanas, y consigo trajo altas tasas de desempleo el cual genera un aumentando de la pobreza y la desigualdad social.

## **Factores políticos**

El Perú se caracteriza por experimentar constantes tensiones y enfrentamientos políticos. Estos traen consigo un impacto negativo en la economía del país y en nuestras finanzas personales. Si bien la crisis sanitaria (Covid-19) ha dejado las cuentas nacionales debilitadas, la crisis política incrementa su impacto negativo. La disminución en la confianza de los inversionistas, el alza del tipo de cambio y el desempleo son algunas de las secuelas que se presencian (Gestión, 2020a).

Por otro lado, La Constitución Política del Perú, menciona que el Estado reconoce el derecho de toda persona a acceder de forma progresiva y universal al servicio de agua potable el cual, garantiza este derecho priorizando el consumo humano sobre otros usos, promoviendo el manejo sostenible del agua (SINIA, 2017). Sin embargo, la realidad es otra pues según el Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2019), el 9.2% de la población total, no tiene acceso a agua potable; por lo que, se abastecen de agua de otras formas como: camión cisterna (1.2%), pozo (1.6%), manantial (3.5%) y otros (2.8%).

## Metodología

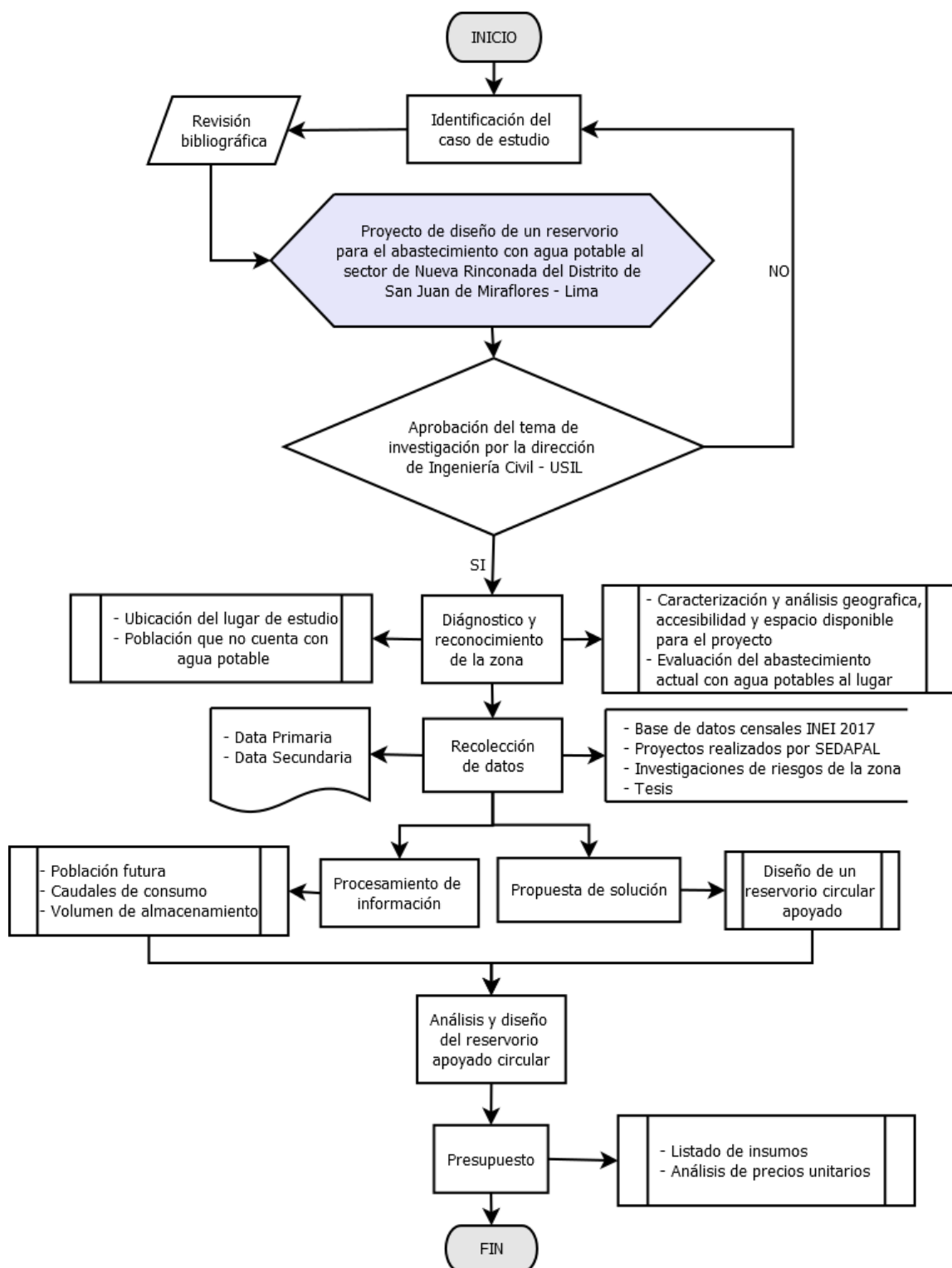


Figura 6. Diagrama de flujo del presente trabajo.

## Diagnóstico y Reconocimiento de la Zona

El diagnóstico de la situación real del servicio básico de agua potable se realizará de acuerdo con el mapeo de porcentajes de “abastecimiento de agua potable por red pública a nivel de manzana”, donde muestra sectores con un 80% a 100% de la población que no cuentan con abastecimiento de agua potable (INEI, 2017). Esta información es obtenida en base a los resultados del censo de 2017 realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en la cual se identifica los lugares o puntos que no tienen agua potable por red pública. Luego de identificar el lugar se procede con el reconocimiento de la zona, la inspección del espacio, la accesibilidad, la geografía y la disponible para la ubicación del proyecto (ver Figura 7 y Figura 8).



*Figura 7. Reconocimiento de la zona del proyecto.*



*Figura 8. Diagnóstico de la accesibilidad de la zona de estudio.*

### **Recolección de Datos**

La obtención de la data primaria se determinará por medio de fuentes como: Proyectos de investigaciones, tesis, expedientes técnicos, reportes de instituciones públicas principalmente del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) y estudios (informes) realizados por la propia municipalidad de San Juan de Miraflores.

### **Procesamiento de Información**

El manejo de la data obtenida de las diferentes fuentes se procesará mediante una evaluación por medio de comparaciones entre fuentes para luego procesar la información. La data verificada se emplea para los cálculos y obtención de parámetros importantes iniciales como la población futura, caudales de consumo y el cálculo del volumen del reservorio apoyado. Por otro lado, otros datos como las propiedades de suelo serán básicos para el desarrollo del diseño y el análisis del contenedor.

## **Propuesta de Solución**

En la zona de Nueva Rinconada del distrito de San Juan de Miraflores no existe un sistema de red distribución de agua potable mediante tuberías, en consecuencia, la población solo se abastece por medio de camiones cisterna para luego almacenar en recipientes que están en mal mantenimiento. Este tipo de almacenaje genera problemas en la salud, alimentación, falta de medidas de higiene, propagación de enfermedades y la deficiente calidad de vida. Esta situación demanda y requiere una medida urgente, para lo cual se plantea como solución a este problema, la implementación de un reservorio que sea lo suficiente para el abastecimiento con agua potable a la zona escogida. Por lo que dicha estructura requiere de un diseño, análisis, evaluación en el costo y cronograma de ejecución. Para ello, esta estructura se ubicará estratégicamente tomando en cuenta la topográfica, la accesibilidad y el espacio disponible con el fin de abastecer de forma eficiente a la población seleccionada.

## **Análisis y Diseño del Reservorio**

### **Sistema equivalente mecánico**

Para empezar con el diseño y análisis debemos basarnos en un modelo mecánico que represente el comportamiento de la estructura completa (reservorio + agua) a diseñar, en este caso haremos uso del modelo propuesto por G.W Housner (1963). El mencionado modelo está enfocado en describir el comportamiento hidrodinámico del agua dentro de un tanque de paredes rígidas, mediante un modelo que hace que una parte de la masa del agua permanezca fija frente a movimiento del tanque a lo que se le denomina un modelo de masa impulsiva. Por otro lado, la masa restante es representado por un modelo de una serie de masas móviles unidas a las paredes del tanque, el cual es sostenido a través de resortes que describan mejor el comportamiento



dinámico de la masa del líquido a lo que se le denomina masa convectiva como se muestra en la Figura 9 (Martínez & Sánchez, 2004).

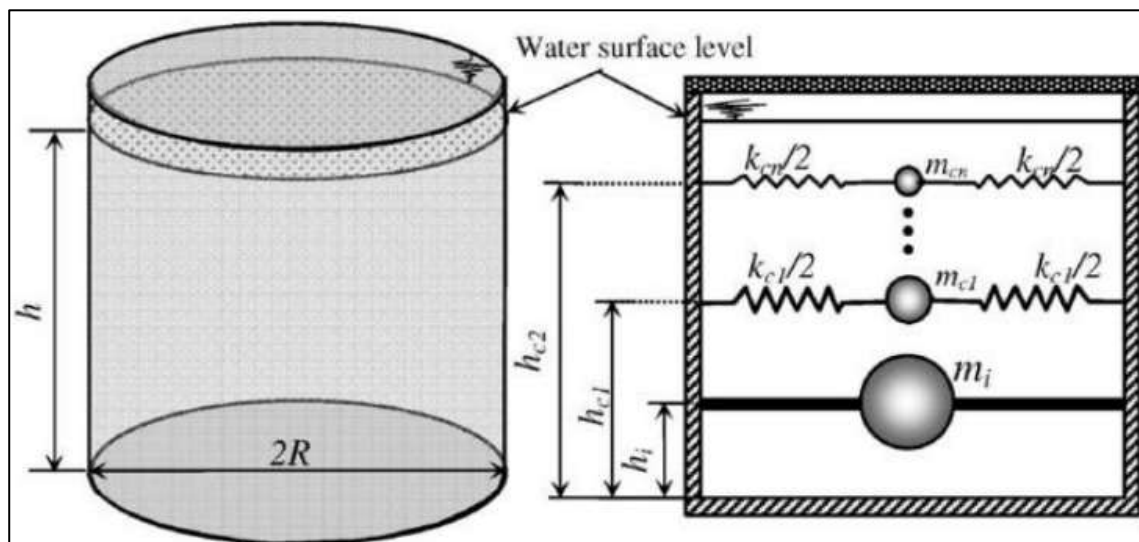


Figura 9. Modelo mecánico de masas y resortes (Livaoglu & Donangün, 2006).

### Parámetros para el análisis de acuerdo con el ACI 350.3-06

Los parámetros esenciales para el desarrollo de este método de análisis de G.W Housner, es la designación de masas impulsivas ( $m_i$ ), el cual está atado rígidamente sobre las paredes del tanque a una cierta altura ( $h_i$ ). Asimismo, se tiene una masa convectiva ( $m_c$ ) que también está atado a una altura ( $h_c$ ) de la pared del tanque a través de un resorte de rigidez ( $K_c$ ) (ver Figura 10), los mencionados parámetros están dadas por la norma ACI 350.3/350.3R-06 en la sección 9.20. Cabe resaltar, que estas alturas ( $h_i$ ,  $h_c$ ) nos permitirá determinar los momentos producidos por las presiones hidronómicas y las alturas  $h_i'$  y  $h_c'$  son variables, incluso podrían tender a ser mayores que las alturas de  $h_i$  y  $h_c$  a consecuencia de las presiones hidronómicas del fluido en la base del tanque (Castillo, 2019).

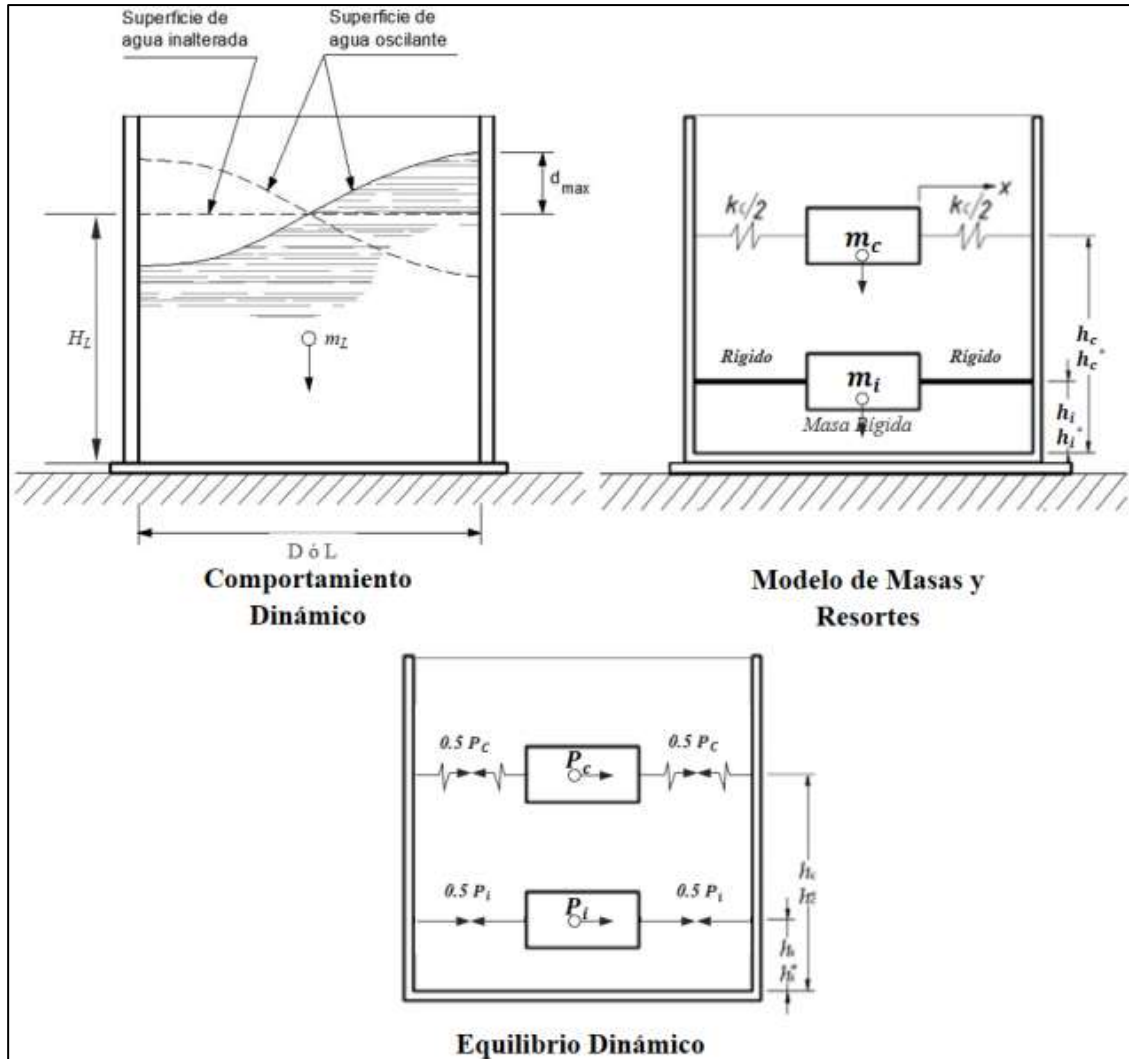


Figura 10. Método dinámica simplificada de masas y resortes (Castillo, 2019).

### Presiones dinámicas convectivas e impulsivas

El sismo es un factor imprescindible de considerar en los análisis, debido a su efecto de este en estructuras de toda índole ya que este induce movimientos dinámicos a las estructuras en el caso de reservorios este genera presiones hidrodinámicas en las paredes del tanque, tal como se muestra en la Figura 11. Donde se aprecia el comportamiento del fluido en la base y la pared del tanque ante fuerzas dinámicas el cual no sigue un patrón fácil de análisis, por tanto, las matemáticas

son complicadas para su análisis. En tal sentido, lo que se hace es simplificar este comportamiento irregular (chapoteo) a formas más sencillas de analizar.

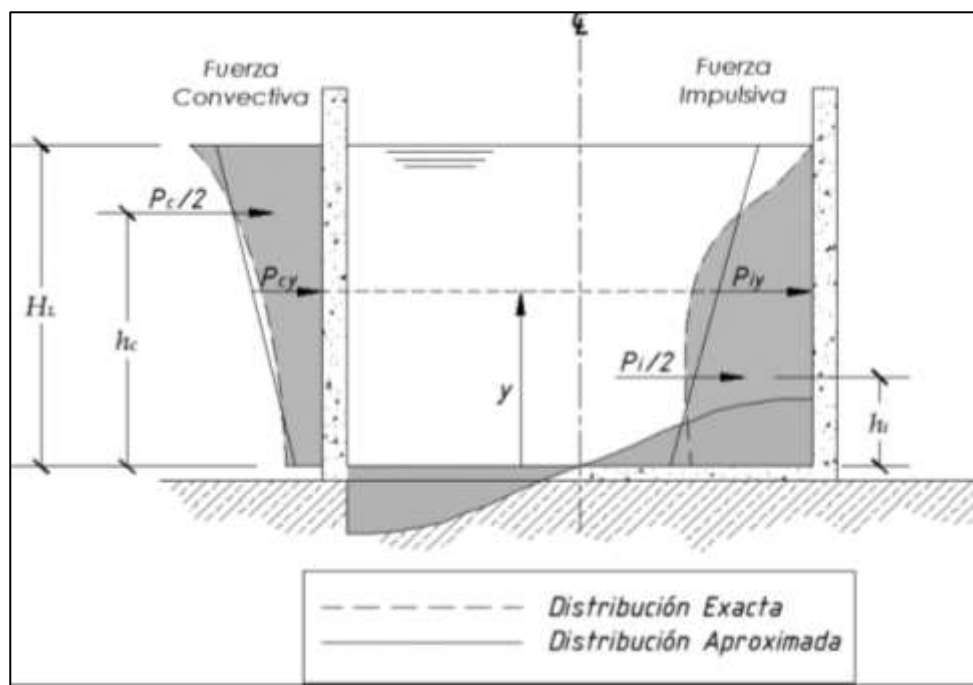


Figura 11. Comportamiento y presiones del agua ante fuerzas dinámicas (Palomino, 2014).

Así mismo, el comportamiento de las presiones en la base del tanque a consecuencia de las fuerzas dinámicas genera dos tipos de cargas, es ahí donde se aplica el modelo de G.W Housner para el análisis y poder hacer la consideración de que una parte del volumen del agua se mueve juntos a la estructura a lo que se denominó cargas o fuerzas impulsivas, mientras que el resto del volumen se mueve de forma independiente (libre) a lo que se le denominó cargas convectivas (ver Figura 12), donde se aprecia este comportamiento y la consideración tomada. De la misma forma, al tener una distribución complicada de modelar matemáticamente para fines prácticos se realiza simplificaciones del comportamiento real.

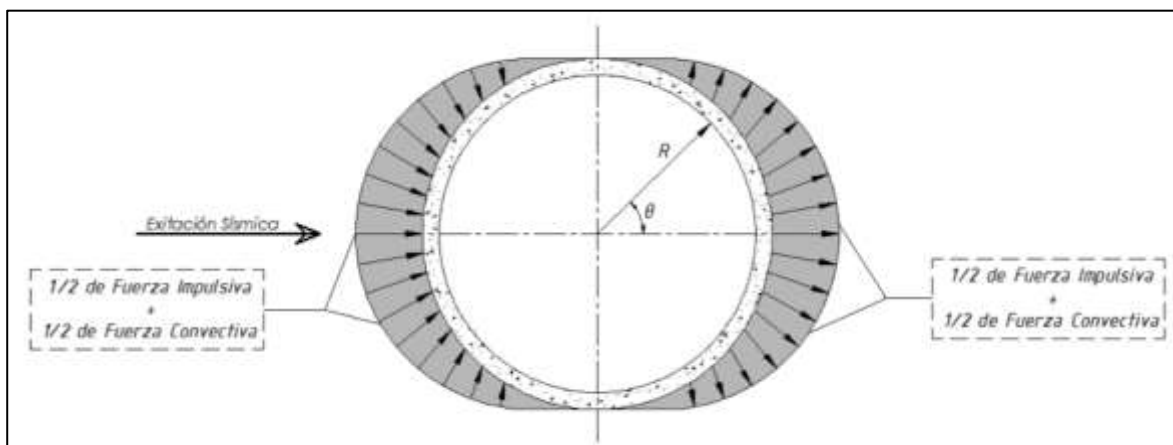


Figura 12. Distribución de cargas en la base debido al movimiento dinámico (Palomino, 2014).

### Simplificación equivalente de la presión hidrodinámica del fluido

Las fuerzas dinámicas inducidas por el sismo generan movimientos irregulares del flujo contenido en un tanque y con formas complejas de analizar matemáticamente como vimos anteriormente. Por tanto, para poder analizar y calcular de forma eficiente las cortantes y momentos generados se realiza la simplificación de su movimiento a formas más conocidas, tanto de las de las presiones impulsivas y convectivas, tal como se observa en la Figura 13.

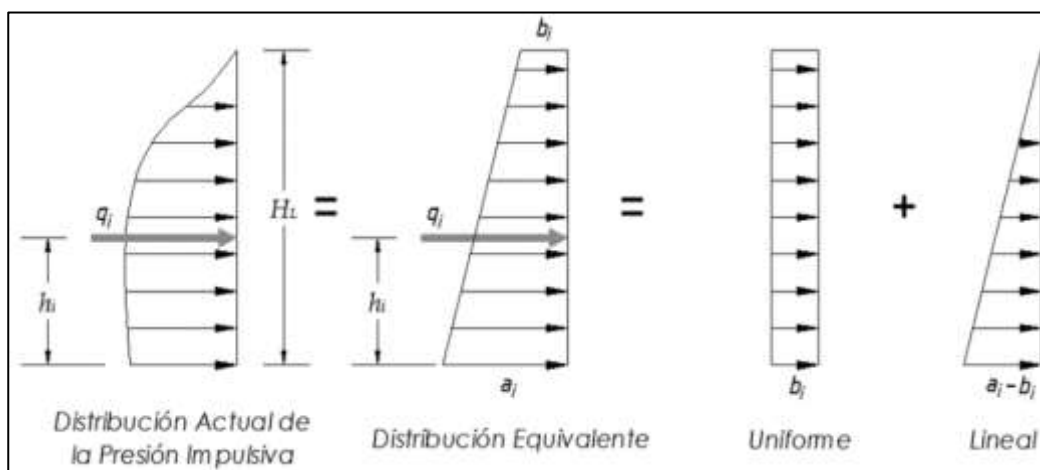


Figura 13. Simplificación equivalente de las presiones impulsivas (Palomino, 2014).

## Metodología de análisis y calculo-Diagrama

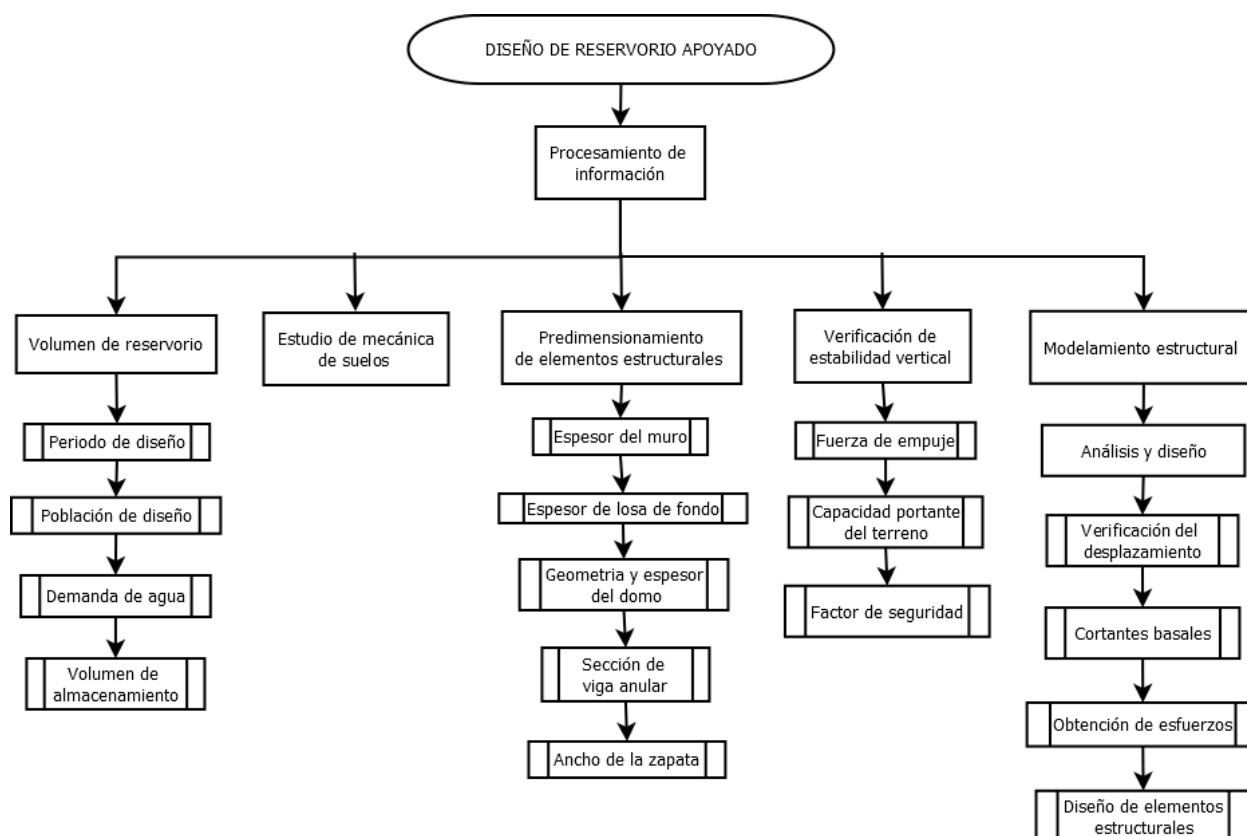


Figura 14. Mapa de procedimiento para el diseño del reservorio apoyado.

## Expediente Técnico del Proyecto

### Memoria Descriptiva

#### *Antecedentes*

La zona de Nueva Rinconada del distrito de San Juan de Miraflores al año 2020, no cuenta por completo con proyectos de sistemas de abastecimiento de agua potable, como reservorios y red de tuberías distribuidos de manera homogénea a lo largo y ancho del lugar. En consecuencia, las personas solo se abastecen por medio de camión cisterna a través de empresas que prestan este tipo de servicio. Sin embargo, la población más afectada son aquellas personas que viven en las

zonas periurbanas y que se sitúan en lugares de cotas altas, por lo que el abastecimiento con camiones cisterna se dificulta por las características y la limitada accesibilidad que cuenta la zona.

Por otro lado, la zona baja de San Juan de Miraflores si cuenta con los servicios de abastecimiento de agua potable por red pública como se muestra en la Figura 15, además en dicha zona se siguen haciendo ampliaciones y mejoramientos de los sistemas de agua potable y alcantarillado. Estos mejoramientos se realizan a través de entidades como SEDAPAL, que prestan servicios de ampliación, mejoramiento y abastecimiento del sistema de agua potable por medio de convenios con el gobierno central. Actualmente existen proyectos que se encuentra en la etapa de construcción en el distrito de San Juan de Miraflores, el cual también incluye los distritos de villa maría de triunfo y villa el salvador. Los proyectos que se van a ejecutar en estas zonas se localizan específicamente en la Av. Santa rosa etapa II, Av. El bosque, Av. las casuarinas, Av. Héroes de San Juan y C.V. Ciudad de Dios el cual se encuentra en la etapa de expediente técnico (SEDAPAL, 2020).

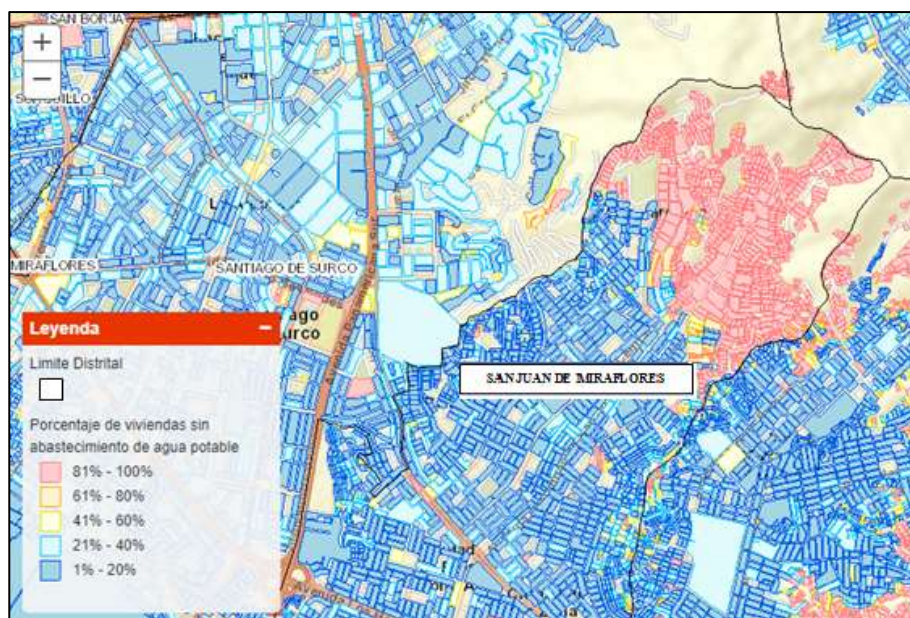


Figura 15. Mapa de abastecimiento de agua por red pública a nivel manzana (INEI, 2017).

Por otro lado, existen proyectos e investigaciones a nivel teórico, como es el caso del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la Nueva Rinconada de Pamplona Alta, aplicando EPANET y algoritmos genéticos para la localización de válvulas reductoras de presión. Esta investigación consiste en analizar las características del terreno donde la fuerte presión del agua podría ser un problema para las conexiones de la red primaria debido a la topografía (pendientes pronunciadas) de la zona, para lo cual es necesario la utilización de válvulas reductoras de presión, cuya ubicación se hace a través del uso de algoritmos Genéticos Multiobjetivo que incluye la aplicación del Epanet Programmer's Toolkit (Carhuapoma & Chahuayo, 2019). El programa Epanet realiza simulaciones hidráulicas estáticas y calcula una serie de características como el caudal y la velocidad del agua que circula a través de red de tuberías (Rossman, 2000).

### ***Ubicación***

San Juan de Miraflores es un distrito que forma parte de los 43 distritos de la provincia de Lima, la cual está ubicado en la zona sur de lima metropolitana, con una extensión territorial de 23.98 Km<sup>2</sup> a una altitud de 141 m.s.n.m. Así mismo, colinda por el noreste con el distrito de la Molina y Villa María del Triunfo, por el noroeste con el distrito de Surco, por el sureste con Villa el Salvador, por el suroeste con el distrito de Chorrillos y por el este con el distrito de Villa María del Triunfo. Además, el distrito de San Juan de Miraflores está compuesto por 6 zonas (ver Figura 16 y Tabla 2) y se habla de una séptima zona denominada Urbanización Monterrico Sur que se encuentra en la zona 2.



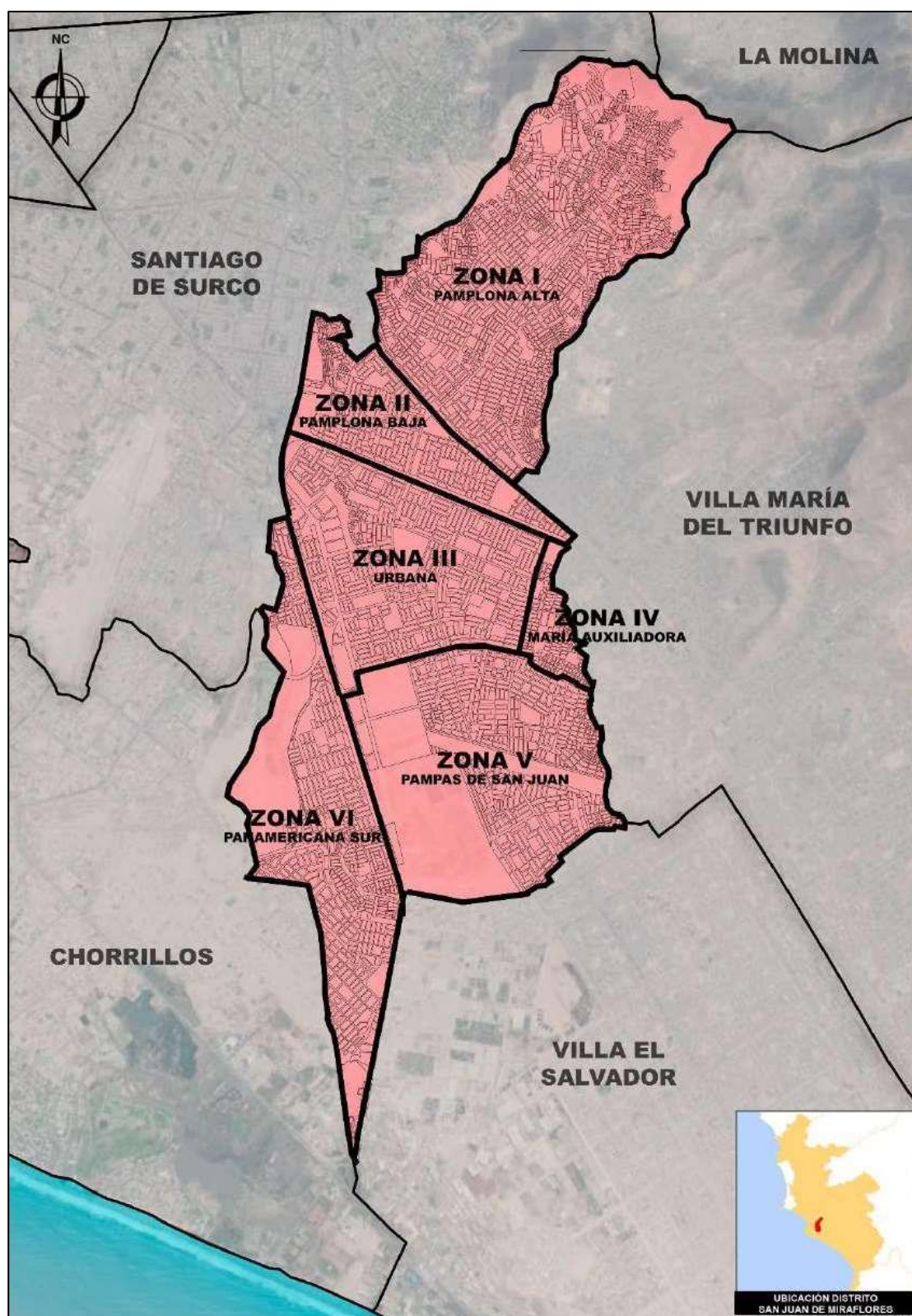


Figura 16. Mapa del distrito SJM y sus límites (Municipalidad distrital de San Juan de Miraflores, 2020)



*Tabla 2. Zonas del distrito de San Juan de Miraflores (Municipalidad de San Juan de Miraflores, 2011).*

| <b>N° ZONA</b> | <b>NOMBRE DE LA ZONA</b>                   |
|----------------|--|
| 1              | Pamplona Alta                              |
| 2              | Pamplona Baja, Ciudad de Dios, San Juanito |
| 3              | Zona Urbana Cercado                        |
| 4              | María Auxiliadora                          |
| 5              | Pampas de San Juan                         |
| 6              | Panamericana Sur                           |

**Nota.** Se comenta de una 7° zona llamado Urbanización Monterrico Sur.

La propuesta del proyecto estará ubicada en la zona 1 denominado Pamplona Alta en el sector de Nueva rinconada con las siguientes coordenadas: Latitud 12°7'11.13"S y Longitud 76°57'30.67"O en coordinas geográficas y 286870.132 Este y 8659431.421 Norte en coordenadas estándar de UTM (ver Figura 17), este último fue obtenido con aplicativo Mobile Topographer in situ. Las coordinas del punto R1, corresponden al reservorio existe RP4 y el Punto D1 al proyecto planteado en este documento, la cual se sitúa en una cota elevada entre los límites de Surco y La Molina (ver Figura 18).

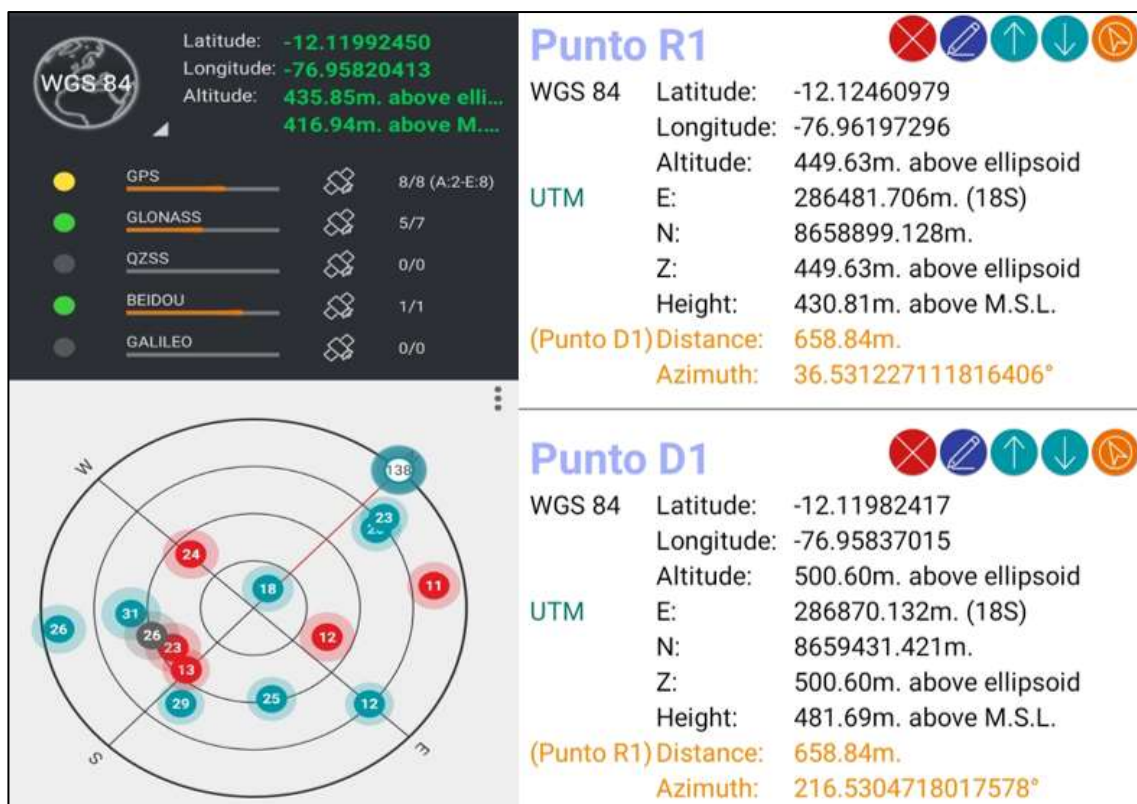


Figura 17. Localización del proyecto con GPS mobile Topographer.



Figura 18. Ubicación del proyecto de reservorio con Google Earth.

## Cálculo Hidráulico

### *Periodo de Diseño*

La norma técnica del Ministerio Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) establece los periodos de diseño máximos para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y alcantarillado sanitario como se muestra en la Tabla 3 y Tabla 4. Donde recomienda la vida útil para cada tipo de sistema de abastecimiento de agua potable a diseñar, para ello se deben de considerar los siguientes factores como la tendencia de crecimiento poblacional del lugar del estudio (el cual sirve para la determinar la población futura), factibilidad de construcción y el costo de la ejecución proyecto. El periodo de diseño garantiza que el sistema sea eficiente al 100% durante ese periodo o tiempo, es decir durante ese tiempo (vida útil) la estructura funcionara de manera adecuada sin presentar ningún déficit siempre y cuando se haga el manteniendo adecuado de la estructura.

*Tabla 3. Periodos de diseño máximos para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y alcantarillado sanitario (MVCS, 2019).*

| <b>Sistemas / componentes</b>                     | <b>Periodo (Años)</b> |
|---|-----------------------|
| Fuente de Abastecimiento                          | 20                    |
| Obras de Captación                                | 20                    |
| Pozos   | 20                    |
| Planta de Tratamiento de Agua para Consumo Humano | 20                    |
| Reservorios                                       | 20                    |
| Tuberías de Conducción, Impulsión y Distribución  | 20                    |
| Estación de Bombeo de Agua                        | 20                    |
| Equipo de Bombeo                                  | 10                    |
| Estación de Bombeo de Aguas Residuales            | 20                    |
| Colectores, Emisores e Interceptores              | 20                    |
| Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales        | 20                    |

Tabla 4. Periodos óptimos de diseño (MVCS, 2016).

| Sistemas / componentes                               | Periodo (Años)     |
|--|--------------------|
| Redes del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado   | 20 años            |
| Reservorios, Plantas de Tratamiento                  | Entre 10 y 20 años |
| Sistemas a Gravedad                                  | 20 años            |
| Sistemas de Bombeo                                   | 10 años            |
| UBS (Unidad Básica de Saneamiento) de material noble | 10 años            |
| UBS (Unidad Básica de Saneamiento) de otro material  | 5 años             |

El periodo de diseño es de 20 años para este proyecto, con el fin de garantizar el buen funcionamiento del reservorio facilitando el abastecimiento con agua potable para los habitantes de Pamplona Alta del distrito de San Juan de Miraflores.

$$\text{Periodo de diseño} = 20 \text{ años}$$

### ***Población de Diseño***

Para determinar la población de diseño se usó los diferentes métodos como: El método aritmético, método de interés simple, método geométrico, método de Wappaus y método exponencial. Dichos métodos nos ayudan a determinar la proyección poblacional (población futura) tomando como muestra la población base obtenido de los censos pasados, realizado por el INEI u otra entidad encargada.

- Método aritmético

$$P_f = P_o + (t_f - t_o) ; \quad r = \frac{P_f - P_o}{t_f - t_o}$$

- Método de interés simple

$$P_f = P_o [1 + r(t_f - t_o)] ; \quad r = \frac{P_f - P_o}{P_o(t_f - t_o)}$$

- Método geométrico

$$P_f = P_o(1 + r)^{(t_f - t_o)} ; \quad r = \sqrt[t_f - t_o]{\frac{P_f}{P_o}} - 1$$

- Método de Wappaus

$$P_f = \frac{P_o[2 + r(t_f - t_o)]}{[2 - r(t_f - t_o)]} ; \quad r = \frac{2(P_f - P_o)}{(t_f - t_o)(P_f + P_o)}$$

- Método logarítmico o exponencial

$$P_f = P_o e^{r(t_f - t_o)} ; \quad r = \frac{\ln(P_f) - \ln(P_o)}{t_f - t_o} ; \quad e = 2.71828$$

Según los datos censales del instituto nacional de estadística e informática (INEI), la población censada del distrito de San Juan de Miraflores se muestra en Tabla 5 desde el año 2007 al 2018. En la cual, se aprecia que la cantidad de habitantes se ha ido incrementando a medida que los años pasan, excepto en el año 2008 y 2017 donde la población disminuye. Dichos datos poblacionales nos permiten estimar la población futura por medio de los métodos antes mencionados, los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 6.

Tabla 5. Población censada del distrito de San Juan de Miraflores (INEI, 2007-2018).

| Años | Habitantes |
|------|------------|
| 2007 | 362,643    |
| 2008 | 350,389    |
| 2009 | 383,256    |
| 2010 | 388,898    |
| 2011 | 389,815    |
| 2012 | 393,493    |
| 2013 | 397,113    |
| 2014 | 400,630    |
| 2015 | 404,001    |
| 2016 | 409,886    |
| 2017 | 355,219    |
| 2018 | 422,887    |

Tabla 6. Proyección de la Población del distrito de San Juan de Miraflores.

| Año                   | Censo<br>(Años) | Población (Habitantes) |                |                             |                 |                      |                |                     |                |                       |                |
|-----------------------|-----------------|------------------------|----------------|-----------------------------|-----------------|----------------------|----------------|---------------------|----------------|-----------------------|----------------|
|                       |                 | Método<br>Aritmético   | r <sub>a</sub> | Método de<br>Interés Simple | r <sub>is</sub> | Método<br>Geométrico | r <sub>g</sub> | Método<br>de Wappus | r <sub>w</sub> | Método<br>Exponencial | r <sub>e</sub> |
| 0                     | 2007            | 362,643                | -1225400.00%   | 362,643                     | -3.38%          | 362,643              | -3.38%         | 362,643             | -3.44%         | 362,643               | -3.44%         |
|                       | 2008            | 350,389                | 3286700.00%    | 350,389                     | 9.38%           | 350,389              | 9.38%          | 350,389             | 8.96%          | 350,389               | 8.97%          |
|                       | 2009            | 383,256                | 564200.00%     | 383,256                     | 1.47%           | 383,256              | 1.47%          | 383,256             | 1.46%          | 383,256               | 1.46%          |
|                       | 2010            | 388,898                | 91700.00%      | 388,898                     | 0.24%           | 388,898              | 0.24%          | 388,898             | 0.24%          | 388,898               | 0.24%          |
|                       | 2011            | 389,815                | 367800.00%     | 389,815                     | 0.94%           | 389,815              | 0.94%          | 389,815             | 0.94%          | 389,815               | 0.94%          |
|                       | 2012            | 393,493                | 362000.00%     | 393,493                     | 0.92%           | 393,493              | 0.92%          | 393,493             | 0.92%          | 393,493               | 0.92%          |
|                       | 2013            | 397,113                | 351700.00%     | 397,113                     | 0.89%           | 397,113              | 0.89%          | 397,113             | 0.88%          | 397,113               | 0.88%          |
|                       | 2014            | 400,630                | 337100.00%     | 400,630                     | 0.84%           | 400,630              | 0.84%          | 400,630             | 0.84%          | 400,630               | 0.84%          |
|                       | 2015            | 404,001                | 588500.00%     | 404,001                     | 1.46%           | 404,001              | 1.46%          | 404,001             | 1.45%          | 404,001               | 1.45%          |
|                       | 2016            | 409,886                | -5466700.00%   | 409,886                     | -13.34%         | 409,886              | -13.34%        | 409,886             | -14.29%        | 409,886               | -14.31%        |
| 1                     | 2017            | 355,219                | 6766800.00%    | 355,219                     | 19.05%          | 355,219              | 19.05%         | 355,219             | 17.39%         | 355,219               | 17.44%         |
|                       | 2018            | 422,887                |                | 422,887                     |                 | 422,887              |                | 422,887             |                | 422,887               |                |
|                       | 2020            | 433,840                |                | 437,087                     |                 | 437,207              |                | 434,851             |                | 434,870               |                |
|                       | 2               | 2021                   | 439,317        |                             | 444,426         |                      | 444,547        |                     | 440,959        |                       | 440,989        |
|                       | 3               | 2022                   | 444,794        |                             | 451,888         |                      | 452,011        |                     | 447,153        |                       | 447,193        |
|                       | 4               | 2023                   | 450,271        |                             | 459,475         |                      | 459,600        |                     | 453,434        |                       | 453,485        |
|                       | 5               | 2024                   | 455,747        |                             | 467,189         |                      | 467,317        |                     | 459,803        |                       | 459,865        |
|                       | 6               | 2025                   | 461,224        |                             | 475,033         |                      | 475,163        |                     | 466,261        |                       | 466,335        |
|                       | 7               | 2026                   | 466,701        |                             | 483,009         |                      | 483,141        |                     | 472,811        |                       | 472,897        |
|                       | 8               | 2027                   | 472,178        |                             | 491,119         |                      | 491,253        |                     | 479,452        |                       | 479,550        |
|                       | 9               | 2028                   | 477,654        |                             | 499,364         |                      | 499,501        |                     | 486,187        |                       | 486,297        |
|                       | 10              | 2029                   | 483,131        |                             | 507,749         |                      | 507,887        |                     | 493,016        |                       | 493,139        |
|                       | 11              | 2030                   | 488,608        |                             | 516,274         |                      | 516,414        |                     | 499,941        |                       | 500,077        |
|                       | 12              | 2031                   | 494,084        |                             | 524,942         |                      | 525,085        |                     | 506,963        |                       | 507,113        |
|                       | 13              | 2032                   | 499,561        |                             | 533,755         |                      | 533,901        |                     | 514,084        |                       | 514,248        |
|                       | 14              | 2033                   | 505,038        |                             | 542,717         |                      | 542,865        |                     | 521,305        |                       | 521,483        |
|                       | 15              | 2034                   | 510,515        |                             | 551,829         |                      | 551,980        |                     | 528,628        |                       | 528,820        |
|                       | 16              | 2035                   | 515,991        |                             | 561,094         |                      | 561,247        |                     | 536,053        |                       | 536,260        |
|                       | 17              | 2036                   | 521,468        |                             | 570,515         |                      | 570,670        |                     | 543,582        |                       | 543,805        |
|                       | 18              | 2037                   | 526,945        |                             | 580,094         |                      | 580,252        |                     | 551,218        |                       | 551,456        |
|                       | 19              | 2038                   | 532,422        |                             | 589,833         |                      | 589,994        |                     | 558,960        |                       | 559,215        |
|                       | 20              | 2039                   | 537,898        |                             | 599,737         |                      | 599,900        |                     | 566,812        |                       | 567,083        |
| F <sub>promedio</sub> |                 |                        | 547672.727%    |                             | 1.679%          |                      | 1.679%         |                     | 1.395%         |                       | 1.397%         |

Tomando en consideración el crecimiento de la población del distrito de San Juan de Miraflores por el método geométrico, se determina la población de diseño para la zona en estudio teniendo en cuenta que el crecimiento poblacional de la zona tendrá el mismo comportamiento que el distrito (ver Tabla 7). En este caso se realiza la proyección poblacional para la zona en mención (Pamplona Alta), llegando a la conclusión que para el año 2039 la población proyectada será de 4872 habitantes (ver Tabla 8).

*Tabla 7. Población adoptado del censo distrital para la zona de estudio (INEI, 2017).*

| <b>Año</b> | <b>Habitantes</b> |
|------------|-------------------|
| 2007       | 2,945             |
| 2008       | 2,846             |
| 2009       | 3,113             |
| 2010       | 3,159             |
| 2011       | 3,166             |
| 2012       | 3,196             |
| 2013       | 3,225             |
| 2014       | 3,254             |
| 2015       | 3,281             |
| 2016       | 3,329             |
| 2017       | 2,885             |
| 2018       | 3,435             |

Tabla 8. Proyección de la población de la zona de estudio.

| Año                   | Censo<br>(Años) | Población (Habitantes) |                |                             |                 |                      |                |                     |                |                       |                |
|-----------------------|-----------------|------------------------|----------------|-----------------------------|-----------------|----------------------|----------------|---------------------|----------------|-----------------------|----------------|
|                       |                 | Método<br>Aritmético   | r <sub>a</sub> | Método de<br>Interés Simple | r <sub>is</sub> | Método<br>Geométrico | r <sub>g</sub> | Método<br>de Wappus | r <sub>w</sub> | Método<br>Exponencial | r <sub>e</sub> |
| 0                     | 2007            | 2,945                  | -9952.42%      | 2,945                       | -3.38%          | 2,945                | -3.38%         | 2,945               | -3.44%         | 2,945                 | -3.44%         |
|                       | 2008            | 2,846                  | 26693.82%      | 2,846                       | 9.38%           | 2,846                | 9.38%          | 2,846               | 8.96%          | 2,846                 | 8.97%          |
|                       | 2009            | 3,113                  | 4582.30%       | 3,113                       | 1.47%           | 3,113                | 1.47%          | 3,113               | 1.46%          | 3,113                 | 1.46%          |
|                       | 2010            | 3,159                  | 744.77%        | 3,159                       | 0.24%           | 3,159                | 0.24%          | 3,159               | 0.24%          | 3,159                 | 0.24%          |
|                       | 2011            | 3,166                  | 2987.19%       | 3,166                       | 0.94%           | 3,166                | 0.94%          | 3,166               | 0.94%          | 3,166                 | 0.94%          |
|                       | 2012            | 3,196                  | 2940.08%       | 3,196                       | 0.92%           | 3,196                | 0.92%          | 3,196               | 0.92%          | 3,196                 | 0.92%          |
|                       | 2013            | 3,225                  | 2856.43%       | 3,225                       | 0.89%           | 3,225                | 0.89%          | 3,225               | 0.88%          | 3,225                 | 0.88%          |
|                       | 2014            | 3,254                  | 2737.85%       | 3,254                       | 0.84%           | 3,254                | 0.84%          | 3,254               | 0.84%          | 3,254                 | 0.84%          |
|                       | 2015            | 3,281                  | 4779.66%       | 3,281                       | 1.46%           | 3,281                | 1.46%          | 3,281               | 1.45%          | 3,281                 | 1.45%          |
|                       | 2016            | 3,329                  | -44399.28%     | 3,329                       | -13.34%         | 3,329                | -13.34%        | 3,329               | -14.29%        | 3,329                 | -14.31%        |
| 1                     | 2017            | 2,885                  | 54958.40%      | 2,885                       | 19.05%          | 2,885                | 19.05%         | 2,885               | 17.39%         | 2,885                 | 17.44%         |
|                       | 2018            | 3,435                  |                | 3,435                       |                 | 3,435                |                | 3,435               |                | 3,435                 |                |
|                       | 2020            | 3,524                  |                | 3,550                       |                 | 3,551                |                | 3,532               |                | 3,532                 |                |
|                       | 2021            | 3,568                  |                | 3,610                       |                 | 3,611                |                | 3,581               |                | 3,582                 |                |
|                       | 2022            | 3,613                  |                | 3,670                       |                 | 3,671                |                | 3,632               |                | 3,632                 |                |
|                       | 2023            | 3,657                  |                | 3,732                       |                 | 3,733                |                | 3,683               |                | 3,683                 |                |
|                       | 2024            | 3,701                  |                | 3,794                       |                 | 3,795                |                | 3,734               |                | 3,735                 |                |
|                       | 2025            | 3,746                  |                | 3,858                       |                 | 3,859                |                | 3,787               |                | 3,787                 |                |
|                       | 2026            | 3,790                  |                | 3,923                       |                 | 3,924                |                | 3,840               |                | 3,841                 |                |
|                       | 2027            | 3,835                  |                | 3,989                       |                 | 3,990                |                | 3,894               |                | 3,895                 |                |
|                       | 2028            | 3,879                  |                | 4,056                       |                 | 4,057                |                | 3,949               |                | 3,950                 |                |
|                       | 2029            | 3,924                  |                | 4,124                       |                 | 4,125                |                | 4,004               |                | 4,005                 |                |
|                       | 2030            | 3,968                  |                | 4,193                       |                 | 4,194                |                | 4,060               |                | 4,062                 |                |
|                       | 2031            | 4,013                  |                | 4,263                       |                 | 4,265                |                | 4,117               |                | 4,119                 |                |
|                       | 2032            | 4,057                  |                | 4,335                       |                 | 4,336                |                | 4,175               |                | 4,177                 |                |
|                       | 2033            | 4,102                  |                | 4,408                       |                 | 4,409                |                | 4,234               |                | 4,235                 |                |
|                       | 2034            | 4,146                  |                | 4,482                       |                 | 4,483                |                | 4,293               |                | 4,295                 |                |
|                       | 2035            | 4,191                  |                | 4,557                       |                 | 4,558                |                | 4,354               |                | 4,355                 |                |
|                       | 2036            | 4,235                  |                | 4,634                       |                 | 4,635                |                | 4,415               |                | 4,417                 |                |
|                       | 2037            | 4,280                  |                | 4,711                       |                 | 4,713                |                | 4,477               |                | 4,479                 |                |
| 2038                  | 4,324           |                        | 4,790          |                             | 4,792           |                      | 4,540          |                     | 4,542          |                       |                |
| 2039                  | 4,369           |                        | 4,871          |                             | 4,872           |                      | 4,604          |                     | 4,606          |                       |                |
| r <sub>promedio</sub> |                 | 4448.072%              |                | 1.679%                      |                 | 1.679%               |                | 1.395%              |                | 1.397%                |                |

*Poblacion futura al año 2039 = 4 872 Habitantes*

### ***Dotación de Diseño***

La dotación se define como la cantidad de agua requerida por cada habitante de la población de un determinado lugar, expresados en litros/habitante/día. La estimación del consumo promedio diario anual, consumo máximo diaria y el consumo máximo horario es calculado en base a la dotación conocida, previamente definida. La zona en estudio no cuenta con estudios de consumo de agua, por lo que, se considera los valores exigidos por la norma RNE-OS.100 para la



determinación de la variación de consumo agua, los cuales se aprecian en la Tabla 9, Tabla 10 y Tabla 11.

*Tabla 9. Dotación si no existen estudios de consumo.*

| <b>Clima</b>            | <b>Dotación</b>   |
|-------------------------|-------------------|
| Clima frío              | 180 Lts./Hab./Día |
| Clima templado y cálido | 220 Lts./Hab./Día |

*Tabla 10. Vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m<sup>2</sup>.*

| <b>Clima</b>            | <b>Dotación</b>   |
|-------------------------|-------------------|
| Clima frío              | 120 Lts./Hab./Día |
| Clima templado y cálido | 150 Lts./Hab./Día |

*Tabla 11. Sistemas de abastecimiento indirecto por surtidores para camión o piletas públicas.*

| <b>Clima</b>            | <b>Dotación</b>  |
|-------------------------|------------------|
| Clima frío              | 30 Lts./Hab./Día |
| Clima templado y cálido | 50 Lts./Hab./Día |

La dotación adoptada para la zona de estudio se definió tomando los siguientes criterios: No existen estudios del consumo, la condición climática del lugar es templado y cálido, además se toma la dotación más crítica.

$$\text{Dotación adoptada} = 220 \text{ Lts./Hab./Día}$$

### ***Variaciones de Consumo o demanda de Agua***

El Reglamento Nacional de edificaciones (RNE) recomienda los coeficientes de variación de consumo en caso de que no se realice el análisis estadístico del consumo promedio diaria anual. Es decir, sino existe datos, el coeficiente a tomar para demanda diaria (K1) es de 1.30 y para la horaria (K2) varia entre 1.80 a 2.50 (ver Tabla 12).

*Tabla 12. Coeficientes de las variaciones de consumo.*

| Coeficiente     |       |      |
|-----------------|-------|------|
| Demanda diaria  | $K_1$ | 1.30 |
| Demanda horaria | $K_2$ | 1.80 |

### **Consumo Promedio Diario Anual**

$$Q_P = \frac{(Dotación) \times (población)}{86400}$$

$$Q_P = 12.41 \text{ Lts/seg}$$

### **Consumo Máximo Diario**

$$Q_{md} = (K_1) \times (Q_P)$$

$$Q_{md} = 16.13 \text{ Lts/seg}$$

### **Consumo Máximo Horario**

$$Q_{mh} = (K_2) \times (Q_P)$$

$$Q_{mh} = 22.33 \text{ Lts/seg}$$

### ***Volumen del Reservorio***

El volumen del reservorio incluye tres tipos de volúmenes; volumen de regulación, volumen contra incendio y volumen de reserva. Las cuales deben satisfacer el consumo promedio diario de la población, donde los factores a considerar para su estimación del volumen total son las condiciones climáticas que influyen en la dotación, las variaciones de la demanda de agua y los volúmenes adicionales (contra incendios y reserva), estos dos últimos se toman de acuerdo con las recomendaciones de la normatividad especificado para viviendas del RNE en el apartado de obras de saneamiento.

### **Volumen de Regulación**

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE (2006), el cálculo del volumen de regulación ( $V_{reg}$ ) se determina mediante el diagrama de masa concerniente a los cambios de horarios de la demanda, si en caso no haya registros del volumen de regulación se toma el valor mínimo del 25% del promedio anual de la demanda como suficiencia de regulación, para ello, los suministros deben ser calculado para 24 horas de funcionamiento y si en caso esto no cumple se debe de calcular de los suministros que estarán en función horaria.

$$V_{reg} = 0.25x(Q_p)x(H_{serv.})$$

$Q_p$  : Consumo Promedio Diario Anual

$H_{serv.}$ : Horas de servicio (24hrs =86400seg.)

$$V_{reg} = 267\,960.00 \text{ Lts}$$

$$V_{reg} = 268 \text{ m}^3$$

### **Volumen Contra Incendio**

De acuerdo al RNE (2006), el volumen contra incendio ( $V_{ci}$ ) recomendado (no obligatorio para poblaciones menores a 10 000 habitantes) para viviendas se considera  $50 \text{ m}^3$ . Es importante tener en cuenta las consideraciones para el volumen contra incendio, en caso de que exista una población futura mayor a los 10000 habitantes, edificaciones industriales y comerciales en la zona de estudio. Para estos casos se tendrá que calcular el volumen contra incendio de acuerdo con lo indicado según la norma OS.030-Anexo 1 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

$$V_{ci} = 50 \text{ m}^3$$

### Volumen de Reserva

Según el RNE (2006), “deberá justificarse un volumen adicional de reserva” y esta consta de dos sistemas (continuo y discontinuo), las cuales están descritas por SEDAPAL. Un sistema continuo depende de las horas de mantenimiento de la red de tuberías y este tiempo de reparación tendrá que multiplicarse al caudal máximo diario ( $Q_{md}$ ). Por otro lado, en un sistema discontinuo solo bastara las horas de no operación del sistema para ejecutar el mantenimiento, pero cuando las horas de no operación, no son lo suficiente para el mantenimiento se tendrá que considerar un tiempo adicional y este debe multiplicar al caudal máximo diario ( $Q_{md}$ ), el cual esta definido por la siguiente expresión.

$$V_{res} = T \times Q_{md} \quad ; \quad T: \text{Tiempo de reparacion de eventos interrumpidos.}$$

Por tanto, para el presente proyecto el sistema es considerado discontinuo, por lo que, SEDAPAL recomienda un porcentaje de 7% del  $Q_{md}$  para la obtención del volumen de reserva.

$$V_{res} = 0.07 \times Q_{md}$$

$$V_{res} = 97537.44 \text{ Lts}$$

$$V_{res} = 98 \text{ m}^3$$

Tabla 13. Cálculo del volumen de reservorio.

| N° | Años | Población | Caudales de consumo         |                              |                              | Volumenes                        |                                  |                                   | Volumen                    |
|----|------|-----------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
|    |      |           | Q <sub>p</sub><br>(Lts/seg) | Q <sub>md</sub><br>(Lts/seg) | Q <sub>mh</sub><br>(Lts/seg) | Vol. Regul.<br>(m <sup>3</sup> ) | Vol.C. Inc.<br>(m <sup>3</sup> ) | Vol. Reserva<br>(m <sup>3</sup> ) | Total<br>(m <sup>3</sup> ) |
| 1  | 2020 | 3,551     | 9.04                        | 11.75                        | 16.27                        | 195.30                           | 50.00                            | 71.09                             | 316.39                     |
| 2  | 2021 | 3,611     | 9.19                        | 11.95                        | 16.55                        | 198.58                           | 50.00                            | 72.28                             | 320.86                     |
| 3  | 2022 | 3,671     | 9.35                        | 12.15                        | 16.83                        | 201.91                           | 50.00                            | 73.50                             | 325.41                     |
| 4  | 2023 | 3,733     | 9.50                        | 12.36                        | 17.11                        | 205.30                           | 50.00                            | 74.73                             | 330.03                     |
| 5  | 2024 | 3,795     | 9.66                        | 12.56                        | 17.40                        | 208.75                           | 50.00                            | 75.98                             | 334.73                     |
| 6  | 2025 | 3,859     | 9.83                        | 12.77                        | 17.69                        | 212.25                           | 50.00                            | 77.26                             | 339.51                     |
| 7  | 2026 | 3,924     | 9.99                        | 12.99                        | 17.98                        | 215.82                           | 50.00                            | 78.56                             | 344.37                     |
| 8  | 2027 | 3,990     | 10.16                       | 13.21                        | 18.29                        | 219.44                           | 50.00                            | 79.88                             | 349.32                     |
| 9  | 2028 | 4,057     | 10.33                       | 13.43                        | 18.59                        | 223.13                           | 50.00                            | 81.22                             | 354.34                     |
| 10 | 2029 | 4,125     | 10.50                       | 13.65                        | 18.91                        | 226.87                           | 50.00                            | 82.58                             | 359.45                     |
| 11 | 2030 | 4,194     | 10.68                       | 13.88                        | 19.22                        | 230.68                           | 50.00                            | 83.97                             | 364.65                     |
| 12 | 2031 | 4,265     | 10.86                       | 14.12                        | 19.55                        | 234.55                           | 50.00                            | 85.38                             | 369.93                     |
| 13 | 2032 | 4,336     | 11.04                       | 14.35                        | 19.87                        | 238.49                           | 50.00                            | 86.81                             | 375.30                     |
| 14 | 2033 | 4,409     | 11.23                       | 14.59                        | 20.21                        | 242.50                           | 50.00                            | 88.27                             | 380.76                     |
| 15 | 2034 | 4,483     | 11.42                       | 14.84                        | 20.55                        | 246.57                           | 50.00                            | 89.75                             | 386.32                     |
| 16 | 2035 | 4,558     | 11.61                       | 15.09                        | 20.89                        | 250.71                           | 50.00                            | 91.26                             | 391.96                     |
| 17 | 2036 | 4,635     | 11.80                       | 15.34                        | 21.24                        | 254.92                           | 50.00                            | 92.79                             | 397.71                     |
| 18 | 2037 | 4,713     | 12.00                       | 15.60                        | 21.60                        | 259.20                           | 50.00                            | 94.35                             | 403.54                     |
| 19 | 2038 | 4,792     | 12.20                       | 15.86                        | 21.96                        | 263.55                           | 50.00                            | 95.93                             | 409.48                     |
| 20 | 2039 | 4,872     | 12.41                       | 16.13                        | 22.33                        | 267.97                           | 50.00                            | 97.54                             | <b>416.00</b>              |

Finalmente, el reservorio tendrá un volumen total de  $416 \text{ m}^3$  como se muestra en la Tabla 13. Sin embargo, se tomará un volumen de almacenamiento de  $418 \text{ m}^3$  con fines de dimensionamiento de la estructura.

$$V_{alm.} = V_{reg} + V_{ci} + V_{res}$$

$$V_{alm.} = 416 \text{ m}^3 \approx 418 \text{ m}^3$$

## Estudio de Suelos

El estudio de mecánica de suelos para el presente trabajo fue tomado del proyecto “construcción del colegio de Fe y Alegría N°65 en Pamplona Alta – San Juan de Miraflores”, puesto que se encuentra cercano a la ubicación de este proyecto de reservorio. Los parámetros del suelo fueron realizados de acuerdo con las especificaciones técnicas de la norma E.050 del Reglamento Nacional Edificaciones como lo menciona en la investigación del proyecto.

*Tabla 14. Parámetros de suelo (Shiroma, 2008).*

| <b>Descripción</b> | <b>Valor</b> |           |
|--------------------|--------------|-----------|
| Esfuerzo admisible | 20.00        | $kg/cm^2$ |
| Ángulo de fricción | 33.00°       |           |
| Cohesión           | 0.00         | $kg/cm^2$ |

El ensayo de laboratorio fue realizado por la entidad JJ. TELLO INGENIEROS, CONSULTORA Y CONSTRUCTORA E.I.R.L. para el proyecto del colegio de fe y alegría N°65 (ver Figura 19, Figura 20 y Figura 21). El resumen de las muestras de cada calicata realizada y la clasificación SUCS del estudio geotécnico se muestran en la Tabla 15.

*Tabla 15. Parámetros del estudio de mecánica de suelos (Shiroma, 2008).*

| <b>POZO</b>                       | <b>C-7</b> | <b>C-8</b> | <b>C-9</b> | <b>C-6</b> | <b>C-10</b> |
|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| Profundidad (m)                   | 0.50-1.20  | 1.10-3.00  | 0.00-1.00  | 1.00-3.00  | 0.00-2.00   |
| Muestra                           | M-2        | M-2        | M-1        | M-2        | M-1         |
| % Pasa Malla N° 4                 | 49.5       | 27.93      | 37.84      | 37.29      | 36          |
| % Pasa Malla N° 200               | 15.14      | 9.55       | 10.34      | 9.32       | 9.11        |
| Coef. Uniformidad(Cu)             |            | 163.65     |            | 124.57     | 117.63      |
| Contenido de Humedad (%)          | 1.52       | 2.46       | 2.09       | 2.65       | 2.42        |
| Clasificación de Suelos<br>“SUCS” | GM         | GP-GM      | GP-GM      | GP-GM      | GP-GM       |



## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

J.J. TELLO INGENIEROS, CONSULTORA Y CONSTRUCTORA EIRL

### II. ENSAYOS ESPECIALES

#### Ensayo de Corte Directo ASTM D3080

| Pozo | Profundidad  | Especimen  |
|------|--------------|------------|
| C-7  | 0.50 - 1.20m | Remoldeado |

(Material que pasa la malla N° 4)

#### Características del Especimen

| Especimen N°                                  | I     | II    | III   |
|---|-------|-------|-------|
| Densidad húmeda inicial (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.900 | 1.900 | 1.900 |
| Densidad seca inicial (gr/cm <sup>3</sup> )   | 1.851 | 1.851 | 1.851 |
| Cont. de humedad inicial (%)                  | 2.65  | 2.65  | 2.65  |
| Densidad húmeda final (gr/cm <sup>3</sup> )   | 2.242 | 2.197 | 2.283 |
| Densidad seca final (gr/cm <sup>3</sup> )     | 1.972 | 1.944 | 2.012 |
| Cont. de humedad final (%)                    | 13.70 | 13.00 | 13.50 |

#### Esfuerzos

| Especimen N°                                   | I      | II     | III    |
|--|--------|--------|--------|
| Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )          | 0.5    | 1.0    | 1.5    |
| Esfuerzo de Corte Máximo (Kg/cm <sup>2</sup> ) | 0.3315 | 0.6610 | 0.9921 |

#### Resultado

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| Angulo de fricción interna $\phi$ | 33°  |
| Cohesión (Kg/cm <sup>2</sup> )    | 0.00 |

#### Análisis Químico de Sales

| Pozo      | C-8       |
|-----------|-----------|
| Prof. (m) | 0.00-3.00 |

|               |       |        |
|---------------|-------|--------|
| Sales Totales | (ppm) | 695.00 |
| Sulfatos      | (ppm) | 175.00 |
| Cloruros      | (ppm) | 91.00  |

**NOTA:** Las muestras fueron remitidas por el solicitante.

Figura 19. Ensayo de corte directo ASTM D3080 (Shiroma, 2008).



## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

J.J. TELLO INGENIEROS, CONSULTORA Y CONSTRUCTORA EIRL

### Estudio Petrográfico Macroscópico

PROYECTO : Colegio Fe y Alegria N° 65  
 UBICACIÓN : Pampón Alta - Villa María del Triunfo - Lima  
 MUESTRA : M-2  
 CALICATA : C-3  
 PROF. : 0.30 - 0.50m.

#### 1.0 MINERALES OBSERVADO

##### PLAGIOCLASA ( $\text{Si}_2 \text{Al}_2 \text{O}_6 \text{Ca}$ ) ( $\text{Si}_2 \text{Al} \text{O}_6 \text{Na}$ )

Se observa cristales alargada de éste minerales, con un tamaño entre 2-4 mm., son transparentes y algo cremas blanquesinos. Son abundantes.

##### BIOTITA ( $\text{Si}_2 \text{O}_{10} \text{K} (\text{Mg}, \text{Fe})_2 \text{al}(\text{OH})_2$ )

(Silicato de magnesio, hierro y aluminio)

Aparece en forma de cristales laminares negros brillantes de aproximadamente 4 mm. Este ampliamente difusa en la superficie de la roca.

##### HORNEBLANDA

Se le observa en forma de cristales algo cuadrados de color negro con un brillo sedoso apagada. Este abundante en la roca, contribuye a darle el color gris que tiene;

##### Cuarzo ( $\text{Si} \text{O}_2$ )

(Tectosilicato). Aparece en forma de cristales amorfos, de color gris blaquesinos, están juntos a las plagioclasas.

#### 2.0 CARACTERISTICAS GEOLOGICAS - GEOTECNICAS DE LA MUESTRA

La muestra es un excelente roca para la cimentación, está fresca, es masiva, es resistente. Se le estima una CARGA ADMISIBLE DE 30 Kilos/cm<sup>2</sup>.

#### 3.0 CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Es una roca ignea intrusiva, presenta enolitos dioritos.

#### 4.0 NOMBRE DE LA MUESTRA

Granodiorita

Av. Alfredo Benavides N° 3082 Of. 301 - Miraflores Teléfono: 448-5586 Telefax: 273-2083 / Lima 18

Figura 20. Estudio petrográfico macroscópico (Shiroma, 2008).





El peso específico de la zona del proyecto se tomará 2.60 gr/cm<sup>3</sup>, que corresponde a un tipo de roca denominada granodiorita, el cual es tomado como referencia al estudio de mecánica de suelos de la construcción del colegio Fe y Alegria N° 65 que se encuentra cercano al proyecto, dicho valor se puede comprobar que se encuentra dentro del rango de otro estudio que se realizó sobre las propiedades físicas de tipos de rocas el cual se muestra en la Tabla 16. Asimismo, también se puede corroborar que las rocas continentales tienen una densidad media de unos 2,7 g/cm<sup>3</sup> (Tarbuck & Lutgens, 2005).

*Tabla 16. Rangos de las rocas ígneas (Torres & Poterico, 2013).*

| MUESTRA<br>ROCOSA   | Propiedades Físicas |                    |           |           | Propiedad<br>Mecánica                          |
|---------------------|---------------------|--------------------|-----------|-----------|--|
|                     | Densidad            | P.E.A.             | P.A.      | Absorción | Resistencia<br>Compresiva<br>$\sigma_c$<br>MPa |
|                     | gr/cm <sup>3</sup>  | KN/m <sup>3</sup>  | %         | %         |  |
| <b>Andesita</b>     | 2.30-2.93           | 22.56-28.74        | 2.54-5.38 | 0.87-2.34 | 65.76-239.28                                   |
| <b>Granodiorita</b> | <b>2.37-3.01</b>    | <b>23.23-29.53</b> | 3.44-4.12 | 1.14-1.74 | 91.24-111.94                                   |
| <b>Dacita</b>       | 2.81                | 27.55              | 0.50      | 0.18      | 255.53   |
| <b>Granito</b>      | 2.25                | 22.10              | 2.00      | 0.89      | 150.57   |
| <b>Skarn</b>        | 3.10                | 30.41              | 3.68      | 1.19      | 93.38  |

## Análisis Estructural

### Datos generales del reservorio:

Volumen del reservorio  $V_{alm.} = 418 \text{ m}^3$

Altura del líquido  $H_L = 4.40 \text{ m}$

Margen libre del agua  $M_L = 0.60 \text{ m}$

Altura Total (muro + viga).  $H_w = 5.00 \text{ m}$

Diámetro interno del reservorio  $D = 11.00 \text{ m}$

Relación  $\frac{H_L}{D} = 0.40$

Peso específico del agua  $\gamma_w = 1\,000 \text{ kg/m}^3$

### **Propiedades de concreto armado:**

Peso específico  $\gamma_c = 2\,400 \text{ kg/m}^3$

Resistencia a la compresión  $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad  $E_c = 15\,100\sqrt{f'_c} = 252\,671.33 \text{ kg/cm}^2$

### **Propiedades de acero de refuerzo:**

Esfuerzo de fluencia  $f_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad  $E_s = 2\,039\,000 \text{ kg/cm}^2$

### ***Predimensionamiento de elementos estructurales del reservorio***

#### **Espesor del muro**

De acuerdo con ACI 350-06 (2006), en el apéndice C.9.2.9 se considera factores de tensión ( $s_{dt}$ ), factor para flexión y corte ( $S_{df}$ ) y factores de cargas de presión de fluido ( $F_c$ ), las cuales

son usados para el predimensionamiento de los elementos estructurales del reservorio (ver Tabla 17).

*Tabla 17. Factores considerados para el predimensionamiento (ACI 350-06, 2006).*

| <b>Descripción</b>            | <b>Denotación</b> | <b>Valor</b> |
|-------------------------------|-------------------|--------------|
| Carga para presión del fluido | $F_c$             | 1.70         |
| Tracción ó tensión            | $S_{dt}$          | 1.65         |
| Flexion y corte               | $S_{df}$          | 1.30         |

$$t_w = \begin{cases} \text{máx} \left( \frac{h_w}{25} \right) & ; \text{para } h_w < 3.00 \text{ m} \\ \text{min. } 30 \text{ cm} & ; \text{para } h_w \geq 3.00 \text{ m} \end{cases}$$

$$t_w = 30 \text{ cm}$$

El predimensionamiento del muro se realiza de acuerdo con las recomendaciones de Portland Cement Association (PCA), donde establece el procedimiento a seguir, obteniendo los coeficientes con las tablas del Apéndice A, con la que se obtienen los esfuerzos de tensión y momentos flectores.

$$\frac{H_L^2}{Dt_w} = 5.8667$$

Tabla 18. Coeficientes de Tensión Anular, muro con base fija y borde libre.

| $\frac{H^2}{Dt_w}$ | 0.0H   | 0.1H  | 0.2H  | 0.3H  | 0.4H  | 0.5H  | 0.6H  | 0.7H  | 0.8H  | 0.9H  | 1.0H  |
|--------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.4                | 0.149  | 0.134 | 0.120 | 0.101 | 0.082 | 0.066 | 0.049 | 0.029 | 0.014 | 0.040 | 0.000 |
| 0.8                | 0.263  | 0.239 | 0.215 | 0.190 | 0.160 | 0.130 | 0.096 | 0.063 | 0.034 | 0.010 | 0.000 |
| 1.2                | 0.283  | 0.271 | 0.254 | 0.234 | 0.209 | 0.180 | 0.142 | 0.099 | 0.054 | 0.016 | 0.000 |
| 1.6                | 0.265  | 0.268 | 0.266 | 0.266 | 0.250 | 0.226 | 0.185 | 0.134 | 0.075 | 0.023 | 0.000 |
| 2                  | 0.234  | 0.251 | 0.273 | 0.285 | 0.285 | 0.274 | 0.232 | 0.172 | 0.104 | 0.031 | 0.000 |
| 3                  | 0.134  | 0.203 | 0.267 | 0.322 | 0.357 | 0.362 | 0.330 | 0.262 | 0.157 | 0.052 | 0.000 |
| 4                  | 0.067  | 0.164 | 0.256 | 0.339 | 0.403 | 0.429 | 0.409 | 0.334 | 0.210 | 0.073 | 0.000 |
| 5                  | 0.025  | 0.137 | 0.245 | 0.346 | 0.428 | 0.477 | 0.469 | 0.398 | 0.259 | 0.092 | 0.000 |
| 6                  | 0.018  | 0.119 | 0.234 | 0.344 | 0.441 | 0.504 | 0.514 | 0.447 | 0.301 | 0.112 | 0.000 |
| 7                  | 0.015  | 0.112 | 0.226 | 0.340 | 0.442 | 0.519 | 0.545 | 0.489 | 0.341 | 0.132 | 0.000 |
| 8                  | 0.011  | 0.104 | 0.218 | 0.335 | 0.443 | 0.534 | 0.575 | 0.530 | 0.381 | 0.151 | 0.000 |
| 9                  | 0.000  | 0.101 | 0.213 | 0.329 | 0.440 | 0.538 | 0.592 | 0.560 | 0.411 | 0.165 | 0.000 |
| 10                 | -0.011 | 0.098 | 0.208 | 0.323 | 0.437 | 0.542 | 0.608 | 0.589 | 0.440 | 0.179 | 0.000 |
| 12                 | -0.005 | 0.097 | 0.202 | 0.312 | 0.429 | 0.543 | 0.628 | 0.633 | 0.494 | 0.211 | 0.000 |
| 14                 | -0.002 | 0.098 | 0.200 | 0.306 | 0.420 | 0.539 | 0.639 | 0.666 | 0.541 | 0.241 | 0.000 |
| 16                 | 0.000  | 0.099 | 0.199 | 0.304 | 0.412 | 0.531 | 0.641 | 0.687 | 0.582 | 0.265 | 0.000 |
| 5.8667             | 0.019  | 0.121 | 0.235 | 0.344 | 0.439 | 0.500 | 0.508 | 0.440 | 0.295 | 0.109 | 0.000 |

Tabla 19. Coeficientes de momento flector, muro con base fija y borde libre.

| $\frac{H^2}{Dt_w}$ | 0.1H   | 0.2H   | 0.3H    | 0.4H    | 0.5H    | 0.6H    | 0.7H    | 0.8H    | 0.9H    | 1.0H    |
|--------------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0.4                | 0.0050 | 0.0014 | 0.0021  | 0.0007  | -0.0042 | -0.0150 | -0.0302 | -0.0529 | -0.0816 | -0.1205 |
| 0.8                | 0.0011 | 0.0037 | 0.0063  | 0.0080  | 0.0070  | 0.0023  | -0.0068 | -0.0224 | -0.0465 | -0.0795 |
| 1.2                | 0.0012 | 0.0042 | 0.0077  | 0.0103  | 0.0112  | 0.0090  | 0.0022  | -0.0108 | -0.0311 | -0.0602 |
| 1.6                | 0.0011 | 0.0041 | 0.0075  | 0.0107  | 0.0121  | 0.0111  | 0.0058  | -0.0051 | -0.0232 | -0.0505 |
| 2                  | 0.0010 | 0.0035 | 0.0068  | 0.0099  | 0.0120  | 0.0115  | 0.0075  | -0.0021 | -0.0185 | -0.0436 |
| 3                  | 0.0006 | 0.0024 | 0.0047  | 0.0071  | 0.0090  | 0.0097  | 0.0077  | 0.0012  | -0.0119 | -0.0333 |
| 4                  | 0.0003 | 0.0015 | 0.0028  | 0.0047  | 0.0066  | 0.0077  | 0.0069  | 0.0023  | -0.0080 | -0.0268 |
| 5                  | 0.0002 | 0.0008 | 0.0016  | 0.0029  | 0.0046  | 0.0059  | 0.0059  | 0.0028  | -0.0058 | -0.0222 |
| 6                  | 0.0001 | 0.0003 | 0.0008  | 0.0019  | 0.0032  | 0.0046  | 0.0051  | 0.0029  | -0.0041 | -0.0167 |
| 7                  | 0.0001 | 0.0002 | 0.0006  | 0.0014  | 0.0024  | 0.0037  | 0.0045  | 0.0029  | -0.0032 | -0.0157 |
| 8                  | 0.0000 | 0.0001 | 0.0003  | 0.0008  | 0.0016  | 0.0028  | 0.0038  | 0.0029  | -0.0022 | -0.0146 |
| 9                  | 0.0000 | 0.0001 | 0.0002  | 0.0006  | 0.0012  | 0.0024  | 0.0034  | 0.0029  | -0.0017 | -0.0134 |
| 10                 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0001  | 0.0004  | 0.0007  | 0.0019  | 0.0029  | 0.0028  | -0.0012 | -0.0122 |
| 12                 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0001  | 0.0002  | 0.0003  | 0.0013  | 0.0023  | 0.0026  | -0.0005 | -0.0104 |
| 14                 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000  | 0.0000  | 0.0001  | 0.0008  | 0.0019  | 0.0023  | -0.0001 | -0.0090 |
| 16                 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0001 | -0.0002 | -0.0001 | 0.0004  | 0.0013  | 0.0019  | 0.0001  | -0.0079 |
| 5.8667             | 0.0001 | 0.0004 | 0.0009  | 0.0020  | 0.0034  | 0.0048  | 0.0052  | 0.0029  | -0.0043 | -0.0174 |

Tabla 20. Coeficientes de corte en la base del muro.

| $\frac{H^2}{Dt_w}$ | Carga triangular<br>Base fija | Carga rectangular<br>Base fija |
|--------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| <b>0.4</b>         | 0.436                         | 0.755                          |
| <b>0.8</b>         | 0.374                         | 0.562                          |
| <b>1.2</b>         | 0.399                         | 0.460                          |
| <b>1.6</b>         | 0.317                         | 0.407                          |
| <b>2</b>           | 0.299                         | 0.370                          |
| <b>3</b>           | 0.262                         | 0.310                          |
| <b>4</b>           | 0.236                         | 0.271                          |
| <b>5</b>           | 0.213                         | 0.243                          |
| <b>6</b>           | 0.197                         | 0.222                          |
| <b>7</b>           | 0.186                         | 0.208                          |
| <b>8</b>           | 0.174                         | 0.193                          |
| <b>9</b>           | 0.166                         | 0.183                          |
| <b>10</b>          | 0.158                         | 0.172                          |
| <b>12</b>          | 0.145                         | 0.158                          |
| <b>14</b>          | 0.135                         | 0.147                          |
| <b>16</b>          | 0.127                         | 0.137                          |
| <b>5.8667</b>      | <b>0.199</b>                  | <b>0.225</b>                   |

$$T = Coef. \times \gamma_w H_L \left( \frac{D}{2} \right) \left[ \frac{kg}{m} \right] ; \quad M = Coef. \times \gamma_w (H_L)^3 \left[ kg - \frac{m}{m} \right]$$

Tabla 21. Tensiones anulares y momentos flectores últimos.

| Punto       | Coef. de<br>Tensión<br>Anular | Tensión<br>Anular<br>(kg/m) | Coef. de<br>Momento<br>Flector | Momento<br>Flector<br>(kg-m/m) |
|-------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| <b>0.0H</b> | 0.019                         | 1285.214                    | 0.0000                         | 0.000                          |
| <b>0.1H</b> | 0.121                         | 8240.753                    | 0.0001                         | 21.336                         |
| <b>0.2H</b> | 0.235                         | 15983.713                   | 0.0004                         | 69.027                         |
| <b>0.3H</b> | 0.344                         | 23369.166                   | 0.0009                         | 170.686                        |
| <b>0.4H</b> | 0.439                         | 29817.861                   | 0.0020                         | 382.789                        |
| <b>0.5H</b> | 0.500                         | 33967.652                   | 0.0034                         | 637.562                        |
| <b>0.6H</b> | 0.508                         | 34483.548                   | 0.0048                         | 898.612                        |
| <b>0.7H</b> | 0.440                         | 29899.318                   | 0.0052                         | 980.190                        |
| <b>0.8H</b> | 0.295                         | 20052.047                   | 0.0029                         | 543.434                        |
| <b>0.9H</b> | 0.109                         | 7421.656                    | -0.0043                        | -814.524                       |
| <b>1.0H</b> | 0.000                         | 0.000                       | -0.0174                        | -3281.941                      |

Tabla 22. Esfuerzos máximos obtenidos.

| Esfuerzos máximos    | Valor            | Coefficientes |
|----------------------|------------------|---------------|
| $T_{\text{máx}}$     | 34483.548 kg/m   | 0.5080        |
| $M_{\text{máx}} (+)$ | 980.190 kg-m/m   | 0.0052        |
| $M_{\text{máx}} (-)$ | -3281.941 kg-m/m | -0.0174       |

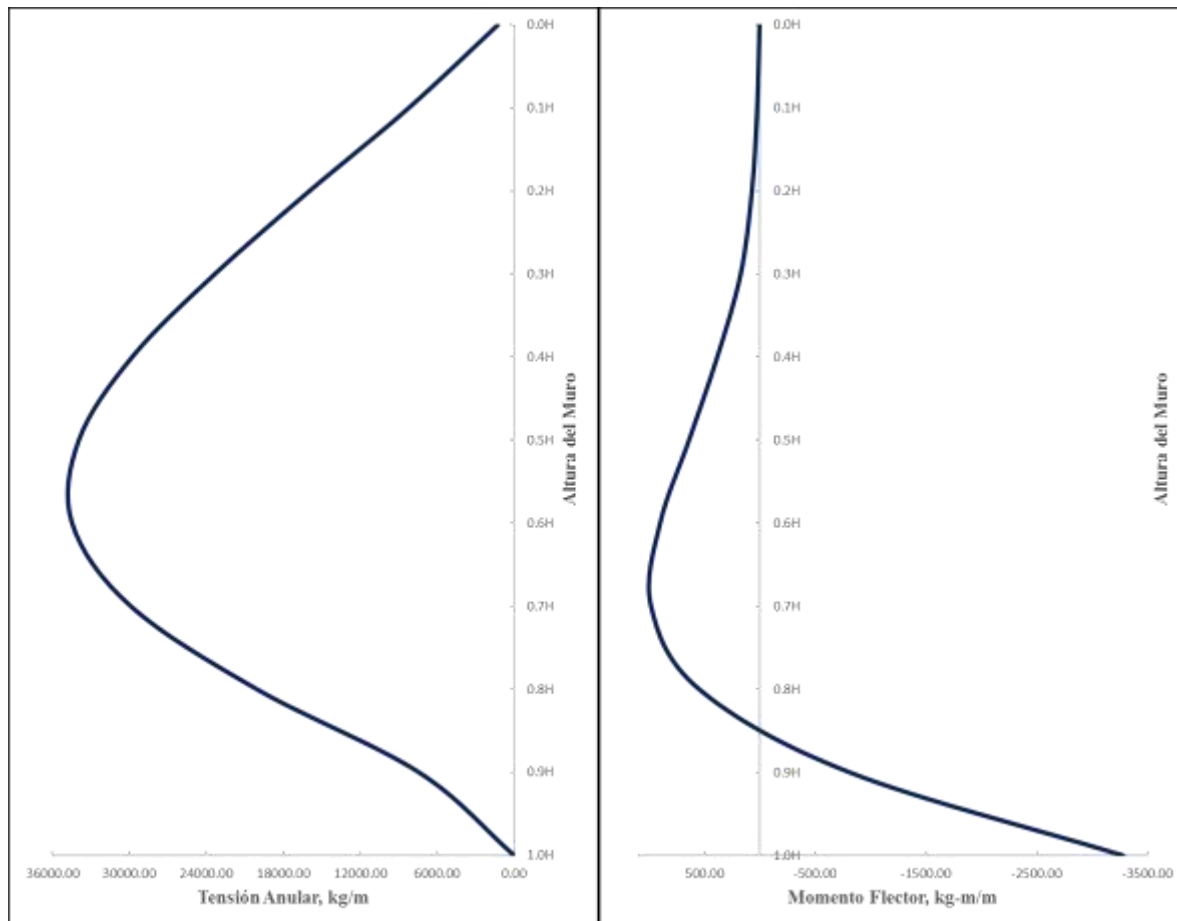


Figura 22. Tensiones y momentos de acuerdo con el código PCA.

#### a) Análisis por Tensión Anular

Las cargas que producen la tensión máxima tienen que ser multiplicadas por los factores de carga para presión del fluido y también debido a la exposición medioambiental ( $S_d$ ), llegando así a la obtención de la tensión ultima con la que se realizara el predimensionamiento.

$$S_{dt} = 1.65$$

$$\phi = 0.90 \rightarrow \text{Tensión controlada}$$

$$Coef. = 0.508$$

$$W_u = S_{dt} * F_c * \gamma_w = 2\,805\, kg/m^3$$

$$T_u = coef * W_u * H_L * R = 34483.548\, Kg/m$$

$$A_s = \frac{T_u}{\phi * f_y} = 9.12\, cm^2$$

Se analiza para un ancho unitario ( $b = 100\, cm$ ) y además como el espesor del muro es mayor a 25 cm se toma 2 capas de refuerzo según lo recomendado por la norma ACI 350 -06 (Sección 14.3.4).

$$d_b = 1/2" \approx 1.270\, cm \quad ; \quad A_b = 1.29\, cm^2$$

$$c_a = 2 \rightarrow (2 \text{ capas de refuerzo})$$

$$S = \frac{b * A_b * c_a}{A_s} = 28.28\, cm$$

$$\text{Se toma un espaciamiento} \rightarrow S = 25\, cm$$

$$A_{sf} = \left(\frac{b}{S}\right) * A_b * ca = 10.32\, cm$$

Seguidamente, se realiza la verificación de la resistencia del concreto con respecto al esfuerzo de tensión anular máxima de servicio (sin amplificar), apoyado con la ecuación de la PCA (1993).

$$\text{Para 1 pug. de ancho} \rightarrow A_g = 30.48x\, t_w = 914.40\, cm^2$$



$$C = 0.0003$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = 8.07$$

$$T_{m\acute{a}x} = \frac{T_u}{S_{dt} * F_c} = 12293.60 \text{ kg/m}$$

Realizando los cálculos, obtenemos:

$$f_{tr} = \frac{C * E_s * A_{sf} + T_{m\acute{a}x}}{A_g + n * A_{sf}} = 18.65 \text{ kg/cm}^2$$

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

Donde:

$f_r$  = Módulo de ruptura del concreto (ACI 318/19.2.3.1)

$c$  = Coef. de contracción del concreto colado, varia desde 0.0003 a 0.0008 (PCA, 1993)

$E_s$  = Módulo de elasticidad del acero de refuerzo

$E_c$  = Módulo de elasticidad del concreto

$A_g$  = Sección bruta del concreto

$T_{m\acute{a}x}$  = Tensión máxima (esfuerzo de servicio) anular sin factorar

$n$  = relacion modular

**$f_r \geq f_{tr} \rightarrow \text{OK, la resistencia del concreto } (f'_c) \text{ es adecuado}$**

**$\text{El espesor del muro } (t_w) \text{ cumple}$**

**b) Análisis por Cortante**

$$S_{df} = 1.30$$

$$\phi = 0.85 \rightarrow \text{Corte y torsión}$$

$$coef = 0.19913$$

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

$$W_u = S_{df} * F_c * \gamma_w = 2\,210 \text{ kg/m}^3$$

$$d_b = 1/2" \approx 1.270 \text{ cm} ; \quad A_b = 1.29 \text{ cm}^2$$

$$d = t_w - rec - \frac{d_b}{2} = 24.37 \text{ cm}$$

Debe cumplirse:  $\phi V \geq V$

$$V = coef * W_u * H_L^2 = 8519.90 \text{ kg/m}$$

$$\phi V = \phi * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d = 18\,367.08 \text{ kg/m}$$

**$\phi V \geq V \rightarrow OK$ , el espesor predimensionado es el adecuado**

***Por lo tanto el espesor del muro,  $t_w = 30 \text{ cm}$***

### **Espesor de Losa de Fondo**

La normativa ACI 350-06 en el apéndice H.3 nos recomienda los espesores que deben tener una losa de cimentación en estructuras de reservorios. Además, el recubrimiento mínimo sugerido es de 3.75 cm (1 ½") según ACI 350-06/H.4.4 y al tener una losa de 2 capas de refuerzo con recubrimiento de 5 cm (parte inferior y superior), el espesor de la losa del presente proyecto será de 25 cm.

$$t_s = \left\{ \begin{array}{l} 0.10\text{m (4")}: \text{para losas con una capa de refuerzo.} \\ 0.125\text{m (5")}: \text{para losas con refuerzo pre - reforzado.} \\ 0.15\text{m (6")}: \text{para losas con 2 capas de refuerzo.} \end{array} \right\}$$

***Espesor de la losa de fondo,  $t_s = 25 \text{ cm}$***

**Geometría y espesor de la cúpula**

El predimensionamiento y las características geométricas del domo se determina mediante la recomendación de la norma ACI 350-06 de la sección G.2.3.1.2 donde indica las consideraciones a tomar para determinar las dimensiones de este elemento estructural.

$$t_d = r_d * \sqrt{\frac{1.5 * P_u}{\phi * B_i * B_c * E_c}}$$

Donde:

$P_u$  = Presión unitaria de diseño del domo

$B_i$  = Factor de reducción del pandeo por imperfecciones geométricas

$B_c$  = Factor de reducción del pandeo por creep, no linealidad y fisuración

$E_c$  = Módulo de elasticidad de concreto, Psi

$r_d$  = Radio interno del domo

$CV$  = carga viva

$$r_i = 1.4 * r_d$$

$$B_i = \left( \frac{r_d}{r_i} \right)^2 = 0.5102$$

$$\text{Flecha} \rightarrow f = \frac{1}{6} * D = 1.8333 \text{ m}$$

$$r_d = \frac{4 * f^2 + D^2}{8 * f} = 9.1667 \text{ m}$$

$$\theta = \sin^{-1} \left( \frac{D}{2 * r_d} \right) = 36.8699^\circ$$

$$E_c = 15100 * \sqrt{f'_c} = 3\,593\,831.04 \text{ psi}$$

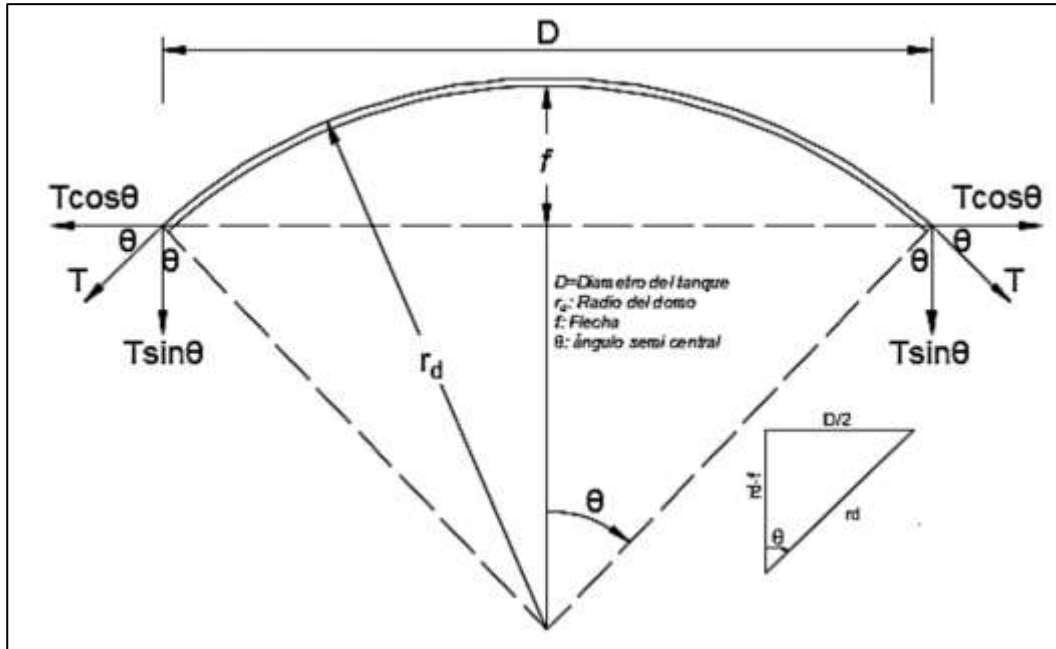


Figura 23. Geometría del domo (Castillo, 2019).

El peso propio del domo se calcula en función a la geometría del domo para un metro lineal.

$$PP = t_d * \gamma_c * 1 = 240 \text{ kg/m}^2$$

$$PP = 0.3414 \text{ lb/in}^2$$

Los valores de la carga viva y de la carga muerta se establecen según la norma técnica peruana E 020.

$$\text{Carga Viva: } CV = 50 \text{ kg/m}^2 = 10.2408 \text{ lb/ft}^2$$

$$\text{Carga Muerta: } CM = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$P_u = 1.2(CM + PP) + 1.6(CV) = 488 \text{ kg/m}^2 = 0.694 \text{ lb/in}^2$$

Donde  $CV \leq 30$

$$B_c = \begin{cases} 0.44 + 0.003L ; \text{ para } 12 \frac{lb}{ft^2} \leq CV \leq 30 \frac{lb}{ft^2} \\ 0.53 ; \text{ para } CV \geq 30 \frac{lb}{ft^2} \end{cases}$$

$$B_c = 0.44 + 0.003CV = 0.47$$

$$\phi = 0.70 \rightarrow \text{Coef. de reducción segun norma}$$

$$t_d = r_d * \sqrt{\frac{1.5 * P_u}{\phi * B_i * B_c * E_c}}$$

$$t_d = 0.3777 \text{ in} = 0.959 \text{ cm}$$

La norma ACI 350-06 en la sección 19.2.7, recomienda como mínimo usar 10 cm de espesor para este tipo de estructuras en la parte de la cúpula.

$$\textbf{Espesor del domo, } t_d = 10 \text{ cm}$$

### **Viga Anular**

La viga anular tiene como función absorber los esfuerzos de tensión meridional producidos en el domo, entonces; se hará el dimensionamiento con las expresiones mostradas a continuación.

Hallamos la tensión meridional, para luego calcular la tensión de la viga

$$T = \frac{P_u * r_d}{1 + \cos\theta} = 2669.93 \text{ kg/m}$$

$$T_b = \frac{D}{2} * T * \cos\theta = 9918.82 \text{ kg}$$

$$A_{st} = \frac{T_b}{0.90 * f_y} = 2.62 \text{ cm}^2$$

$$bxh = \frac{T_b}{f_r} - (n - 1) * A_{st} = 277.80 \text{ cm}^2$$

$$bxh = 16.67 \text{ cm} \times 16.67 \text{ cm} \approx 20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$$

Donde:

$T$  = Tensión Meridional

$T$  = Tensión de la viga

$A_{st}$  = Acero requerido

$f_r$  = Módulo de rotura del concreto

Debido a que el espesor del muro que tiene de 30 cm, la sección de la viga no puede ser de 20 cm. Por lo que, la sección de la viga anular será 5 cm más del espesor del muro.

***Sección de la viga anular,  $bxh = 35 \text{ cm} \times 35 \text{ cm}$***

### **Ancho de la Zapata**

Las dimensiones de la zapata se determinan en base a la normativa ACI 350-06 (secciones 12.3.2 / 15.2.2) y del ACI 318-14 (sección 25.4.9.1).

$$\sigma_s = 20 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$H_L = 4.40 \text{ m}$$

$$\gamma_s = 2600 \text{ kg/m}^3$$

$$Q_{HS} = 1300 \text{ kg/m}$$

$$a = 0.5 \text{ m}$$

$$Q_{HW} = 9680 \text{ kg/m}$$

$$\gamma_w = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$Q_{vs} = 650 \text{ kg/m}$$

$$t_w = 0.30 \text{ m}$$

$$Q_{vw} = 2500 \text{ kg/m}$$

$$H_w = 5 \text{ m}$$

Profundidad de cimentación:  $D_f = 0.50 \text{ m}$

Ancho de entrada de la zapata asumida  $\rightarrow B = 1.30 \text{ m}$

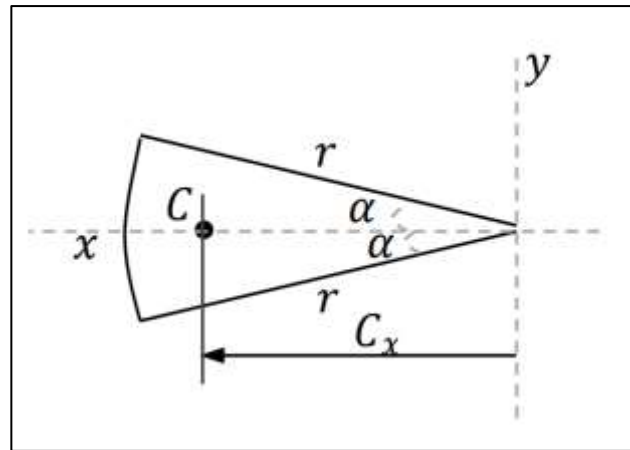


Figura 24. Representación del centro de masa del domo (Castillo, 2019).

$$C_x = \frac{2rs\sin\alpha}{3\alpha} = 3.65 \text{ m}$$

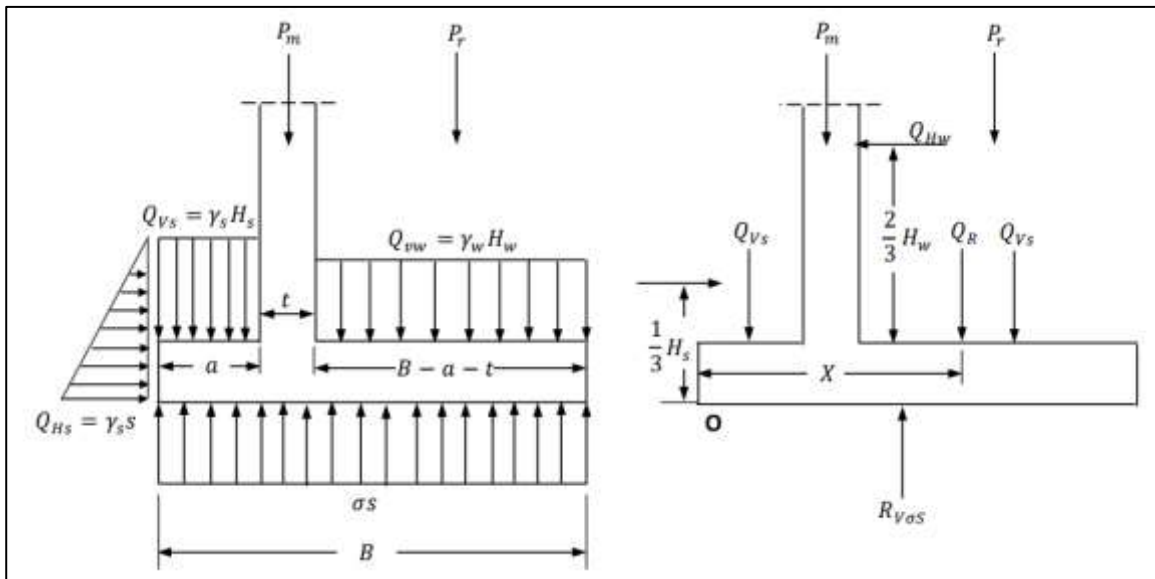


Figura 25. Esquema para el dimensionamiento de zapata (Castillo, 2019).

$$Q_R = Q_{vs} + Q_{vw} + P_m + P_r$$

$$Q_R = 157828.98 \text{ kg/m}$$

$$Q_R X = \frac{1}{2} a Q_{vs} + \frac{1}{2} (a + t_w + B) Q_{vw} + \frac{1}{2} (2a + t_w) P_m + P_r \left( r - C_x + \frac{t_w}{2} + a \right)$$

$$X = \frac{0.5 a Q_{vs} + 0.5 (a + t_w + B) Q_{vw} + 0.5 (2a + t_w) P_m + P_r \left( r - C_x + \frac{t_w}{2} + a \right)}{Q_R} = 0.55$$

$$\frac{B^2}{2} \sigma_{ns} = Q_R X + \frac{2}{3} D_f Q_{HS} - \frac{2}{3} H_w Q_{HW}$$

$$B = \sqrt{\frac{2 * \left[ X Q_R + \frac{2}{3} (D_f Q_{HS} - H_w Q_{HW}) \right]}{\sigma_{ns}}} = 0.77 \text{ m}$$

Verificación del esfuerzo con el ancho asumido:

$$B = 1.30 \text{ m}$$

$$q_{neto} = \sigma_s - \gamma_{prom} D_f - \gamma_c e_c - S/C = 19.98 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{Q_r}{B * 10^4} = 12.14 \text{ kg/cm}^2$$

$$19.98 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq 12.14 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}, OK \rightarrow \text{Cumple}$$

Donde:

$\sigma_s$  = Esfuerzo admisibles del suelo

$Q_{vs}$  = Peso del suelo

$a$  = Longitud de voladizo

$P_m$  = Peso muro + viga

$C_x$  = Centro de masa del domo

$P_r$  = Peso de la cúpula



$2\alpha = \text{Ángulo de techo en los ejes } X \text{ y } Y$        $Q_R = \text{Peso total}$

$X = \text{Ubicación de resultante}$        $Q_{HS} = \text{Carga horizontal del suelo}$

$B = \text{Ancho de la zapata requerido}$        $Q_{HW} = \text{Carga horizontal del agua}$

$Q_{vw} = \text{Peso del agua}$

El ancho de la zapata mínimo requerido es de 0.80 m, sin embargo, con fines de estabilidad de la estructura este ancho será un poco mayor de lo mínimo.

**Ancho de la zapata,  $B = 1.30 \text{ m}$**

$$l_{dc} = \text{máx} \left\{ \begin{array}{l} \left( 0.075 \frac{f_y}{\sqrt{f'c}} \right) d_b \\ (0.004 f_y) d_b \\ 20 \end{array} \right. \quad [cm]$$

$$d \geq \frac{\sigma_{UN}(B - a - t)}{\phi(0.53\sqrt{f'c})b_w + \sigma_{UN}} \geq 15 \text{ cm}$$

Para acero de 5/8"  $\rightarrow d_b = 1.588 \text{ cm}$

$$l_{dc} = \text{máx} \left\{ \begin{array}{l} \left( 0.075 \frac{f_y}{\sqrt{f'c}} \right) d_b = 29.89 \\ (0.004 f_y) d_b = 29.35 \\ 20 \end{array} \right. \quad [cm]$$

$$h_z = l_{dc(\text{máx.})} + 10 = 39.89 \text{ cm} \cong 40.0 \text{ cm}$$

**Pralte de la zapata,  $h_z = 50 \text{ cm}$**

### Verificación por volteo

La verificación por volteo es considerada cuando el reservorio se encuentre vacío, esto porque garantiza una mejor estabilidad vertical para un estado crítico.

**a) Peso del reservorio y del suelo.**

Para realizar este análisis se consideran las cargas verticales que llegan a la zapata.

*Tabla 23. Pesos de los elementos estructurales.*

| <b>Peso de elementos estructurales</b> |               |     |                  |    |
|--|---------------|-----|------------------|----|
| Peso de los muros (Ww)                 | 118.854       | Ton | 118853.990       | Kg |
| Peso del domo (Wd)                     | 25.342        | Ton | 25341.812        | Kg |
| Peso de viga (Wb)                      | 10.483        | Ton | 10483.181        | Kg |
| Peso de la losa de fondo               | 65.615        | Ton | 65615.304        | Kg |
| <b>Peso Parcial total (WT)</b>         | <b>220.29</b> | Ton | <b>220294.29</b> | Kg |

$$W_T = 220294.29 \text{ kg}$$

Para tomar el peso del suelo se tiene:  $W_s = \gamma_s * (A_{voladizo} - A_{tanque}) * H_s$

$$W_s = \gamma_s \left( \frac{\pi(D + 2t_w + 2a)^2}{4} - \frac{\pi(D + 2t_w)^2}{4} \right) H_s$$

$$W_s = 24708.63 \text{ kg}$$

**Fuerza de empuje**

Para obtener la fuerza de empuje, es necesario hallar el área del reservorio y la presión ejercida. Con esos resultados se multiplica y obtenemos la fuerza de empuje.

Área de reservorio

$$A_{reser} = \frac{\pi}{4} * (D + 2 * t_w)^2 = 105.68 \text{ m}^2$$

Presión ejercida.

$$P_e = \gamma_s * (H_s + t_s) = 1950 \text{ kg/m}^2$$

Fuerza de empuje

$$FE = P_s * A_{reser} = 206082.19 \text{ kg}$$

**b) Verificación de la estabilidad.**

Para realizar la verificación de la estabilidad, debe cumplir lo siguiente:

$$FS \geq 1.10$$

$$FS = \frac{W_T + W_s}{FE} = 1.19 \text{ ; } \mathbf{OK}$$

Por lo tanto, como factor de seguridad es  $1.19 \geq 1.10$  cumple con la verificación de la estabilidad vertical.

Finalmente, como resultado del predimensionamiento se muestra a continuación las medidas correspondientes (Ver Figura 26) que representa los elementos estructurales del reservorio apoyado y la profundidad de cimentación.

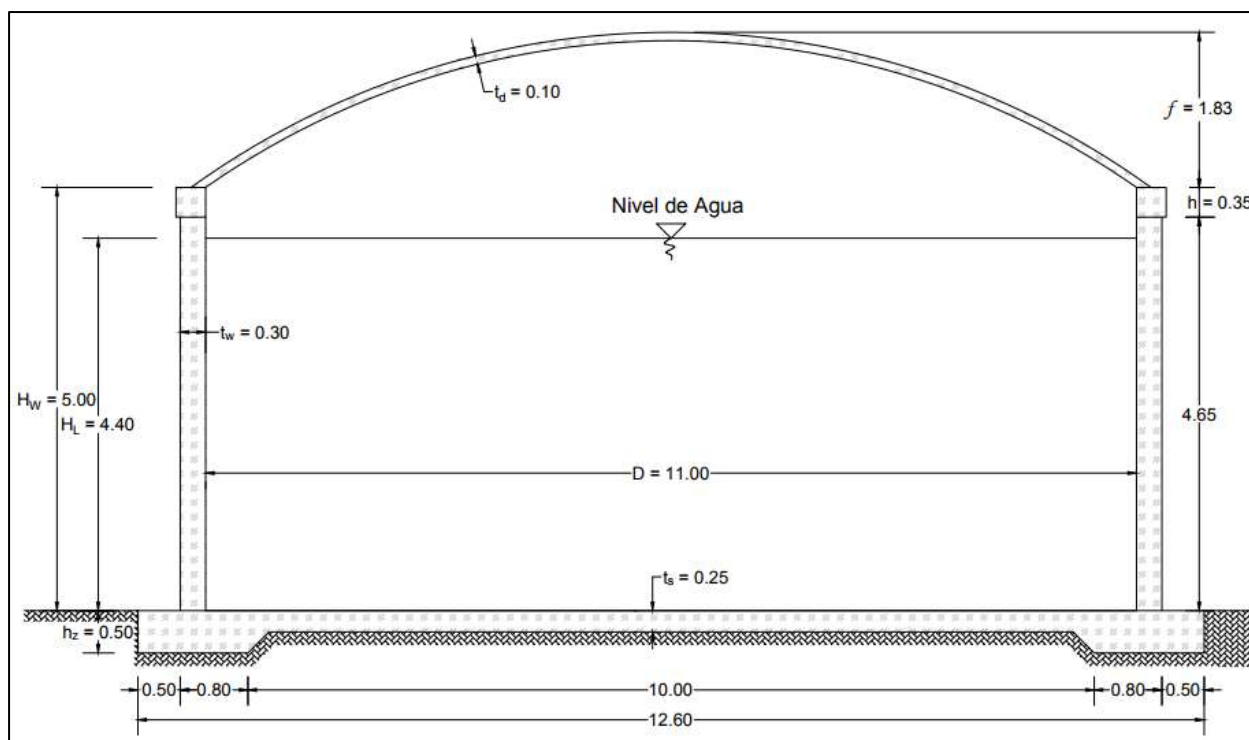


Figura 26. Dimensiones del reservorio para introducir al programa SAP 2000.

### **Diseño estructural**





#### **Parámetros Sísmicos para el Análisis estructural**

La norma E 030 puede ser usado en todo el proceso de análisis con las consideraciones indicadas para el caso de análisis estructural de edificaciones. Sin embargo, para el diseño de reservorios solo se hará uso de las consideraciones en lo que sean aplicables, tal como indica la norma E 030 en el artículo 1-Sección 1.2 (RNE, 2006). Por lo que, el diseño y análisis estructural de contenedores de líquido como el reservorio, se desarrollara siguiendo las recomendaciones y limitaciones de las normativas internacionales, principalmente del ACI 350.3-06 que es una adaptación del ASCE/SEI 7-16.

### Cálculo de parámetros de $S_s$ y $S_1$ para adaptar a la E 030.

Los parámetros sísmicos se obtienen de la norma E 030 para el caso de edificaciones con la mapa de riesgo sísmico, el cual está elaborada con una probabilidad de 10 % para una excedencia en 50 años, pero estos valores no contrastan con los parámetros  $S_s$  y  $S_1$  indicado en la norma ACI 350-06 (RNE, 2006). Los parámetros  $S_s$  y  $S_1$  representan el comportamiento espectral para periodos de 0.2s y 0.1s (ver Tabla 24), los cuales están definidos con una probabilidad de 2% para una excedencia en 50 años en la investigación de Vlacev Toledo y como una adaptación a la norma E 030 (Toledo, 2014).

Tabla 24. Factores de zona con probabilidad 2/50 (Toledo, 2014).

| Factores de Zona de la Norma Vigente (Z)  |   |      | Factores de Zona para una Probabilidad de 2/50 |          |                 |          |                 |          |
|---|---|------|--|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|
| Zona  | Z |      | PGA 10/50                                      | PGA 2/50 | Sa (0.2), $S_s$ | Sa (0.5) | Sa (1.0), $S_1$ | Sa (2.0) |
|  | 4 | 0.45 | 0.45   | 0.855    | <b>1.980</b>    | 1.575    | <b>0.810</b>    | 0.450    |
|  | 3 | 0.35 | 0.35   | 0.665    | 1.540           | 1.225    | 0.630           | 0.350    |
|  | 2 | 0.25 | 0.25   | 0.475    | 1.100           | 0.875    | 0.450           | 0.250    |
|  | 1 | 0.10 | 0.10   | 0.190    | 0.440           | 0.350    | 0.180           | 0.100    |

El lugar del proyecto se ubica en la zona 4 (0.45g) y con la Tabla 24 propuesto por Vlacev Toledo se definen los valores de  $S_a(0.2)$  y  $S_a(1.0)$  para periodos largos.

$$S_s = 1.980$$

$$S_1 = 0.810$$

### Clasificación de Sitio

La clase de sitio se determina de acuerdo con el tipo de suelo con la Tabla 25 pertinentes para su determinación de este parámetro según la norma ACI 350-06, las cuales son una adaptación de la norma ASCE/SEI 7-16 (sección 20.3-1) para el caso de reservorios. El lugar del presente proyecto de estudio presenta un tipo de suelo rocoso, por tanto, la clase de sitio definido es B.

Tabla 25. Clasificación de sitio (ASCE/SEI 7-16, 2017).

| <i>Clasificación de Sitio</i>  | <i>V<sub>s</sub></i>      | <i>N</i> | <i>S<sub>a</sub></i> |
|--|---------------------------|----------|----------------------|
| A. Roca dura   | >5000 ft/s                | N.A      | N.A                  |
| B. Roca  | 2500 a 5000 ft/s          | N.A      | N.A                  |
| C. Suelo compacto y Roca suave   | 1200 a 2500 ft/s          | >50      | >2000psf             |
| D. Suelo rígido  | 600 a 1200 ft/s           | 15 a 20  | 1000 a 2000psf       |
| E. Arcilla blanda  | <600 ft/s                 | <15      | <1000 psf            |
| Cualquier perfil de suelo con más de 10 ft con las siguientes características: |                           |          |                      |
| - Índice de plasticidad $IP > 20$  |                           |          |                      |
| - Contenido De humedad $w \geq 40\%$   |                           |          |                      |
| - Resistencia no drenada al corte < 500 psf                                    |                           |          |                      |
| F. Suelos que requieren un análisis conforme con la sección 21.1               | Revisar la sección 20.3.1 |          |                      |

### Factores de Sitio

Los factores de sitio para periodos cortos ( $S_s$ ) y periodos largos ( $S_l$ ), se obtendrán con las tablas del ASCE/SEI 7-16 (sección 11.4.1 y 11.4.2), la cual es recomendado por la norma ACI 350-06. Donde como datos de entrada se requiere la clasificación de sitio y los valores de  $S_s$  y  $S_l$  definidos anteriormente (ver Tabla 26 y Tabla 27).

Tabla 26. Factores de sitio ( $F_a$ ) para periodos cortos (ASCE/SEI 7-16, 2017).

| Clase de Sitio | Mapeo de riesgo orientado al Sismo Considerando Máximo (MCER) Parámetro de Aceleración de Respuesta Espectral para Periodos Cortos |                   |                   |                   |                   |                   |
|----------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                | $SS \leq 0.25$   | $SS = 0.5$        | $SS = 0.75$       | $SS = 1.0$        | $SS = 1.25$       | $SS \geq 1.5$     |
| <b>A</b>       | 0.8  | 0.8               | 0.8               | 0.8               | 0.8               | 0.8               |
| <b>B</b>       | 0.9  | 0.9               | 0.9               | 0.9               | 0.9               | <b>0.9</b>        |
| <b>C</b>       | 1.3  | 1.3               | 1.2               | 1.2               | 1.2               | 1.2               |
| <b>D</b>       | 1.6  | 1.4               | 1.2               | 1.2               | 1                 | 1                 |
| <b>E</b>       | 2.4  | 1.7               | 1.3               | Revisar<br>11.4.8 | Revisar<br>11.4.8 | Revisar<br>11.4.8 |
| <b>F</b>       | Revisar<br>11.4.8  | Revisar<br>11.4.8 | Revisar<br>11.4.8 | Revisar<br>11.4.8 | Revisar<br>11.4.8 | Revisar<br>11.4.8 |

Tabla 27. Factores de sitio ( $F_v$ ) para periodos largos (ASCE/SEI 7-16, 2017).

| Clase de Sitio | Mapeo de riesgo orientado al Sismo Considerando Máximo (MCER) Parámetro de Aceleración de Respuesta Espectral para Periodos Largos |                   |                   |                   |                   |                   |
|----------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                | $S1 \leq 0.1$  | $S1 = 0.2$        | $S1 = 0.3$        | $S1 = 0.4$        | $S1 = 0.5$        | $S1 \geq 0.6$     |
| <b>A</b>       | 0.8  | 0.8               | 0.8               | 0.8               | 0.8               | 0.8               |
| <b>B</b>       | 0.8  | 0.8               | 0.8               | 0.8               | 0.8               | <b>0.8</b>        |
| <b>C</b>       | 1.5  | 2.2               | 1.5               | 1.5               | 1.5               | 1.4               |
| <b>D</b>       | 2.4  | 1.4               | 2                 | 1.9               | 1.8               | 1.7               |
| <b>E</b>       | 4.2  | Revisar<br>11.4.8 | Revisar<br>11.4.8 | Revisar<br>11.4.8 | Revisar<br>11.4.8 | Revisar<br>11.4.8 |
| <b>F</b>       | Revisar<br>11.4.8  | Revisar<br>11.4.8 | Revisar<br>11.4.8 | Revisar<br>11.4.8 | Revisar<br>11.4.8 | Revisar<br>11.4.8 |

Por lo tanto, los factores de sitio definidos son:

Períodos cortos a 0.2s,  $F_a = 0.90$

Períodos largos a 1.0 s,  $F_v = 0.80$

### Determinación de los Parámetros Sísmicos

La norma ASCE/SEI 7-16, describe y delimita los parámetros de la aceleración espectral sísmica de respuesta para un sismo de consideración máxima ( $MCE_R$ ), además en dicha sección establece el cálculo de aceleración espectral de diseño y con ello determinar el periodo fundamental de vibración. Por otro lado, el factor de importancia se determina mediante la tabla 4.1.1 (a) y de la tabla 4.1.1 (b) los factores de modificación de respuesta de la norma ACI 350-06.

- Aceleración espectral sísmico (ASCE/SEI 7-16 sección 11.4.4)

$$S_{MS} = S_S * F_a \quad ; \quad S_{M1} = S_1 * F_v$$

Periodos cortos a 0.2s,  $S_{MS} = 1.782 \text{ g}$

Periodos largos a 1.0s,  $S_{M1} = 0.648 \text{ g}$

- Aceleración espectral de diseño (ASCE/SEI 7-16 sección 11.4.5)

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad ; \quad S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1}$$

Períodos cortos a 0.2s,  $S_{DS} = 1.1880 \text{ g}$

Períodos largos a 1.0s,  $S_{D1} = 0.4320 \text{ g}$

- Periodo fundamental de vibración (ASCE/SEI 7-16 sección 11.4.6)

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad ; \quad T_0 = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

Período de transición (períodos cortos),  $T_s = 0.36 \text{ seg}$

Período de transición (períodos largos),  $T_L = 4.00 \text{ seg}$

$T_0 = 0.07 \text{ seg}$



\*\*El periodo de transición a periodos largos ( $T_L$ ) es el mínimo según la recomendación de la norma ACI 350-06.

- Categoría de diseño (ASCE/SEI 7-16 sección 11.4.3/ tabla 1.5-1 y 1.5-2)

Factor de Reducción de Respuesta Sísmica,  $R_i$ : 2.0

$R_c$ : 1.0

Categoría de Ocupación o Riesgo: II

Factor de Importancia,  $I_e$ : 1.25

Categoría de Diseño Sísmico, CDS: B

- Consideraciones adicionales de la norma ASCE/SEI 7-16 para base empotrado

*Tabla 28. Consideraciones adicionales para base reforzada empotrado (no deslizable).*

| Descripción  | Valor |
|--|-------|
| Factor de sobrerresistencia ( $\Omega_o$ )                 | 2     |
| Factor de amplificación de deflexión ( $C_d$ )             | 2     |
| Componente convectiva - ACI 350.3R Tabla 4.1.1-b ( $R_c$ ) | 1     |

- Parámetros sísmicos adoptados para el análisis

Los parámetros definidos en la Tabla 30, fueron establecidos en base a la norma ACI 350-06, la cual adopta algunos de estos parámetros de la norma ASCE/SEI 7-16.

Tabla 29. Parámetros sísmicos norma E030.

| Descripción | Valor | Observaciones                  |
|-------------|-------|--------------------------------|
| $Z_4$       | 0.45  | Lima - SJM                     |
| U           | 1.50  | Categoría (A)                  |
| S           | 1.00  | Roca fracturada (S1)           |
| $T_p$       | 0.40  |                                |
| $T_L$       | 2.50  |                                |
| $R_0$       | 2.00  | (Adaptación del ASCE/SEI 7-16) |

Tabla 30. Parámetros sísmicos del ACI 350-06.

| Descripción                      | Valor |
|----------------------------------|-------|
| Ss :                             | 1.980 |
| $S_1$ :                          | 0.810 |
| Clase de Sitio :                 | B     |
| Fa :                             | 0.900 |
| Fv :                             | 0.800 |
| Categoría de Riesgo :            | II    |
| Factor de Importancia, $I_e$ :   | 1.25  |
| Factor de Reducción Sísmica, R : |       |
| Ri :                             | 2.0   |
| Rc :                             | 1.0   |
| Periodos :                       |       |
| $T_o$ :                          | 0.07  |
| $T_s \sim T_p$ :                 | 0.36  |
| $T_L$ :                          | 4.00  |

### Propiedades dinámicas

Las propiedades dinámicas se determinan haciendo uso de la normativa internacional ACI 350.3R-06 del capítulo 9 - sección 3. Además, se basa en la metodología matemática de G.W Housner (1963), quien propuso un modelo de masas y resortes que simulan el comportamiento del fluido dentro del reservorio (tanque). La aplicación del modelo equivalente de Housner es válido solo para valores mayores o iguales a  $4/3$  (1.33) obtenido de la relación del diámetro sobre la altura

agua ( $D/H_L$ ). Para la determinación de dichas propiedades se emplean algunas ecuaciones descritas en la Tabla 31 y Tabla 32.

*Tabla 31. Ecuaciones de los parámetro del modelo masa resorte (Castillo, 2019).*

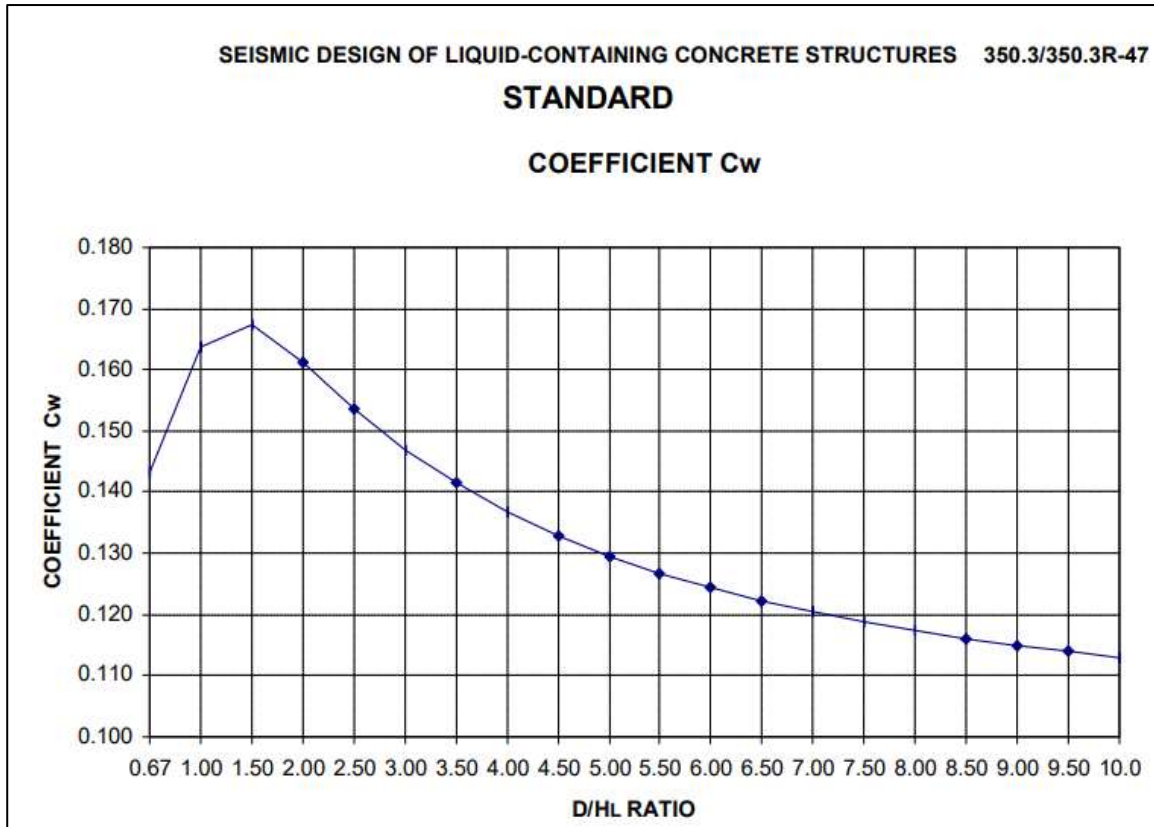
| <b>Tanque Circular</b> |  |
|------------------------|--|
| Componente Impulsivo   | $W_i = W_L \left[ \frac{\tanh \left( 0.866 \frac{D}{H_L} \right)}{0.866 \frac{D}{H_L}} \right]$ $h_i = \begin{cases} H_L \left[ 0.50 - 0.09375 \left( \frac{D}{H_L} \right) \right] ; si \frac{H_L}{D} > 0.75 \\ 0.375 H_L ; si \frac{H_L}{D} \leq 0.75 \end{cases}$ $h'_i = \begin{cases} 0.45 H_L ; si \frac{D}{H_L} < 0.75 \\ H_L \left[ \frac{0.866 \left( \frac{D}{H_L} \right)}{2 \tanh \left[ 0.866 \left( \frac{D}{H_L} \right) \right]} - \frac{1}{8} \right] ; si \frac{D}{H_L} \geq 0.75 \end{cases}$ |
| Componente Convectivo  | $W_c = W_L \left[ 0.230 \left( \frac{H_L}{D} \right) \tanh \left( 3.68 \frac{H_L}{D} \right) \right]$ $h_c = H_L \left[ 1 - \frac{\cosh \left[ 3.68 \left( \frac{H_L}{D} \right) \right] - 1}{3.68 \left( \frac{H_L}{D} \right) \sinh \left[ 3.68 \left( \frac{H_L}{D} \right) \right]} \right]$ $h'_c = H_L \left[ 1 - \frac{\cosh \left[ 3.68 \left( \frac{H_L}{D} \right) \right] - 0.21}{3.68 \left( \frac{H_L}{D} \right) \sinh \left[ 3.68 \left( \frac{H_L}{D} \right) \right]} \right]$                  |
| Rigidez del Resorte    | $K_C = \left( 0.836 \frac{W_L}{H_L} \right) \tanh^2 \left[ 3.68 \left( \frac{H_L}{D} \right) \right]$  |

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Coeficiente de Masa Efectiva | $\varepsilon = \left[ 0.0151 * \left( \frac{D}{H_L} \right)^2 - 0.1908 \left( \frac{D}{H_L} \right) + 1.021 \right] \leq 1.0$ |
|------------------------------|---|

Tabla 32. Periodos Impulsivo y Convectivo (Castillo, 2019).

| Periodo  | Tanque Circular  |
|--|--|
| Impulsiva  | $T_i = \frac{2\pi}{w_i}$ $w_i = C_I \frac{12}{H_L} \sqrt{E_c \frac{g}{\gamma_c}}$ $C_I = 10C_w \sqrt{\frac{t_w}{12r}}$   |
| Convectiva   | $T_c = \frac{2\pi}{\lambda} \sqrt{D}$ $\lambda = \sqrt{3.68 g * \tanh \left[ 3.68 \left( \frac{H_L}{D} \right) \right]}$ |
| <p><math>W</math> = Peso total del reservorio incluyendo el peso impulsivo, Kips</p> <p><math>E_c</math> = Modulo de elasticidad del concreto, <math>57000\sqrt{f'_c}</math> [Psi]</p> <p><math>K</math> = Rigidez a flexion de un muro de ancho unitario, Lb/ft</p> <p><math>t_w</math> = Espesor del muro, in</p> <p><math>r</math> = Radio interior del tanque, ft</p> <p><math>D</math> = Diametro interior del tanque, ft</p> <p><math>g</math> = Aceleración de la gravedad, <math>32.2375 \text{ ft/s}^2</math></p> <p><math>H_L</math> = Altura del líquido, ft</p> <p><math>\gamma_c</math> = Peso específico del concreto, <math>149.83 \text{ Lb/ft}^2</math></p> |  |

$$\text{Ratio} = \frac{D}{H_L} = \frac{11}{4.40} = 2.5$$



*Figura 27. Coeficiente de diseño sísmico de estructuras contenedoras (ACI 350.3-06, 2006).*

Por tanto, se obtiene un valor de  $C_w = 0.1537$

Las Tabla 33 y Tabla 34, muestran un resumen de las propiedades dinámicas obtenidos de acuerdo con la norma ACI 350-06. Dichas propiedades serán introducidas al programa SAP 2000, para realizar el modelamiento y análisis respectivo de la estructura.

Tabla 33. Parámetros del reservorio.

| Descripción                         | Valor                           |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| Diámetro Interno, $D$ :             | 11.00 $m$                       |
| Altura de Líquido, $HL$ :           | 4.40 $m$                        |
| Espesor del Muro, $tw$ :            | 0.30 $m$                        |
| Radio Interno, $r$ :                | 5.50 $m$                        |
| Peso del Agua, $WL$ :               | 418.146 $Ton$                   |
| Aceleración de Gravedad, $g$ :      | 9.81 $m/s^2$                    |
| Peso de la Domo, $Wr$ :             | 25.342 $Ton$                    |
| Peso de los Muros, $Ww$ :           | 118.854 $Ton$                   |
| Peso de la Viga, $Wb$ :             | 10.483 $Ton$                    |
| <b>Peso Total, <math>WT</math>:</b> | <b>572.825 <math>Ton</math></b> |

Tabla 34. Propiedades dinámicas de la estructura.

| Descripción   | Dirección X-X & Y-Y |
|---|---------------------|
| Peso Impulsivo del Agua, $Wi$ :                       | 188118.791 $Kg$     |
| Coefficiente de Masa Efectiva, $\varepsilon$ :        | 0.638375            |
| Peso Impulsivo Efectivo de Muros, $\varepsilon Wiw$ : | 75873.4158 $Kg$     |
| Peso Impulsivo de la Viga Anular, $\varepsilon Wib$ : | 6692.20037 $Kg$     |
| Peso Impulsivo del Domo, $Wir$ :                      | 25341.8121 $Kg$     |
| Peso Impulsivo Total, $WiT$ :                         | 296026.22 $Kg$      |
| Altura de Aplicación Impulsiva, $hi$ :                | 1.65 $m$            |
| Peso Convectivo del Agua, $Wc$ :                      | 216380.517 $Kg$     |
| Altura de Aplicación Convectiva, $hc$ :               | 2.4529 $m$          |
| Módulo de Elasticidad, $Ec$ :                         | 3597118.16 $Psi$    |
| Peso Específico del Concreto, $\gamma c$ :            | 149.827 $Lb/ft^3$   |
| Coefficiente $Cw$ :                                   | 0.1537              |
| Coefficiente $CL$ :                                   | 0.3589              |
| Frecuencia Circular Impulsiva, $\omega i$ :           | 262.1986 $rad/s$    |
| Periodo Impulsivo, $Ti$ :                             | 0.0240              |
| Coefficiente $\lambda$ :                              | 10.3226             |
| Periodo Convectivo, $Tc$ :                            | 3.6858              |
| Frecuencia Circular Convectiva, $\omega c$ :          | 1.70471684 $rad/s$  |
| Rigidez del Resorte, $Kc$ :                           | 64346.7018 $Kg/m$   |

## Análisis estático

La cortante en la base del reservorio se determina en base al código ASCE/SEI 7-16 (sección 12.8) mediante el procedimiento de la fuerza lateral equivalente. La cual es sugerido por la norma ACI 350-06 en el cálculo de dichos parámetros usando las ecuaciones propuesto por el código antes mencionado.

### Según el código ACI 350-06

$$C_i = \begin{cases} S_{Ds} & ; \text{ si } T_i \leq T_s \\ \frac{S_{D1}}{T_i} \leq S_{Ds} & ; \text{ si } T_i > T_s \end{cases} \quad ; \quad C_i = \begin{cases} \frac{1.50S_{D1}}{T_c} \leq 1.50S_{Ds} & ; \text{ si } T_c \leq \frac{1.60}{T_s} \\ \frac{2.40S_{Ds}}{T_c^2} \leq S_{Ds} & ; \text{ si } T_c > \frac{1.60}{T_s} \end{cases}$$

$$V_{iT} = \frac{C_i I_e}{R_i} (\varepsilon W_w + \varepsilon W_b + W_r + W_i)$$

$$V_{iT} = \frac{C_c I_e}{R_c} (W_c)$$

$$V = \sqrt{V_i^2 + V_c^2}$$

Tabla 35. Cortante estático en la base de la estructura.

| Dirección X-X & Y-Y            |         |     |                    |         |     |
|--------------------------------|---------|-----|--------------------|---------|-----|
| Coef. de Respuesta Sísmica, Cs |         |     |                    |         |     |
| C. Impulsiva                   |         |     | C. Convectiva      |         |     |
| $T_i =$                        | 0.0240  | seg | $T_c =$            | 3.68576 | seg |
| $C_i =$                        | 1.18800 |     | $C_c =$            | 0.1758  |     |
| Cortante Estático en la Base   |         |     |                    |         |     |
| C. Impulsiva                   |         |     | C. Convectiva      |         |     |
| $W_{Total-i} =$                | 296.026 | Ton | $W_c =$            | 216.381 | Ton |
| $V_i =$                        | 219.799 | Ton | $V_c =$            | 47.553  | Ton |
| <b>Cortante estático, V :</b>  |         |     | <b>224.885 Ton</b> |         |     |

## Análisis Dinámico

El cortante en la base se determina haciendo uso el método de la combinación de raíz cuadrada de la suma de los cuadrados (SRSS) por medio del análisis modal espectral, con el propósito de lograr un diseño sismorresistente de la estructura.

### *Espectro de Respuesta Sísmica*

*Tabla 36. Espectro de respuesta sísmica.*

| Periodo | Coeficiente Sísmico |                   | Periodo | Coeficiente Sísmico |                   | Periodo | Coeficiente Sísmico |                   |
|---------|---------------------|-------------------|---------|---------------------|-------------------|---------|---------------------|-------------------|
| T(seg)  | Sai<br>Elástico     | Sai<br>Inelástico | T(seg)  | Sai<br>Elástico     | Sai<br>Inelástico | T(seg)  | Sai<br>Elástico     | Sai<br>Inelástico |
| 0.00    | 1.19                | 0.74              | 0.55    | 0.79                | 0.49              | 3.00    | 0.14                | 0.22              |
| 0.02    | 1.19                | 0.74              | 0.60    | 0.72                | 0.45              | 3.50    | 0.12                | 0.19              |
| 0.04    | 1.19                | 0.74              | 0.65    | 0.66                | 0.42              | 4.00    | 0.11                | 0.16              |
| 0.06    | 1.19                | 0.74              | 0.70    | 0.62                | 0.39              | 4.50    | 0.10                | 0.14              |
| 0.08    | 1.19                | 0.74              | 0.75    | 0.58                | 0.36              | 5.00    | 0.09                | 0.13              |
| 0.10    | 1.19                | 0.74              | 0.80    | 0.54                | 0.34              | 5.50    | 0.08                | 0.12              |
| 0.12    | 1.19                | 0.74              | 0.85    | 0.51                | 0.32              | 6.00    | 0.07                | 0.11              |
| 0.14    | 1.19                | 0.74              | 0.90    | 0.48                | 0.30              | 6.50    | 0.07                | 0.10              |
| 0.16    | 1.19                | 0.74              | 0.95    | 0.45                | 0.28              | 7.00    | 0.06                | 0.09              |
| 0.18    | 1.19                | 0.74              | 1.00    | 0.43                | 0.27              | 7.50    | 0.06                | 0.09              |
| 0.20    | 1.19                | 0.74              | 1.20    | 0.36                | 0.23              | 8.00    | 0.05                | 0.08              |
| 0.25    | 1.19                | 0.74              | 1.40    | 0.31                | 0.19              | 8.50    | 0.05                | 0.08              |
| 0.30    | 1.19                | 0.74              | 1.60    | 0.27                | 0.17              | 9.00    | 0.05                | 0.07              |
| 0.35    | 1.19                | 0.74              | 1.80    | 0.24                | 0.15              | 9.50    | 0.05                | 0.07              |
| 0.40    | 1.08                | 0.68              | 2.00    | 0.22                | 0.14              | 10.00   | 0.04                | 0.06              |
| 0.45    | 0.96                | 0.60              | 2.40    | 0.18                | 0.11              |         |                     |                   |
| 0.50    | 0.86                | 0.54              | 2.50    | 0.17                | 0.26              |         |                     |                   |



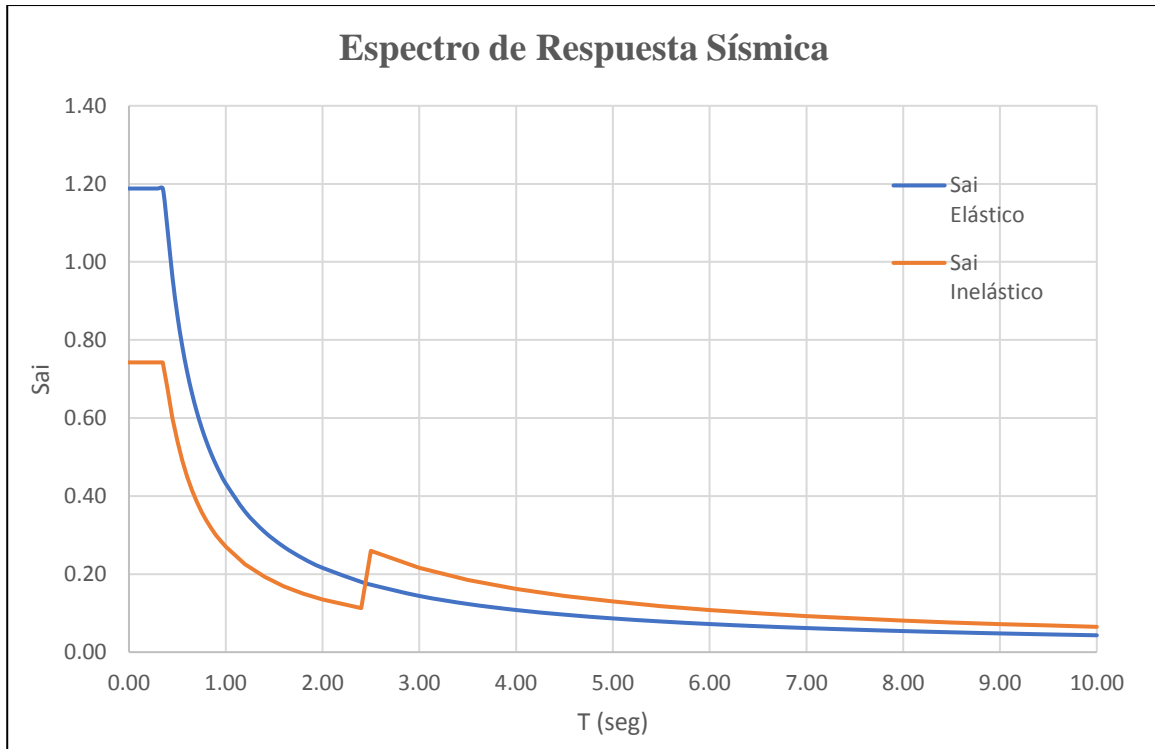


Figura 28. Espectro de respuesta sísmica.

### Cálculo de la Cortante Dinámica

- Aceleraciones espectrales-impulsivo.

$$S_{ai} = \begin{cases} S_{Ds} & ; \text{ si } T_i \leq T_s \\ \frac{S_{D1}}{T_i} \leq S_{Ds} & ; \text{ si } T_i > T_s \end{cases}$$

- Condiciones para aceleración espectral-Convectivo.

$$S_{ac} = \begin{cases} \frac{1.50S_{D1}}{T_c} \leq 1.50S_{Ds} & ; \text{ si } T_c \leq \frac{1.60}{T_s} \\ \frac{2.40S_{Ds}}{T_c^2} \leq S_{Ds} & ; \text{ si } T_c > \frac{1.60}{T_s} \end{cases}$$

- Ecuaciones para la cortante.

$$S_{ai(diseño)} = \frac{S_{ai}}{\left(\frac{R_i}{I_e}\right)} ; S_{ac(diseño)} = \frac{S_{ai} I_e}{1.50}$$

$$W_T = (\varepsilon W_w + \varepsilon W_b + W_r + W_i)$$

$$V_{i,c} = S_{a-i,c(diseño)} W_{T-i,c}$$

*Por combinación SRSS*

$$V = \sqrt{V_i^2 + V_c^2}$$

Con las ecuaciones antes descritas se calcula la cortante en la base, verificando las condiciones que poseen las propiedades dinámicas. El resultado obtenido de la cortante dinámica en la base se muestra en la Tabla 37.

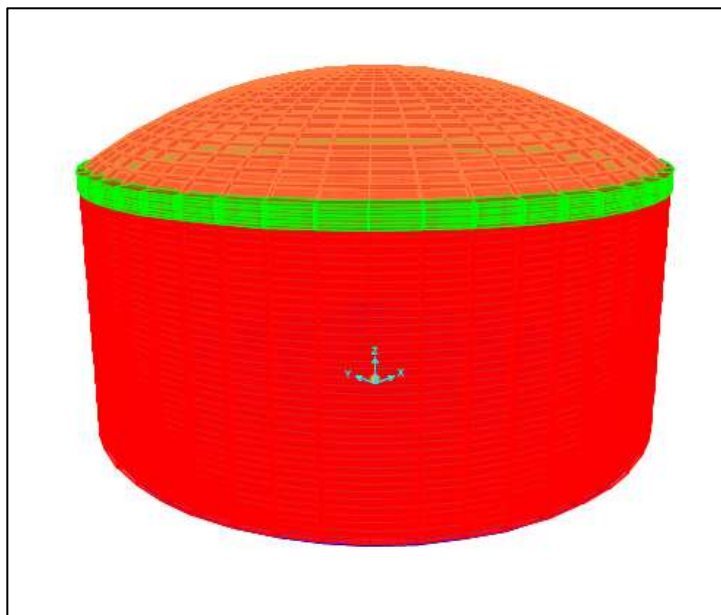
*Tabla 37. Cortante dinámico en la base del reservorio.*

| <b>Dirección X-X &amp; Y-Y</b>        |             |                      |             |
|---------------------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| <b>Coef. de Respuesta Sísmica, Cs</b> |             |                      |             |
| <b>C. Impulsiva</b>                   |             | <b>C. Convectiva</b> |             |
| $T_i =$                               | 0.0240 seg  | $T_c =$              | 3.68576 seg |
| <b>Cortante Estático en la Base</b>   |             |                      |             |
| <b>C. Impulsiva</b>                   |             | <b>C. Convectiva</b> |             |
| $W_{Total-i} =$                       | 296.026 Ton | $W_c =$              | 216.381 Ton |
| $S_{ai}(diseño) =$                    | 0.742500    | $S_{ac}(diseño) =$   | 0.175812    |
| $V_i =$                               | 219.799 Ton | $V_c =$              | 38.042 Ton  |
| <b>Cortante Dinámico, V :</b>         |             | <b>223.067 Ton</b>   |             |

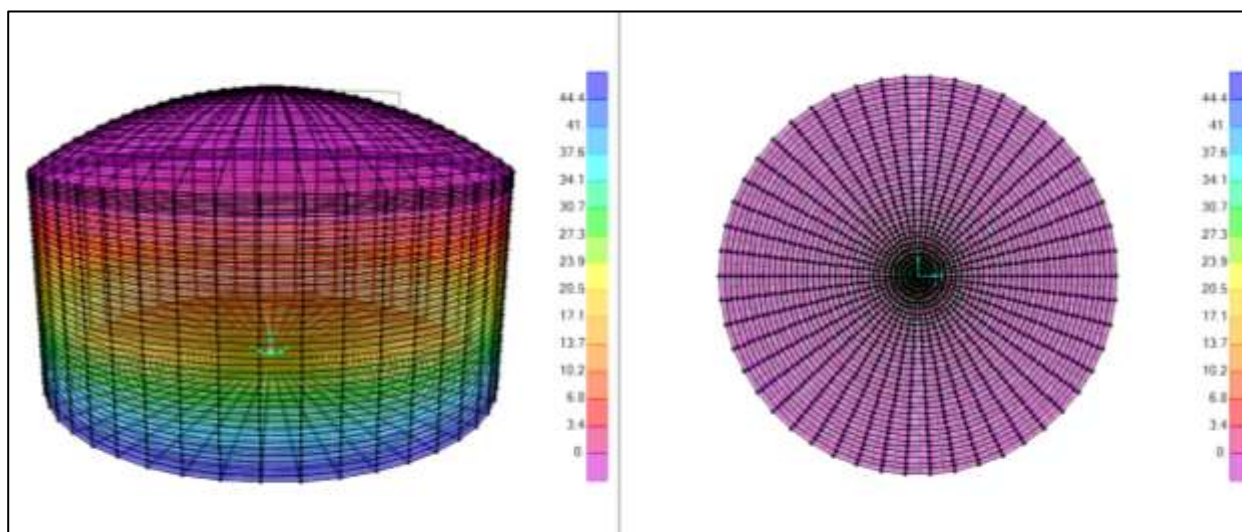
### **Modelamiento en SAP 2000**

El modelamiento estructural realizado en el programa SAP2000, se desarrolló con la incorporación de los parámetros sísmicos mediante los elementos shell (ver Figura 29), para obtener un comportamiento realista y tener resultados con menor margen de error en la obtención

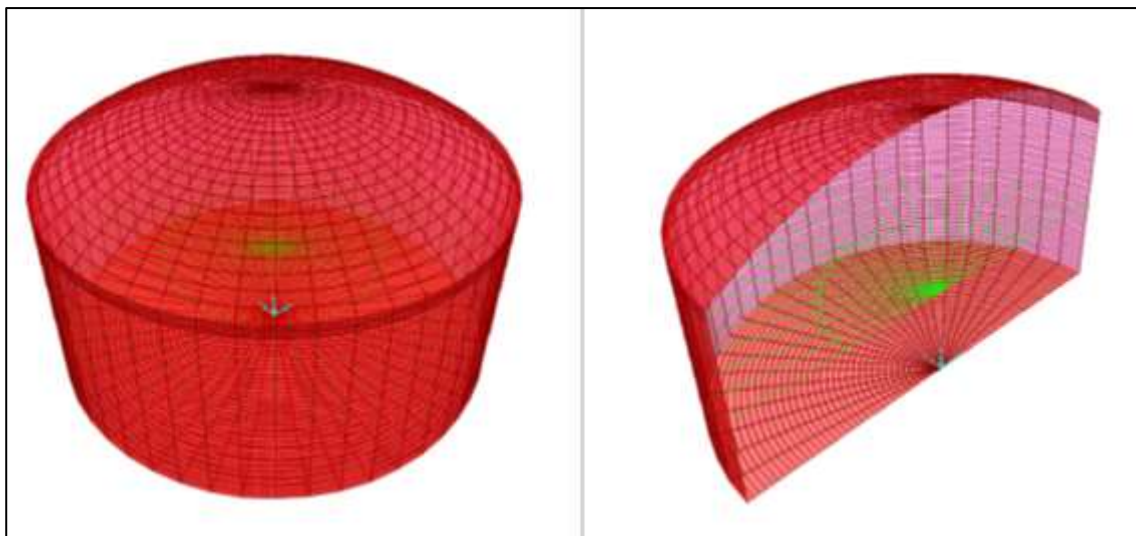
de fuerzas para el diseño de acero (ver Figura 30). Además, esta simulación presenta el modelo de Housner de masas y resortes (ver Figura 31) que indica el comportamiento dinámico del líquido.



*Figura 29. Modelamiento del reservorio en el programa SAP 2000.*



*Figura 30. Fuerzas verticales y tensiones anulares de la estructura modelado en SAP 2000.*



*Figura 31. Masa impulsiva y masa convectiva del reservorio.*

### **Análisis de Resultados**

El modelo realizado en el programa SAP2000 se analiza de acuerdo con las combinaciones de cargas propuestas por la norma ACI 350-06 para estructuras de contenedores de líquidos. Las cuales toman en consideración la carga muerta de la estructura (D), carga viva (L), carga hidrostática (F), carga del sismo (E), carga del techo ( $L_r$ ), carga lateral de presión del suelo (H), carga debido al nieve (S), cargas debido al esfuerzo de retracción, contracción de fragua y temperatura (T), carga debido al viento (W).

$$U = 1.4(D+F)$$

$$U = 1.2(D+F+T) + 1.6(L+H) + 0.5(L_r \text{ ó } S \text{ ó } R)$$

$$U = 1.2D + 1.6(L_r \text{ ó } S \text{ ó } R) + (1.0L \text{ ó } 0.8W)$$

$$U = 1.2D + 1.6W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ ó } S \text{ ó } R)$$

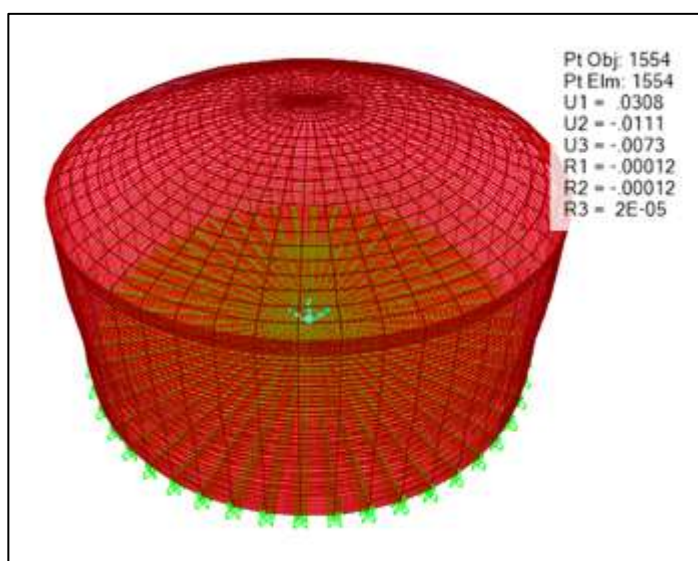
$$U = 1.2D + 1.0E + 1.0L + 0.2S$$

$$U = 0.9D \pm 1.6W + 1.6H$$

$$U = 0.9D \pm 1.0E + 1.6H$$

### ***Desplazamientos***

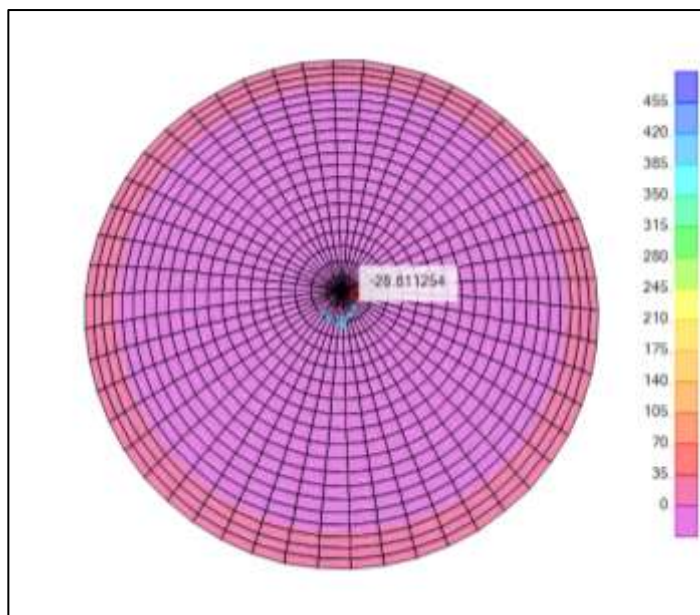
La distorsión generada por la acción de las fuerzas del sismo en una estructura no debe superar los 0.007, que es el límite recomendado por la norma técnica peruana E 030. Por lo que, la estructura evaluada tiene un desplazamiento de 0.0308 cm para una altura de 5 m, donde el resultando de la distorsión es de 0.0001.



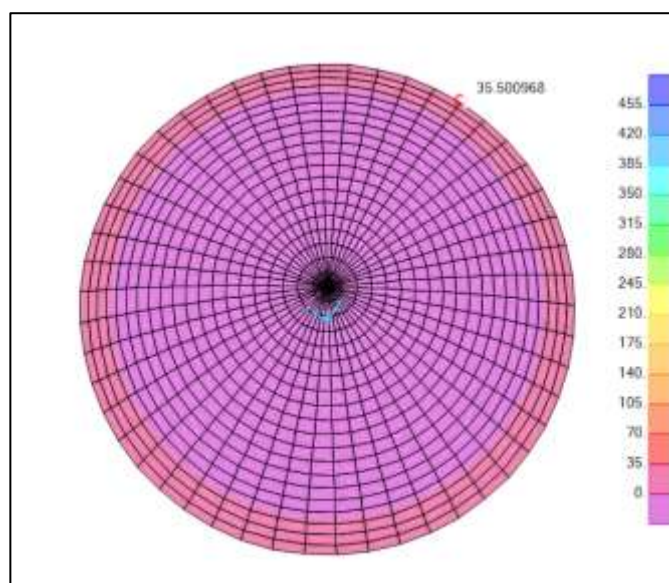
*Figura 32. Verificación del desplazamiento de reservorio.*

### ***Fuerzas de Diseño en el Domo***

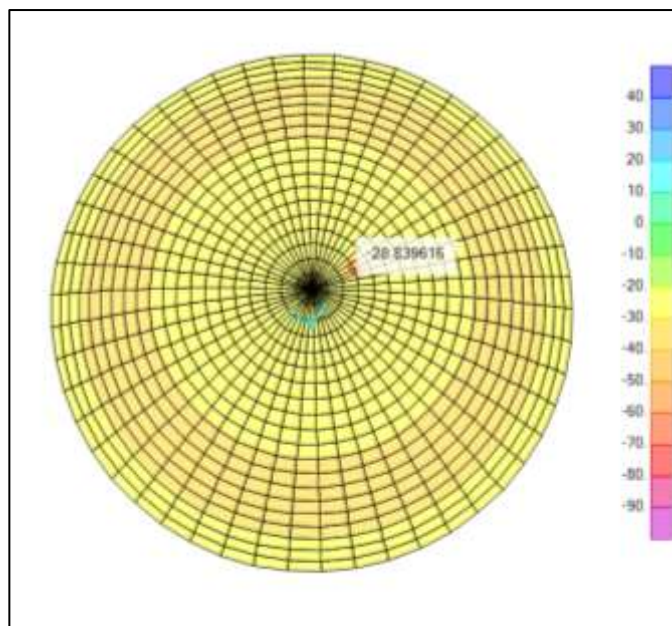
La fuerza paralela evaluado en el domo (F11) resulta 28.81 KN, la cual tiene un comportamiento a compresión en gran parte de la estructura central del domo (ver Figura 33). Sin embargo, en el lado extremo del domo presenta una fuerza en tracción de 35.50KN (ver Figura 34) las cuales han sido dado por la envolvente y en el parte meridiano del domo se tiene una fuerza en compresión de 28.84 KN (ver Figura 35).



*Figura 33. Fuerza  $F_{11}$  paralelo del domo.*



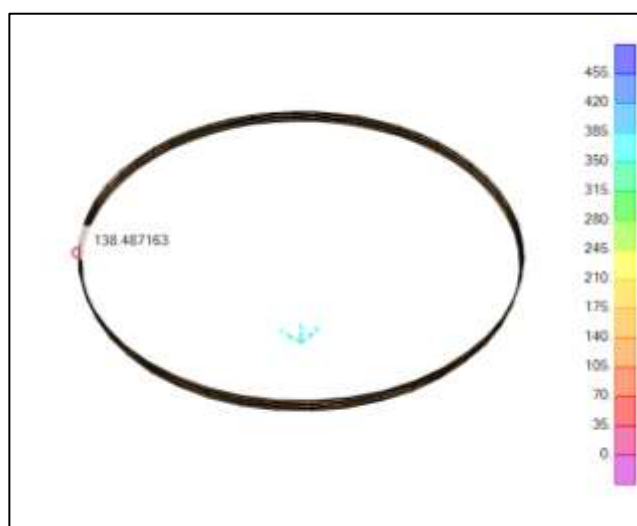
*Figura 34. Fuerza  $F_{11}$  paralelo el extremo del domo.*



*Figura 35. Fuerza F22 meridiano del domo.*

### ***Fuerza Axial en la Viga Anular***

La fuerza evaluada en el anillo o viga anular obtenida por la envolvente es 138.49 KN, este valor será de importancia para diseñar el acero de refuerzo en dicho elemento estructural del reservorio.

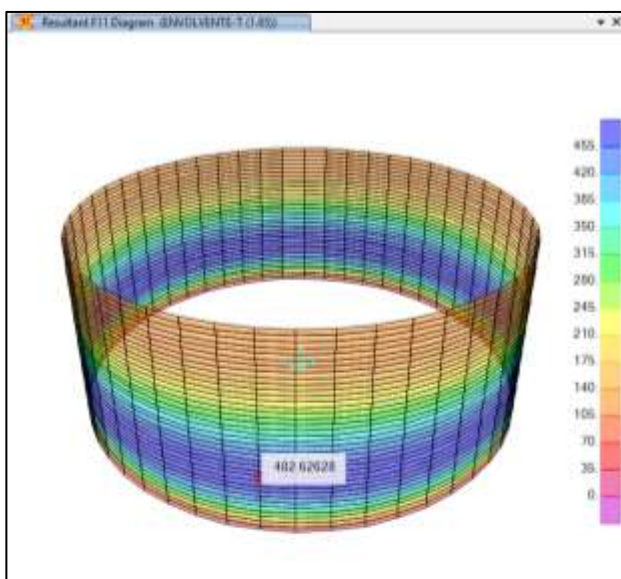


*Figura 36. Fuerza axial evaluada en la viga anular.*

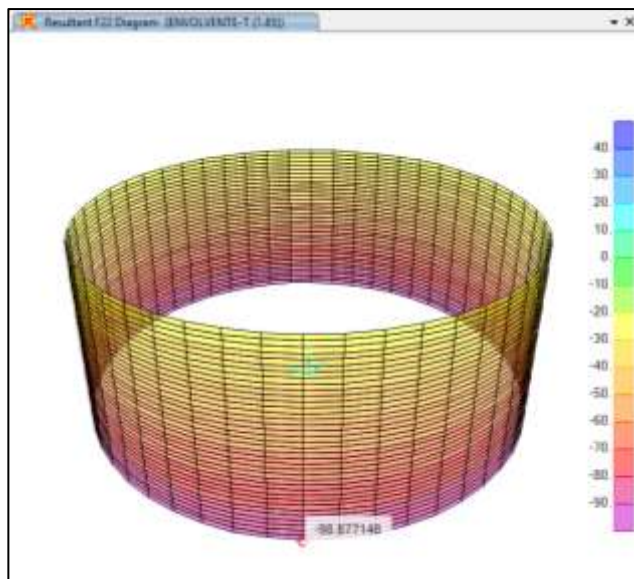


### *Fuerzas de Diseño en el Muro*

Las fuerzas resultantes por la envolvente en el muro F11 es de 482.63 KN en la sección anular y 98.87 KN para la parte vertical F22.



*Figura 37. Fuerza F11 en el muro.*



*Figura 38. Fuerza F22 en el muro.*



## *Diseño de Elementos Estructurales*

### **Diseño de Acero en la Copula**

- Dirección paralela

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

$$f_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$$

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

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

$$F_{11} = 2.94 \text{ ton/m} \rightarrow \text{En compresión}$$

$$\sigma_{ct} = 0.40\sqrt{f'_c} = 6.69 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_c = 2.94 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_c \leq \sigma_{ct} \rightarrow \text{Ok}$$

Se requiere acero mínimo debido a que el esfuerzo producido en el modelo es menor que el esfuerzo obtenido según la ecuación de la norma.

$$A_{S \text{ min}} = 0.004 * b * t_d = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$\text{Para una barra de acero de } 1/2", \quad d_b = 1.27 \text{ cm} \rightarrow A_b = 1.29 \text{ cm}^2$$

$$\#varillas = \frac{A_{S \text{ min}}}{A_b} = 3.10 \approx 4$$

$$\text{Espaciamiento, } S = 25 \text{ cm}$$

$$\mathbf{1 \text{ malla } \varnothing 1/2" @ 0.25 \text{ m}}$$

- Anillo exterior del domo

$$E_s = 2039000 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_c = 252671.33 \text{ kg/cm}^2$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = 8.07$$

$$F_{11} = 3.62 \text{ ton/m} \rightarrow \text{En tracción}$$

$$\sigma_{at} = 0.50 f_y = 2100 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{ct} = 0.10 f'_c = 28 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{ct} = 100 t_d = 1000 \text{ cm}^2$$

$$A_c = 100 A_{ct} = 10 \text{ cm}^2$$

$$\text{Para una barra de acero de } 5/8", \quad d_b = 1.60 \text{ cm} \rightarrow A_b = 2 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{varillas} = \frac{A_c}{A_b} = 5$$

$$\text{Espaciamiento, } S = 20 \text{ cm}$$

$$\mathbf{1 \text{ malla } \emptyset 5/8" @ 0.20 \text{ m}}$$

- Dirección meridiana

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

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

$$F_{11} = 3.16 \text{ ton/m} \rightarrow \text{En compresión}$$

$$\sigma_{ct} = 0.40 \sqrt{f'_c} = 6.69 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_c = 2.94 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_c \leq \sigma_{ct} \rightarrow \text{Ok}$$

Se requiere acero mínimo debido a que el esfuerzo producido en el modelo es menor que el esfuerzo obtenido según la ecuación de la norma.

$$A_{S \min} = 0.004 * b * t_d = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$\text{Para una barra de acero de } 1/2", \quad d_b = 1.27 \text{ cm} \rightarrow A_b = 1.29 \text{ cm}^2$$

$$\#varillas = \frac{A_{S \min}}{A_b} = 3.10 \approx 4$$

$$\text{Espaciamiento, } S = 25 \text{ cm}$$

$$\mathbf{1 \text{ malla } \emptyset 1/2" @ 0.25 \text{ m}}$$

### Diseño de Acero en el Muro

- Dirección Horizontal (Zona más crítica)

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

$$f_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_s = 2039000 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_c = 252671.33 \text{ kg/cm}^2$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = 8.07$$

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

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

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

$$d = 35 \text{ cm}$$

$$\emptyset = 0.90$$

$T_u$  es la fuerza F11 en la zona traccionada más critica:  $F11 = 49214.18 \text{ kg/m}$

$$A_s = \frac{T_u}{\emptyset f_y} = 13.02 \text{ cm}^2$$

Para una barra de acero de 1/2",  $d_b = 1.27 \text{ cm} \rightarrow A_b = 1.29 \text{ cm}^2$

$$\# \text{ de capas, } C_a = 2$$

$$\# \text{ varillas} = \frac{A_s}{A_b} = 10.09 \approx 10$$

$$\text{Espaciamiento, } S = 19.82 \text{ cm} \approx 20 \text{ cm}$$

**2 mallas  $\emptyset$  1/2" @ 0.20 m**

- Dirección Horizontal (Zona menos crítica)

$T_u$  es la fuerza F11 en la zona traccionada menos critica:  $F11 = 38199.90 \text{ kg/m}$

$$A_s = \frac{T_u}{\emptyset f_y} = 10.11 \text{ cm}^2$$

Para una barra de acero de 1/2",  $d_b = 1.27 \text{ cm} \rightarrow A_b = 1.29 \text{ cm}^2$

$$\# \text{ de capas, } C_a = 2$$

$$\# \text{ varillas} = \frac{A_s}{A_b} = 7.83 \approx 8$$

$$\text{Espaciamiento, } S = 25.53 \text{ cm} \approx 25 \text{ cm}$$

**2 mallas Ø 1/2" @ 0.25 m**

- Dirección Vertical

$T_u$  es la fuerza F22 en la zona traccionada menos critica:  $F22 = 38199.90 \text{ kg/m}$

$$A_s = \frac{T_u}{\phi f_y} = 2.67 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \min} = 0.004 * b * t_d = 4.00 \text{ cm}^2$$

Para una barra de acero de 1/2",  $d_b = 1.27 \text{ cm} \rightarrow A_b = 1.29 \text{ cm}^2$

# de capas,  $C_a = 2$

$$\#varillas = \frac{A_{s \min}}{A_b} = 3.10 \approx 3$$

Espaciamiento,  $S = 33.33 \text{ cm} \approx 30 \text{ cm}$

**2 mallas Ø 1/2" @ 0.30 m**

**Diseño de Acero en la Viga Anular**

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

$$b = 35 \text{ cm}$$

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

$$h = 35 \text{ cm}$$

$$E_s = 2039000 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$E_c = 252671.33 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = 30 \text{ cm}$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = 8.07$$

$$\phi = 0.90$$

$T_u$  es la fuerza F11 en la zona traccionada más critica:  $F11 = 14121.76 \text{ kg/m}$

$$A_s = \frac{T_u}{\phi f_y} = 3.74 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \min} = \frac{0.8 * \sqrt{f'_c}}{f_y} * b * d = 3.35 \text{ cm}^2$$

$$\#varillas = \frac{A_s}{A_b} = 2.90 \approx 3$$

$$\text{Espaciamiento, } S = 24.17 \text{ cm} \approx 25 \text{ cm}$$

**4 Ø 1/2" en las esquinas + 4 Ø 3/8" en las centrales**

**Nota\*:** los aceros de 3/8" se pone en los centrales por el espaciamento que no debe exceder los 15 cm según la norma.

Verificación del concreto en tracción

$$\sigma_c = 2\sqrt{f'_c} = 33.47 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad ; \quad \sigma_{act} = \frac{F11}{b * h} = 11.53 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{act} \leq \sigma_c \rightarrow \text{Ok}$$

**Estribos de 3/8" @ 0.20 m**

### **Diseño de Acero en Zapata**

La estructura consta de una losa de cimentaciones y una zapata anular, las cuales estarán situados a una profundidad de 25 cm y 50 cm respectivamente según el estudio de mecánica de suelos. El diseño de acero de la cimentación se desarrollará haciendo uso del programa SAP2000, como para la obtención de las fuerzas y de las cuantías.

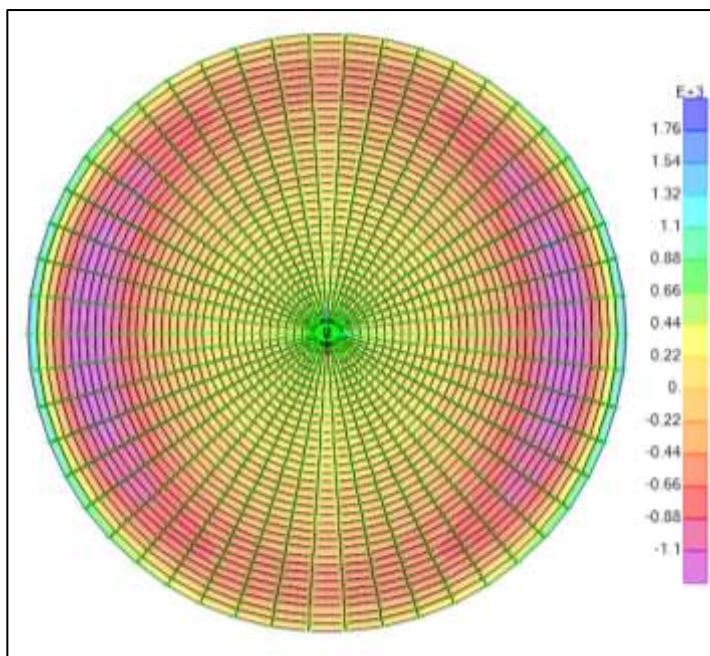


Figura 39. Momento flector  $M_{11}$  en losa de cimentación.

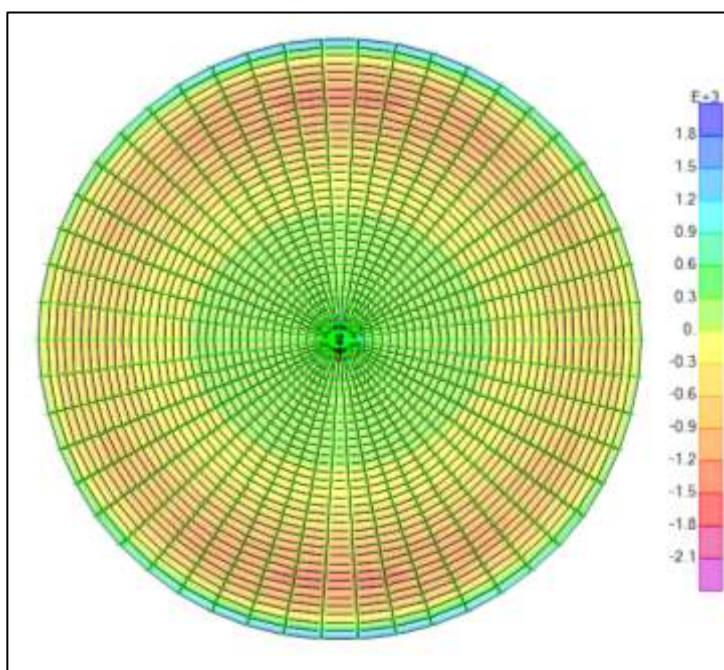


Figura 40. Momento flector  $M_{22}$  en losa de cimentación.

- Cálculo de acero de la losa de fondo

$$M_{11} = 1263.93 \text{ kg.cm}$$

*Cuantia anular:  $\rho = 0.003865$*

*Para una barra de acero de 5/8",  $d_b = 1.60 \text{ cm} \rightarrow A_b = 2 \text{ cm}^2$*

$$S = \frac{A_b}{\rho * 25 * 100} = 0.2070 \text{ m} \approx 20 \text{ cm}$$

**2 mallas anulares Ø 5/8" @ 0.20 m**

*Cuantia radial:  $\rho = 0.004589$*

*Para una barra de acero de 5/8",  $d_b = 1.60 \text{ cm} \rightarrow A_b = 2 \text{ cm}^2$*

$$S = \frac{A_b}{\rho * 25 * 100} = 0.1743 \text{ m} \approx 17.5 \text{ cm}$$

**2 mallas radiales Ø 5/8" @ 0.175 m**

- Cálculo de acero de la zapata

$$M_{11} = 1661.74 \text{ kg.cm}$$

*Cuantia superior:  $\rho = 3.846E - 05$*

*Para una barra de acero de 3/4",  $d_b = 1.91 \text{ cm} \rightarrow A_b = 2.84 \text{ cm}^2$*

$$S = 14.77 \text{ cm} \approx 15 \text{ cm}$$

**Acero superior Ø 3/4" @ 0.15 m**

**Acero inferior Ø 3/4" @ 0.20 m**

$$M_{11} = 1680.64 \text{ kg.cm}$$

*Cuantia anular:  $\rho = 0.003818$*

*Para una barra de acero de 1",  $d_b = 2.54 \text{ cm} \rightarrow A_b = 5.10 \text{ cm}^2$*



$$S = 26.71 \text{ cm} \approx 25 \text{ cm}$$

***Acero anular 2 mallas de Ø 1" @ 0.25 m***

**Juego de Planos Constructivos (Ver Anexo)**

***Plano de Ubicación y Localización***

***Plano Vista en Planta, Elevaciones y secciones***

***Planos de Diseño Estructural y Cimentaciones***

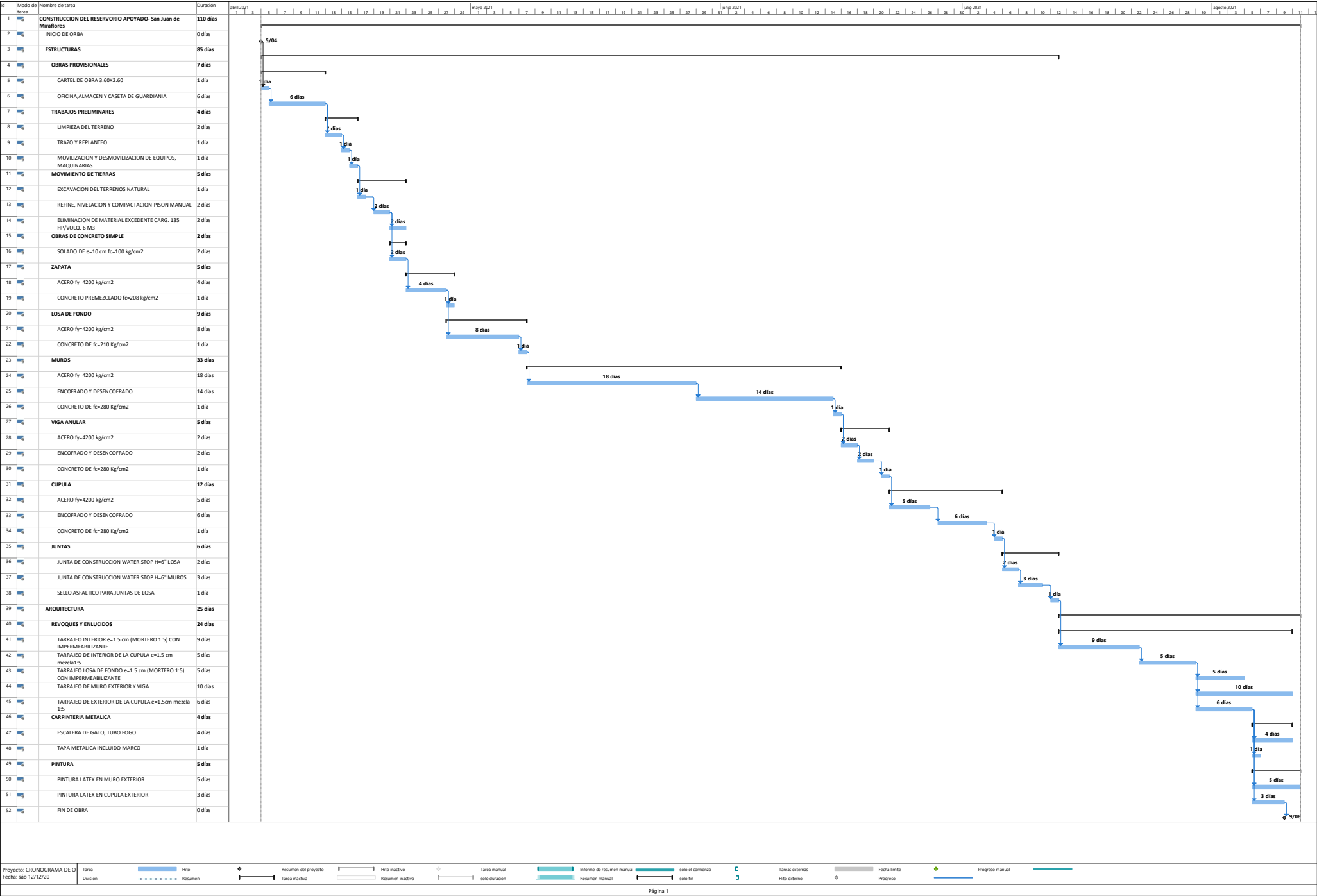
### **Resumen de Cumplimiento de los Estándares Nacionales e internacionales**

American Concrete Institute (ACI), en el capítulo de “Diseño Sísmico de Estructuras Contenedoras de Líquidos (ACI 350.3-06) y Comentarios (350.3R-06)” define los lineamientos y las limitaciones a seguir para el diseño de estructuras con propósitos de almacenamiento de fluidos (líquidos) ante las fuerzas sísmicas. Por otro lado, Portland Cement Association (PCA), describe un método para realizar el diseño a partir del cálculo de esfuerzos de corte y momentos, desplazamiento usando factores de relación entre lados, con la cual se puede realizar verificaciones del espesor del muro y la estabilidad de la estructura contenedora.

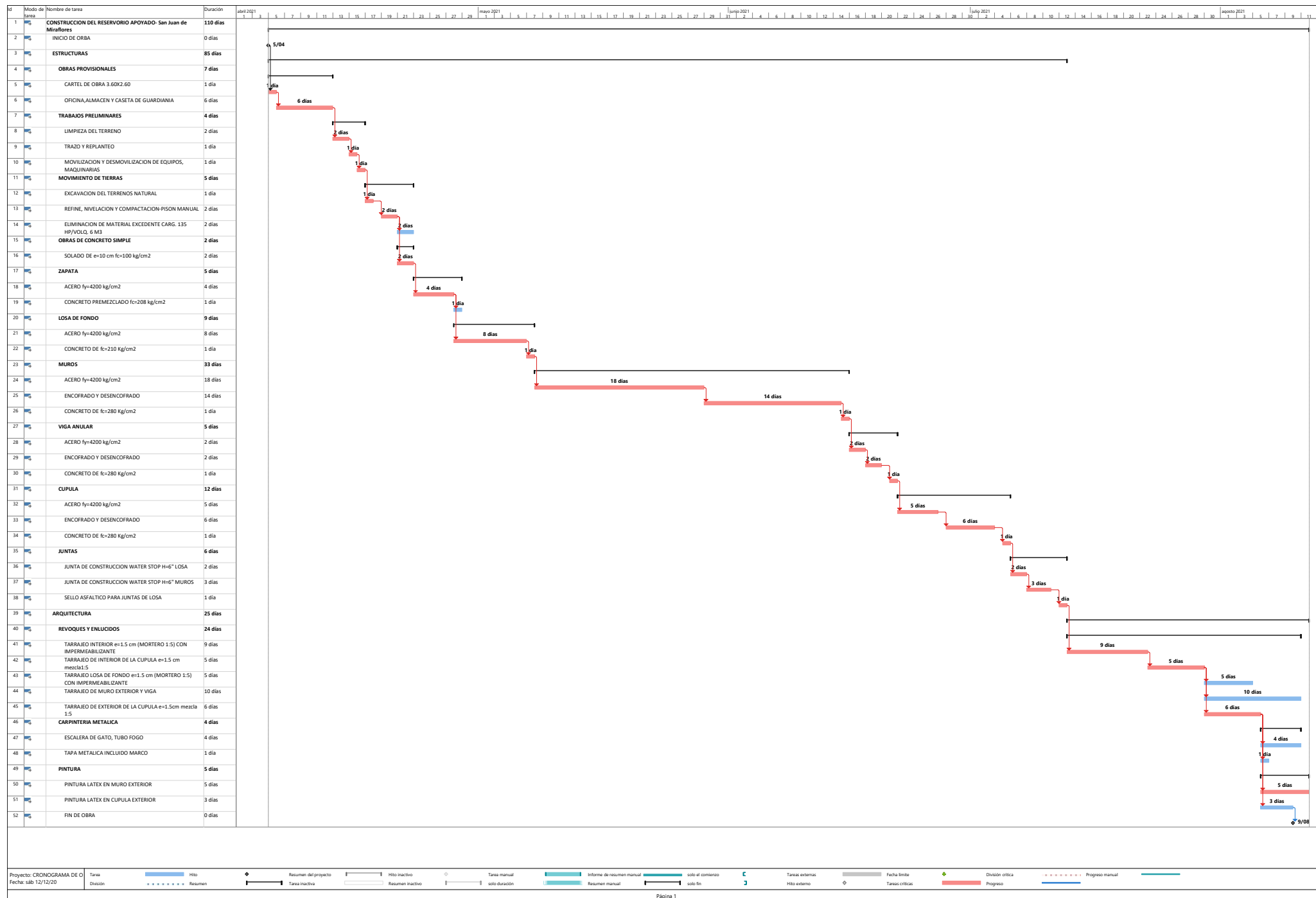
El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), en el apartado de habilitaciones urbanas sobre obras de saneamiento, la norma OS.030 describe las consideraciones que se debe tomar para prevenir el deterioro el volumen de almacenamiento de agua potable para el consumo humano. Así mismo, la norma OS.100 detalla los parámetros de diseño hidráulico como el periodo de diseño, población, dotación y las variaciones de consumo de agua. Además, la norma técnica del ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (MVCS) en su “Guía de diseños estandarizados para infraestructura sanitaria menor en proyectos de saneamiento en el ámbito urbano” recomienda valores y características que debe tener sistema de agua potable.

La Norma ACI.3-01 y la Norma E.030-2016, permite tomar en cuenta los factores que influyen para el análisis del método dinámico, como los efectos de sismo, el chapoteo del agua, la vibración y la inercia de la estructura, obteniendo resultados del comportamiento de la estructura más cercano a situación real. El método dinámico utiliza el modelo de Housner, la cual utiliza un sistema mecánico equivalente que simula el movimiento del fluido en el interior del reservorio, una masa impulsiva en la parte inferior que se mantiene rígida y otra de masa convectiva (flexible) en la parte superior que representa el movimiento del líquido (chapoteo) dentro del contenedor.

### **Cronograma de Ejecución del Proyecto**



### Diagrama de Ruta Critica



### **Análisis de Costos y Presupuestos**

El presupuesto que se presenta a continuación hace referencia a cuanto sería el costo estimado para la construcción del reservorio apoyado en el sector de Nueva Rinconada del distrito de San Juan de Miraflores y este se determinó tomando en cuenta datos referenciales como el rendimiento para el análisis de precios unitarios de la revista “Capeco” y de tesis de estudios previas del tema. Asimismo, el jornal básico de los trabajadores se obtuvo de la tabla de salarios de la federación de trabajadores en construcción civil del periodo 2020-2021 en el cual ya incluye los beneficios sociales de acuerdo con la ley peruana.

#### **Resumen de costos**

En las siguientes tablas se muestran el presupuesto en estructuras que es de setecientos trece mil doscientos veintidós y 75/100 nuevos soles (S/. 713,222.75) y el presupuesto en Arquitectura es de setentidos mil ciento dieciséis y 68/100 nuevos soles (S/. 72,116.68) haciendo un total de S/. 785,339.43 nuevos soles.

# Lista de Insumos

## Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra 1101004 PROYECTO DE DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO  
Subpresupuesto 001 ESTRUCTURA  
Fecha 01/04/2021  
Lugar 150133 LIMA - LIMA - SAN JUAN DE MIRAFLORES

| Código         | Recurso   | Unidad | Cantidad    | Precio S/. | Parcial S/.       |
|----------------|---|--------|-------------|------------|-------------------|
| MANO DE OBRA   |   |        |             |            |                   |
| 0101010002     | CAPATAZ   | hh     | 313.5562    | 13.00      | 4,076.23          |
| 0101010003     | OPERARIO  | hh     | 1,030.7274  | 12.40      | 12,781.02         |
| 0101010004     | OFICIAL   | hh     | 981.6477    | 9.85       | 9,669.23          |
| 0101010005     | PEON  | hh     | 1,706.1978  | 8.95       | 15,270.47         |
| 01010100060002 | OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO                            | hh     | 64.6526     | 11.18      | 722.82            |
| 0101030000     | TOPOGRAFO   | hh     | 5.6032      | 12.00      | 67.24             |
|                |   |        |             |            | <b>42,587.01</b>  |
| MATERIALES     |   |        |             |            |                   |
| 02010500010001 | ASFALTO RC-250  | gal    | 2.6600      | 9.00       | 23.94             |
| 02040100010002 | ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16                          | kg     | 629.2885    | 7.80       | 4,908.45          |
| 0204030001     | ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60             | kg     | 11,327.1799 | 12.12      | 137,285.42        |
| 0204120001     | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA                         | kg     | 1.0000      | 4.87       | 4.87              |
| 02041200010003 | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"                   | kg     | 1.3870      | 6.12       | 8.49              |
| 0204180008     | PLANC.CORRUG.SUPER TECHALIT 1.80M.                    | und    | 15.2000     | 8.93       | 135.74            |
| 0207010001     | PIEDRA CHANCADA                                       | m3     | 9.6900      | 58.65      | 568.32            |
| 02070100050001 | PIEDRA MEDIANA DE 4"                                  | m3     | 0.2835      | 24.00      | 6.80              |
| 02070200010002 | ARENA GRUESA  | m3     | 9.2260      | 30.00      | 276.78            |
| 0207030001     | HORMIGON  | m3     | 0.3600      | 22.00      | 7.92              |
| 0210070002     | JUNTA WATER STOP NEOPRENE 225MM.                      | m      | 246.0780    | 20.34      | 5,005.23          |
| 0213010001     | CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)                     | bol    | 125.1200    | 19.49      | 2,438.59          |
| 02130100010001 | CEMENTO PORTLAND TIPO I SOL                           | bol    | 0.9000      | 19.49      | 17.54             |
| 0213020004     | CAL HIDRATADA   | bol    | 17.5100     | 20.00      | 350.20            |
| 02180200010005 | PERNO HEXAGONAL ROSCA CORRIENTE 4"                    | pza    | 9.0000      | 3.50       | 31.50             |
| 02190100010011 | CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2 CON CEMENTO T-I   | m3     | 279.9390    | 450.00     | 125,972.55        |
| 02190100010018 | CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 kg/cm2 CON CEMENTO T-I   | m3     | 297.0138    | 350.00     | 103,954.83        |
| 0219030002     | Concreto para Falso Piso e=4                          | m2     | 95.0000     | 37.04      | 3,518.80          |
| 0231010001     | MADERA TORNILLO                                       | p2     | 77.0040     | 3.50       | 269.51            |
| 0231010004     | MADERA TORNILLO - LARGA                               | p2     | 161.5000    | 5.93       | 957.70            |
| 0231050003     | TRIPLAY LUPUNA 4x8x12 MM                              | pln    | 6.7450      | 53.73      | 362.41            |
| 0240020003     | PINTURA ESMALTE SINTETICO TEKNO                       | gal    | 0.4200      | 38.00      | 15.96             |
| 0290130022     | AGUA  | m3     | 16.2000     | 2.85       | 46.17             |
| 0292010004     | CORDEL  | kg     | 7.0040      | 2.00       | 14.01             |
| 0293010001     | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA Y EQUIPO | qlb    | 1.0000      | 4,600.00   | 4,600.00          |
| 0295010001     | GIGANTOGRAFIA (3.60x2.60 M)                           | qlb    | 1.0000      | 1,200.00   | 1,200.00          |
|                |   |        |             |            | <b>391,981.73</b> |
| EQUIPOS        |   |        |             |            |                   |
| 0301000020     | TEODOLITO Y MIRA                                      | hm     | 5.6032      | 5.80       | 32.50             |
| 0301000021     | NIVEL TOPOGRAFICO                                     | hm     | 5.6032      | 5.00       | 28.02             |
| 0301030011     | ENCOFRADO METALICO - ALQUILER                         | m2     | 1,067.9098  | 42.58      | 45,471.60         |
| 0301100007     | PISON MANUAL  | hm     | 20.5760     | 2.00       | 41.15             |
| 0301160004     | CARGADOR F. SOBRE ORUGAS 135 HP 2.2 Y3                | hm     | 31.1921     | 189.18     | 5,900.92          |
| 0301170002     | RETROEXCAVADORA                                       | hm     | 6.8087      | 155.00     | 1,055.35          |
| 03012200040002 | CAMION VOLQUETE DE 10 m3                              | hm     | 93.6700     | 117.64     | 11,019.34         |
| 03012900010005 | VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"                       | hm     | 64.6526     | 5.71       | 369.17            |
| 0301290004     | MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3             | hm     | 17.0000     | 55.12      | 937.04            |
| 0301340008     | ANDAMIO METALICO -ALQUILER                            | hm     | 170.8656    | 15.72      | 2,686.01          |
| 03014700010009 | WINCHAS   | und    | 1.0506      | 68.22      | 71.67             |
|                |   |        |             |            | <b>67,612.77</b>  |
| <b>Total</b>   |   |        |             | <b>S/.</b> | <b>502,181.51</b> |

## Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra 1101004 PROYECTO DE DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO  
 Subpresupuesto 002 ARQUITECTURA  
 Fecha 01/04/2021  
 Lugar 150133 LIMA - LIMA - SAN JUAN DE MIRAFLORES

| Código         | Recurso                                       | Unidad | Cantidad   | Precio S/. | Parcial S/.      |
|----------------|---|--------|------------|------------|------------------|
| MANO DE OBRA   |   |        |            |            |                  |
| 0101010002     | CAPATAZ                                       | hh     | 78.9199    | 13.00      | 1,025.96         |
| 0101010003     | OPERARIO                                      | hh     | 1,322.7403 | 12.40      | 16,401.98        |
| 0101010005     | PEON  | hh     | 656.0693   | 8.95       | 5,871.82         |
|                |   |        |            |            | <b>23,299.76</b> |
| MATERIALES     |   |        |            |            |                  |
| 0204160003     | PLATINA F.N. 4" X 1/2" X 20"                  | kg     | 12.8750    | 7.00       | 90.13            |
| 02070200010001 | ARENA FINA                                    | m3     | 27.1957    | 77.00      | 2,094.07         |
| 02130100010001 | CEMENTO PORTLAND TIPO I SOL                   | bol    | 178.9570   | 19.49      | 3,487.87         |
| 02221700010028 | ADITIVO IMPERMEABILIZANTE CHEMA 1             | gal    | 217.5721   | 42.00      | 9,138.03         |
| 0238010001     | LIJA PARA MADERA                              | plg    | 55.0095    | 2.11       | 116.07           |
| 0240010014     | PINTURA LATEX ACRILICA TECKNOMATE O SUPERMATE | gal    | 33.0072    | 45.46      | 1,500.51         |
| 0240020003     | PINTURA ESMALTE SINTETICO TEKNO               | gal    | 2.5750     | 38.00      | 97.85            |
| 0240020016     | PINTURA IMPRIMANTE BASE                       | gal    | 27.5060    | 38.56      | 1,060.63         |
| 0240070003     | PINTURA ANTICORROSIVA EPOXICA                 | gal    | 2.5750     | 68.45      | 176.26           |
| 0255080015     | SOLDADURA CELLOCORD AP E- 60                  | kg     | 2.5750     | 13.44      | 34.61            |
| 02683000010005 | TAPA METÁLICA                                 | und    | 4.7500     | 350.00     | 1,662.50         |
| 0272010087     | TUBO ACERO GALV. STANDAR TIPO ISO I 3/4"      | m      | 82.4000    | 14.29      | 1,177.50         |
| 0272010088     | TUBO ACERO GALV. STANDAR TIPO ISO I 2"        | m      | 108.1500   | 16.81      | 1,818.00         |
| 0290130022     | AGUA  | m3     | 104.3830   | 2.85       | 297.49           |
|                |   |        |            |            | <b>22,751.52</b> |
| EQUIPOS        |   |        |            |            |                  |
| 0301330009     | EQUIPO DE CORTE Y SOLDEO                      | hm     | 51.5000    | 21.00      | 1,081.50         |
| 0301340008     | ANDAMIO METALICO -ALQUILER                    | hm     | 195.7080   | 15.72      | 3,076.53         |
|                |   |        |            |            | <b>4,158.03</b>  |
| Total          |   |        |            | S/.        | <b>50,209.31</b> |

Presupuesto

Presupuesto 1101004 PROYECTO DE DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO  
Subpresupuesto 001 ESTRUCTURA  
Cliente SECTOR DE NUEVA RINCONADA DEL DISTRITO DE SAN JUAN DE MIRAFLORES  
Lugar LIMA - LIMA - SAN JUAN DE MIRAFLORES

| Item        | Descripción  | Und. | Metrado  | Precio S/. | Parcial S/. |
|-------------|--|------|----------|------------|-------------|
| 01          | ESTRUCTURAS  |      |          |            | 503,688.38  |
| 01.01       | OBRAS PROVISIONALES  |      |          |            | 15,990.02   |
| 01.01.01    | CARTEL DE OBRA 3.60x2.60   | und  | 1.00     | 1,705.82   | 1,705.82    |
| 01.01.02    | OFICINAS, ALMACEN Y CASETA DE GUARDIANIA                         | m2   | 95.00    | 150.36     | 14,284.20   |
| 01.02       | OBRAS PRELIMINARES   |      |          |            | 6,151.39    |
| 01.02.01    | LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL                                      | m2   | 350.20   | 2.10       | 735.42      |
| 01.02.02    | TRAZO DE NIVELES Y REPLANTEO                                     | m2   | 350.20   | 2.33       | 815.97      |
| 01.02.03    | MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO, MAQUINARIAS            | glb  | 1.00     | 4,600.00   | 4,600.00    |
| 01.03       | MOVIMIENTO DE TIERRAS  |      |          |            | 19,619.49   |
| 01.03.01    | EXCAVACIONES MASIVAS CON MAQUINARIA                              | m3   | 378.26   | 3.37       | 1,274.74    |
| 01.03.02    | REFINE, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN - PISON MANUAL                 | m2   | 257.20   | 3.13       | 805.04      |
| 01.03.03    | ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CARG. 135HP/ VOLQ, 6M3 D=10 KM | m3   | 468.35   | 37.45      | 17,539.71   |
| 01.04       | CONCRETO SIMPLE  |      |          |            | 7,129.80    |
| 01.04.01    | CONCRETO SOLADO e=0.10 m, f'c=100 kg/cm2                         | m2   | 170.00   | 41.94      | 7,129.80    |
| 01.05       | CONCRETO ARMADO  |      |          |            | 454,797.68  |
| 01.05.01    | ZAPATAS  |      |          |            | 66,931.73   |
| 01.05.01.01 | CONCRETO PREMEZCLADO ZAPATAS f'c=210 kg/cm2                      | m3   | 114.00   | 469.44     | 53,516.16   |
| 01.05.01.02 | ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2                                | kg   | 980.67   | 13.68      | 13,415.57   |
| 01.05.02    | LOSA DE FONDO  |      |          |            | 102,202.85  |
| 01.05.02.01 | CONCRETO f'c= 210 kg/cm2 / LOSAS DE FONDO                        | m3   | 160.45   | 469.44     | 75,321.65   |
| 01.05.02.02 | ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2                                | kg   | 1,965.00 | 13.68      | 26,881.20   |
| 01.05.03    | MUROS  |      |          |            | 210,180.92  |
| 01.05.03.01 | CONCRETO PREMEZCLADO MUROS f'c=280 kg/cm2                        | m3   | 190.54   | 367.44     | 70,012.02   |
| 01.05.03.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO   | m2   | 914.16   | 65.01      | 59,429.54   |
| 01.05.03.03 | ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2                                | kg   | 5,902.00 | 13.68      | 80,739.36   |
| 01.05.04    | VIGAS ANULAR   |      |          |            | 34,090.97   |
| 01.05.04.01 | CONCRETO PREMEZCLADO VIGA ANULAR f'c=280 kg/cm2                  | m3   | 55.45    | 367.44     | 20,374.55   |
| 01.05.04.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO   | m2   | 75.21    | 65.01      | 4,889.40    |
| 01.05.04.03 | ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2                                | kg   | 645.25   | 13.68      | 8,827.02    |
| 01.05.05    | CUPULA   |      |          |            | 35,328.65   |
| 01.05.05.01 | CONCRETO PREMEZCLADO CAPULA f'c=280 kg/cm2                       | m3   | 45.20    | 367.44     | 16,608.29   |
| 01.05.05.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO   | m2   | 78.54    | 65.01      | 5,105.89    |
| 01.05.05.03 | ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2                                | kg   | 995.21   | 13.68      | 13,614.47   |
| 01.05.06    | JUNTAS   |      |          |            | 6,062.56    |
| 01.05.06.01 | JUNTA DE CONTRACCION WATER STOP H= 6" LOSA                       | m    | 98.74    | 25.22      | 2,490.22    |
| 01.05.06.02 | JUNTA DE CONTRACCION WATER STOP H= 6" MUROS                      | m    | 135.62   | 25.22      | 3,420.34    |
| 01.05.06.03 | SELLO CON MEZCLA ASFALTICA E= 1"                                 | m    | 20.00    | 7.60       | 152.00      |
|             | COSTO DIRECTO  |      |          |            | 503,688.38  |
|             | GASTOS GENERALES (10%)   |      |          |            | 50,368.84   |
|             | UTILIDAD (10%)   |      |          |            | 50,368.84   |
|             | SUBTOTAL   |      |          |            | 604,426.06  |
|             | IGV (18%)  |      |          |            | 108,796.69  |
|             | TOTAL DE PRESUPUESTO   |      |          |            | 713,222.75  |

SON : SETECIENTOS TRECE MIL DOSCIENTOS VEINTIDOS Y 75/100 NUEVOS SOLES



### Presupuesto

Presupuesto 1101004 PROYECTO DE DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO  
 Subpresupuesto 002 ARQUITECTURA  
 Cliente SECTOR DE NUEVA RINCONADA DEL DISTRITO DE SAN JUAN DE MIRAFLORES  
 Lugar LIMA - LIMA - SAN JUAN DE MIRAFLORES

| Item    | Descripción   | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/.      |
|---------|---|------|---------|------------|------------------|
| 01      | <b>ARQUITECTURA</b>   |      |         |            | <b>50,929.85</b> |
| 0101    | <b>REVOQUES Y ENLUCIDOS</b>                                 |      |         |            | <b>37,941.03</b> |
| 010101  | TARRAJEO LOSA DE FONDO e= 15 (MORTERO 1:5) CON              | m2   | 95.04   | 47.28      | 4,493.49         |
| 010102  | TARRAJEO INTERIOR e= 15 (MORTERO 1:5) CON                   | m2   | 392.94  | 37.31      | 14,660.59        |
| 010103  | TARRAJEO DE INTERIOR DE LA CAPULA e=15 CM MEZCLA 1:5        | m2   | 95.04   | 37.31      | 3,545.94         |
| 010104  | TARRAJEO DE EXTERIOR DE LA CAPULA e=15 CM MEZCLA 1:5        | m2   | 135.04  | 37.31      | 5,038.34         |
| 010105  | TARRAJEO MURO EXTERIOR Y VIGA                               | m2   | 415.08  | 24.58      | 10,202.67        |
| 0102    | <b>CARPINTERIA METALICA</b>                                 |      |         |            | <b>7,801.19</b>  |
| 0102.01 | ESCALERA DE GATO TUBO FOGO                                  | und  | 5150    | 110.23     | 5,676.85         |
| 0102.02 | TAPA METÁLICA INCLUIDO MARCO                                | und  | 4.75    | 447.23     | 2,124.34         |
| 0103    | <b>PINTURAS</b>   |      |         |            | <b>5,187.63</b>  |
| 0103.01 | PINTURA LATEX EN MUROS EXTERIORES                           | m2   | 415.08  | 9.43       | 3,914.20         |
| 0103.02 | PINTURA LATEX EN CAPULA EXTERIOR                            | m2   | 135.04  | 9.43       | 1,273.43         |
|         | <b>COSTO DIRECTO</b>  |      |         |            | <b>50,929.85</b> |
|         | <b>GASTOS GENERALES (10%)</b>                               |      |         |            | <b>5,092.99</b>  |
|         | <b>UTILIDAD (10%)</b>                                       |      |         |            | <b>5,092.99</b>  |
|         | <b>SUBTOTAL</b>   |      |         |            | <b>61,115.83</b> |
|         | <b>IGV (18%)</b>  |      |         |            | <b>11,000.85</b> |
|         | <b>TOTAL DE PRESUPUESTO</b>                                 |      |         |            | <b>72,116.68</b> |
|         | SON : SETENTIDOS MIL CIENTO DIECISEIS Y 68/100 NUEVOS SOLES |      |         |            |                  |

### Análisis de Precios Unitarios, APU's (ver Anexo)

### Plan de Control de Calidad y Seguridad en la Obra

Tabla 38. Escalas de nivel de daño de la matriz IPER.

| Severidad<br>Probabilidad | LIGERAMENTE<br>DAÑINO<br>(4) | DAÑINO<br>(6)                | EXTREMADAMENTE<br>DAÑINO (8) |
|---------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| <b>BAJA (3)</b>           | 12 a 20<br>Riesgo Bajo       | 12 a 20<br>Riesgo Bajo       | 24 a 36<br>Riesgo Moderado   |
| <b>MEDIA (5)</b>          | 12 a 20<br>Riesgo Bajo       | 24 a 36<br>Riesgo Moderado   | 40 a 54<br>Riesgo Importante |
| <b>ALTA (9)</b>           | 24 a 36<br>Riesgo Moderado   | 40 a 54<br>Riesgo Importante | 60 a 72<br>Riesgo Crítico    |

Tabla 39. Matriz IPER de la ejecución de obra.

| Función o Tarea                             | Peligro  | Riesgo Asociado   | Ev. De Riesgo |              |             | Clasificación del Riesgo asociado | Medidas de Control   |
|---|--|---|---------------|--------------|-------------|-----------------------------------|--|
|   |  |   | Probabilidad  | Consecuencia | Mag. Riesgo |                                   |  |
|   |  |   | P             | C            | MR=PxC      |                                   |  |
| Costos y Presupuestos                       | Costos y prepuestos referenciales del proyecto.                                  | Sobrecosto de proyecto.   | 5             | 4            | 20          | Riesgo Bajo                       | Realizar las cotizaciones directamente, y para la ejecución se debe actualizar los precios unitarios.  |
| Levantamiento Topográfico                   | Perdidas de equipos topográficos.  | Robo en la zona del levantamiento por terceros.   | 9             | 8            | 72          | Riesgo Crítico                    | Contratación de Personal de Seguridad .  |
|   | Accidente del personal que opera el equipo, por pendientes abruptas del terreno. | Caídas del personal por las características peligrosas del terreno.   | 3             | 6            | 18          | Riesgo Bajo                       | Capacitación de todo el personal topográfico que van a realizar el levantamiento para que tengan conocimiento de los peligros que se puedan suscitar en la ejecución.  |
| Estudios Geotécnicos                        | Accidentes en el lugar de toma de muestras de suelos.                            | Caídas durante la excavación de calicatas y cualquier otro accidente asociado a las herramientas.                                   | 3             | 4            | 12          | Riesgo Bajo                       | Capacitación del personal técnico y ayudantes para extracción de muestras.   |
|   | Contar con equipos no calibrados en los laboratorios                             | Resultados erróneos, de las muestras de estudios de suelos por falta de equipos calibrados.   | 3             | 8            | 24          | Riesgo Moderado                   | Compra y calibración de equipos necesarios para lograr obtener resultados correctos y coherentes.  |
|   | Falta de especialistas o técnicos.   | Retraso en la ejecución de los ensayos.   | 3             | 6            | 18          | Riesgo Bajo                       | Contratación y capacitación de personal técnico .  |
| Movimientos de Tierra                       | Accidente de los peones durante la excavación.                                   | Caída del material excavado por las pendientes elevadas.  | 5             | 8            | 40          | Riesgo Importante                 |  |
|   | Accidente con las maquinarias pesadas, cargador frontal, BobCat.                 | Atropello a los peones durante la excavación por falta de señalización en la zona de excavación.                                    | 3             | 8            | 24          | Riesgo Moderado                   | Contratación de ingeniero de seguridad para realizar las charlas sobre peligros y riesgos en obra a los operarios y peones cada día antes de inicio de cada actividad. |
|   | Accidentes en el uso de explosivos durante la excavación.                        | Daño colateral a las viviendas aledañas en la ejecución de los explosivos.  | 9             | 8            | 72          | Riesgo Crítico                    |  |
| Ejecución de Estructuras de Concreto Armado | Accidentes durante el encofrado de las estructuras                               | Caída de los operarios durante el encofrado de las estructuras de altura y otros accidentes asociados a las herramientas de uso.    | 3             | 8            | 24          | Riesgo Moderado                   | Capacitación a los operarios y peones sobre los peligros latentes de trabajos en altura, de tal forma que se puedan tomar las medidas pertinentes.                     |
|   | Accidentes durante el armado del acero de refuerzo de las estructuras.           | Tropiezos y cortes durante el acarreo de acero a la zona de armado de cada elemento estructural.                                    | 5             | 6            | 30          | Riesgo Moderado                   | Señalización y capacitación a los operarios encargados del armado de los aceros de refuerzo.   |
|   | Accidentes durante el vaciado de concreto en las estructuras.                    | Caídas durante el vaciado de elementos estructurales elevados (viga anular, domo), y accidente durante la manipulación del cemento. | 3             | 8            | 24          | Riesgo Moderado                   | Capacitación a los peones encargados de realizar el vaciado de las estructuras.  |

## Conclusiones

- Se concluye que la deficiencia del servicio de agua potable hacia los sectores periurbanos del distrito de San Juan de Miraflores es debido al crecimiento poblacional y la inaccesibilidad que presenta esta zona, por lo que el abastecimiento de este insumo debe de ser mediante sistema de reservorios, ya que es la mejor alternativa para sectores poblados en cotas altas (quebradas) de la matriz o red principal de servicio de agua potable de SEDAPAL.
- El estudio de mecánica de suelos presenta parámetros de terreno en la zona del proyecto un valor de 20 kg/cm<sup>2</sup> de esfuerzo admisible, un ángulo de fricción de 33°, cohesión de 0 kg/cm<sup>2</sup>. Estos parámetros fueron obtenidos de fuentes secundarias realizados en laboratorio para el proyecto de construcción del colegio Fe y Alegría N°65, la cual se ubica cerca al presente proyecto de reservorio. Donde el perfil estratigráfico que posee el terreno es de roca fragmentada y roca sana con denominación granodiorita (roca ígnea). En ese sentido, se afirma que la cimentación es estable y segura a problemas de asentamiento, pero no ante fuerzas externas.
- El diseño de reservorio para el abastecimiento con agua potable a la zona I (Nueva Rinconada-Pamplona Alta) del distrito de San Juan de Miraflores sigue las disposiciones y limitaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones (normativa vigente) en lo que son aplicables. Por lo que, se establece el cumplimiento de códigos internacionales (ACI 350-06) para consideraciones adicionales en el diseño del reservorio apoyado, la cual fue ubicada de manera estratégica en la zona en estudio. El reservorio en mención posee un volumen de 418 m<sup>3</sup> para abastecer a una población total de 4872 ciudadanos al 2039 con la consideración de 24 horas/día de servicio.

- El análisis y diseño del presente proyecto sigue las disposiciones del código ACI 350-06, la cual toma el método de G.W. Housner para el análisis dinámico. Este modelo toma en consideración las masas impulsivas y convectivas que simula el estado real (masa estática y el chapoteo del agua) al que estará expuesto la estructura. Tal modelo se desarrolló en el software SAP2000 cumpliendo las limitaciones mínimas expuestas por los códigos nacionales e internacionales (ACI 350-06).

### **Recomendaciones**

- Se recomienda el uso de normas y códigos internacionales para el análisis de estructuras contenedoras de líquidos (reservorios), debido a que la norma técnica peruana no cuenta con las especificaciones necesarias para este tipo de estructuras.
- Se recomienda realizar un estudio de suelo en el punto de ubicación del proyecto para tener mayor certeza de los parámetros a utilizar y conocer las propiedades químicas al que ca a estar expuesto la estructura.
- Se recomienda el uso del código American Concrete Instituto para contenedores de líquidos (ACI 350.3-06), dicha norma se complementa con los códigos ASCE/SEI 7-16 y del IBC (IBC es la actualización del UBC-97) la cual permite la obtención de los parámetros necesarios para el diseño de este tipo estructuras.
- Es recomendable utilizar softwares para el análisis estructural, debido a que este permite comprender mejor el comportamiento real de la estructura a diseñar. Además, toma en consideración las condiciones a las que estará expuesta la estructura permitiendo así la reducción de tiempo en proceso de cálculo y análisis.

## Bibliografía

- ACI 350-06. (2006). *Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures ( Aci 350-01 ) and Commentary ( Aci 350R-01 )*.
- ACI 350.3-06. (2006). *Seismic Design of Liquid-Containing Concrete Structures and Commentary (ACI 350.3-06)*. In *American Concrete Institute*.
- Andina. (2018). *Ministro de Vivienda resalta uso de innovación tecnológica en proyecto de Sedapal* / Noticias / Agencia Peruana de Noticias Andina. <https://andina.pe/agencia/noticia-ministro-vivienda-resalta-uso-innovacion-tecnologica-proyecto-sedapal-711685.aspx>
- ASCE/SEI 7-16. (2017). Minimum design loads and associated criteria for buildings and other structures. In *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures*. <https://doi.org/10.1061/9780784414248>
- Barde, J. A., & Lehmann, P. (2014). Distributional effects of water tariff reforms - An empirical study for Lima, Peru. *Water Resources and Economics*, 6, 30–57. <https://doi.org/10.1016/j.wre.2014.05.003>
- Carhuapoma, J., & Chahuayo, A. (2019). *Diseño Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable En La Rinconada De Pamplona Alta, Aplicando Epanet Y Algoritmos Genéticos Para La Localización De Válvulas Reductoras De Presión*. <http://hdl.handle.net/10757/626349>
- Castillo, D. (2019). *Análisis y diseño estructural de un reservorio apoyado para el mejoramiento del servicio de agua potable del distrito de Morales, año 2018*. Universidad Nacional San Martín de Porres.
- El Comercio. (2017). *Conoce el proyecto de mallas atrapa-nieblas premiado por Google*. <https://elcomercio.pe/peru/conoce-proyecto-mallas-atrapanieblas-premiado-google-noticia->

483882-noticia/?ref=ecr

Fernández-Maldonado, A. M. (2008). Expanding networks for the urban poor: Water and telecommunications services in Lima, Peru. *Geoforum*, 39(6), 1884–1896. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2007.11.007>

Gestión. (2020a). *Banco Mundial: Perú será el país con mayor caída de PBI en Sudamérica este año*. <https://gestion.pe/economia/banco-mundial-peru-sera-el-pais-con-mayor-caida-de-pbi-en-sudamerica-este-ano-noticia/?ref=gesr>

Gestión. (2020b). *Producción de agua potable en Lima Metropolitana creció 4.1% en julio*. <https://gestion.pe/peru/produccion-de-agua-potable-en-lima-metropolitana-crecio-41-en-julio-noticia/?ref=gesr>

Huaquisto Cáceres, S., & Chambilla Flores, I. G. (2019). Análisis Del Consumo De Agua Potable En El Centro Poblado De Salcedo, Puno. *Investigacion & Desarrollo*, 19(1), 133–144. <https://doi.org/10.23881/idupbo.019.1-9i>

INEI. (2017). *Sistema de Consulta de Abastecimiento de Agua por Red Pública a Nivel de Manzana*. <https://agua.inei.gob.pe/menu/?csrfmiddlewaretoken=w4P7asNdvba9iFoakVFoXg5sITsRVtRNGt7Tq7XGSesjTnBHeS4WxsGo2pwFq7iT&next=>

INEI. (2019). Perú: formas de acceso al agua y saneamiento básico. *Erik Romero Condor Jose Garcia Zanabria, Anibal Sánchez Aguilar, Nancy Hidalgo Calle, Cirila Gutierrez Espino, Doris Mendoza Oyola, Cesar Zambrano Duran*, 1, 68. [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin\\_agua.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua.pdf)

INEI. (2020). *Notas de Prensa*. <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/la-poblacion-ocupada->

del-pais-alcanzo-10-millones-272-mil-400-personas-en-el-ii-trimestre-del-2020-12346/

Lee, E. J., & Schwab, K. J. (2005). Deficiencies in drinking water distribution systems in developing countries. *Journal of Water and Health*, 3(2), 109–127.  
<https://doi.org/10.2166/wh.2005.0012>

Loyola, R., & Soncco, C. (2007). Salud y calidad de agua en zonas urbano-marginales de Lima Metropolitana. *Economía y Sociedad* 64, CIES, 80–85.  
<http://old.cies.org.pe/files/ES/bol64/11-loyola.pdf>

Martín, J. (2017). *Estudia tu entorno con un PEST-EL*. Cerem. <https://www.cerem.es/blog/estudia-tu-entorno-con-un-pest-el>

Martínez, E., & Sánchez, L. (2004). *Análisis Sísmico De Tanques Elevados De Agua Sobre Diferentes Sistemas Estructurales De Hormigón Reforzado En La Ciudad De Bucaramanga* [Universidad Industrial de Santander]. <http://eprints.uanl.mx/5481/1/1020149995.PDF>

Matés, J., & Manuel, J. (2009). El desarrollo de las redes de agua potable: modernización y cambio en el abastecimiento urbano. *Agenda Social*, 3(1), 23–51.

Municipalidad distrital de San Juan de Miraflores. (2020). *Diagnóstico Distrital de Riesgo Sísmico, San Juan de Miraflores*.

Naciones Unidas. (2019). *Paz, dignidad e igualdad en un planeta sano*.  
<https://www.un.org/es/sections/issues-depth/water/index.html>

OMS. (2015). *Informe 2015 del PCM sobre el acceso a agua potable y saneamiento: datos esenciales*. [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/monitoring/jmp-2015-key-facts/es/](https://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmp-2015-key-facts/es/)

OPS. (2011). Agua y saneamiento: Evidencias para políticas públicas con enfoque en derechos humanos y resultados en salud pública. In *Twenty-third Street, N.W. Washington, D.C. 20037*,

- E.U.A. <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2012/AyS-PUB-WEB-20111104.pdf>
- PCA. (1993). *Circular concrete tanks without prestressing*.
- Pro-Inversión. (2019). *Resultados macroeconómicos*. <https://www.investinperu.pe/>
- RNE. (2006). Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento. *Reglamento Nacional De Edificaciones*, 53(9), 1689–1699.  
[http://www3.vivienda.gob.pe/pnc/docs/normatividad/varios/Reglamento Nacional de Edificaciones.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/pnc/docs/normatividad/varios/Reglamento_Nacional_de_Edificaciones.pdf)
- Rossman. (2000). *EPANET 2 USERS MANUAL*. EPA, Science Inventory.  
[https://cfpub.epa.gov/si/si\\_public\\_record\\_report.cfm?Lab=NRMRL&dirEntryId=95662](https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?Lab=NRMRL&dirEntryId=95662)
- SEDAPAL. (2020). *Declaración de impacto ambiental del proyecto: “Ampliación y mejoramiento de los sistema de agua potable y alcantarillado de los sectores 311, 313, 330, 310, 312, 314, 300, 307, 319, 324 y 301 – Nueva Rinconada – Distritos de San Juan de Miraflores, Villa*.
- Shiroma, A. (2008). *Construcción del Colegio Fe y Alegría N°65, en Pamplona alta – San Juan de Miraflores*.
- SINIA. (2017). *Ley de reforma constitucional que reconoce el derecho de acceso al agua como derecho constitucional*. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-reforma-constitucional-que-reconoce-derecho-acceso-agua-derecho>
- Sunass. (2017). *Resultados de la búsqueda de «consumo de agua lima» – Sunass*. Consumo de Agua Por Distrito de Lima Metropolitana.  
<https://www.sunass.gob.pe/?s=consumo+de+agua+lima>
- Toledo, V. (2014). *Comentarios al Proyecto de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente 2014 y Propuesta de Parámetros SS y SI para una Probabilidad Sísmica del Uno por Ciento de*

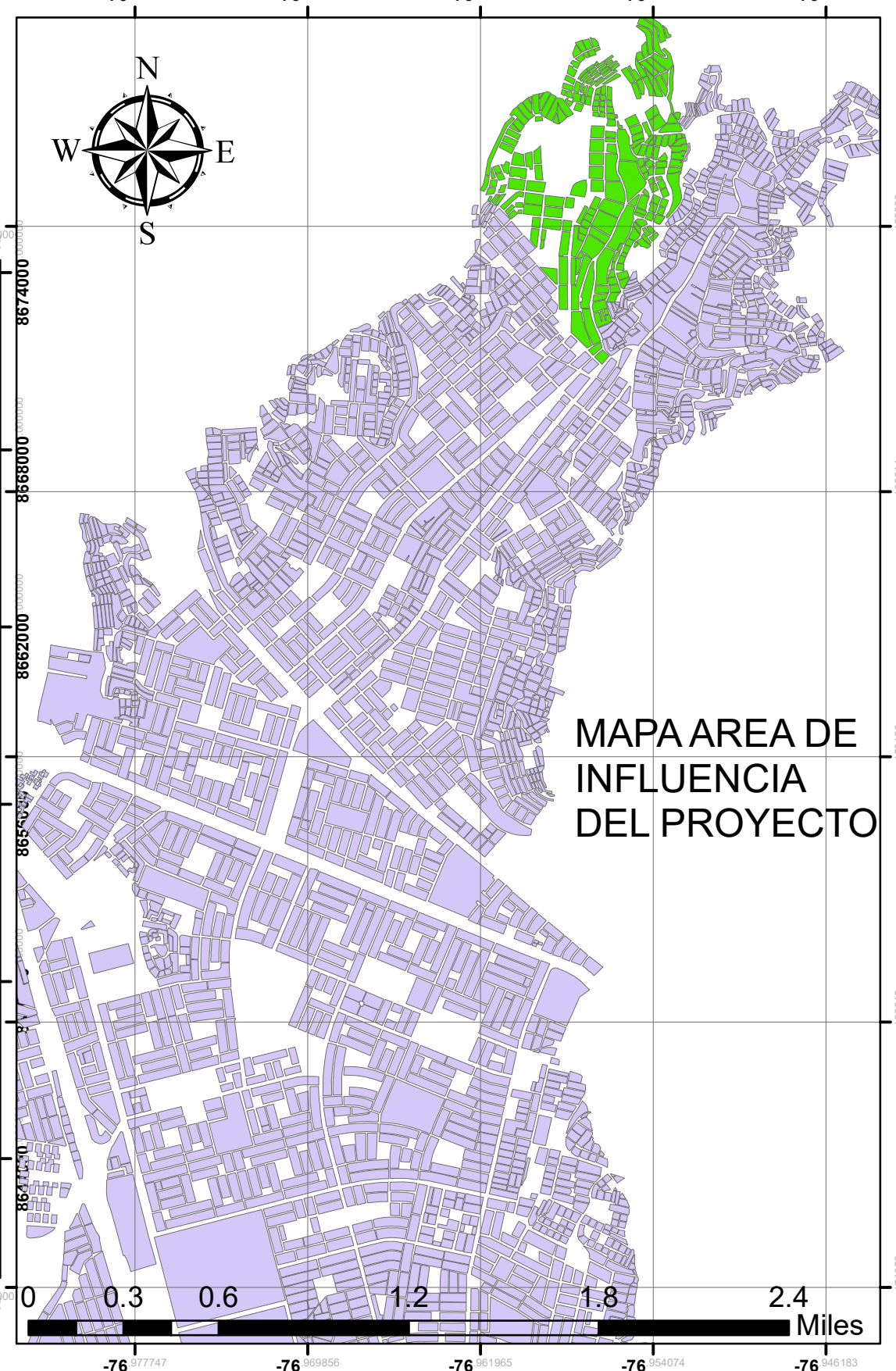
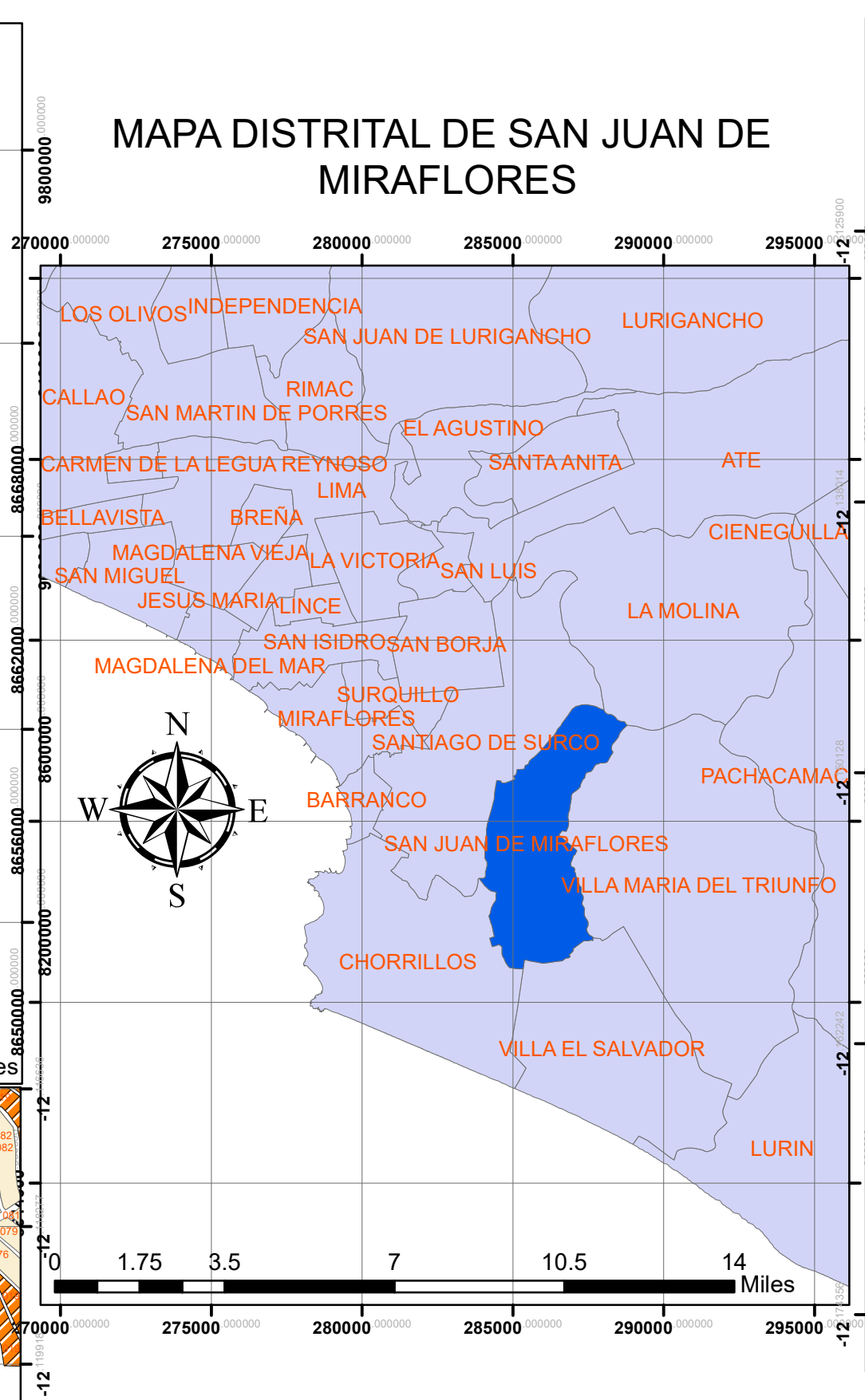
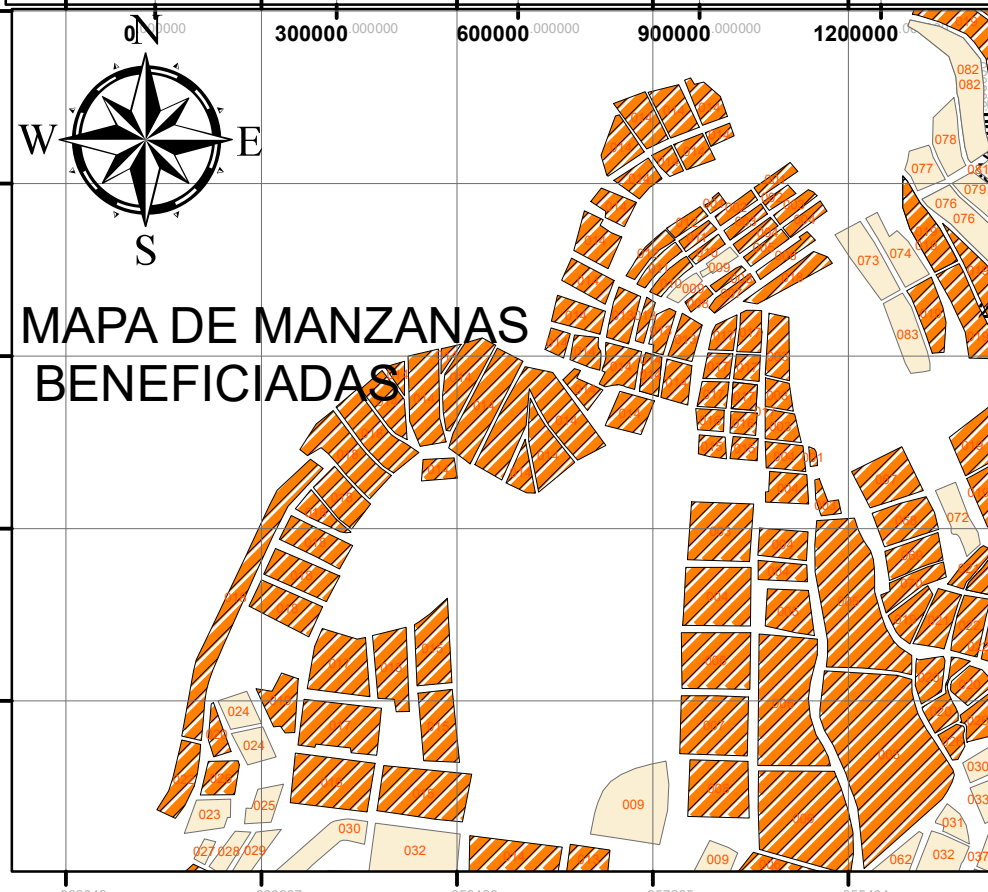


*Excedencia en 50 Años.*

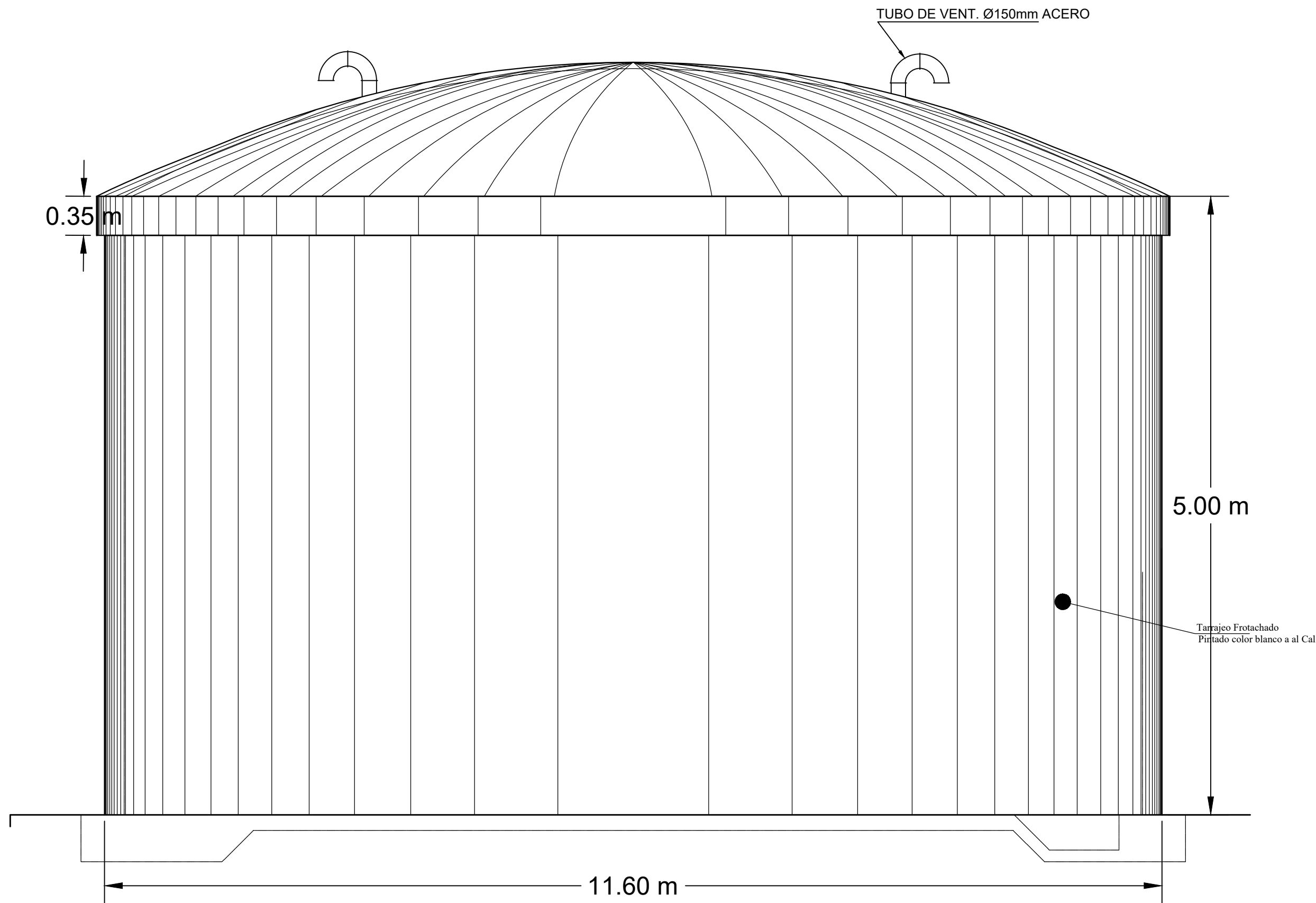
UNEP. (2002). Vital Water Graphics: An Overview of the State of the World's Fresh and Marine Waters. *Vital Water Graphics, A world of salt.*  
<https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/20624%0Ahttp://www.unep.org/dewa/vitalwater/article5.html>

UNESCO. (2019). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019. In *Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura*. <http://www.unwater.org/publications/world-water-development-report-2019/>

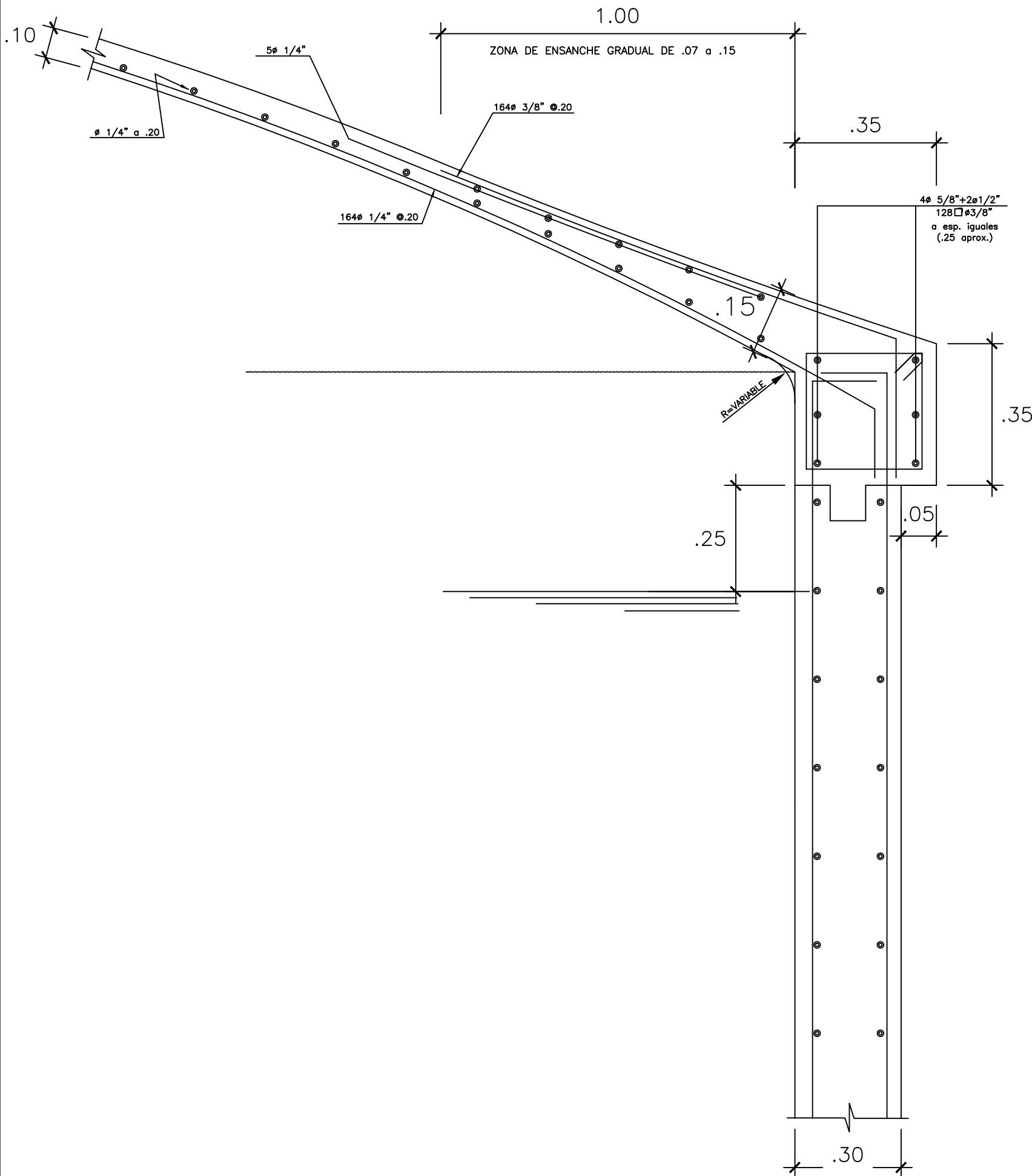
## **Anexos**



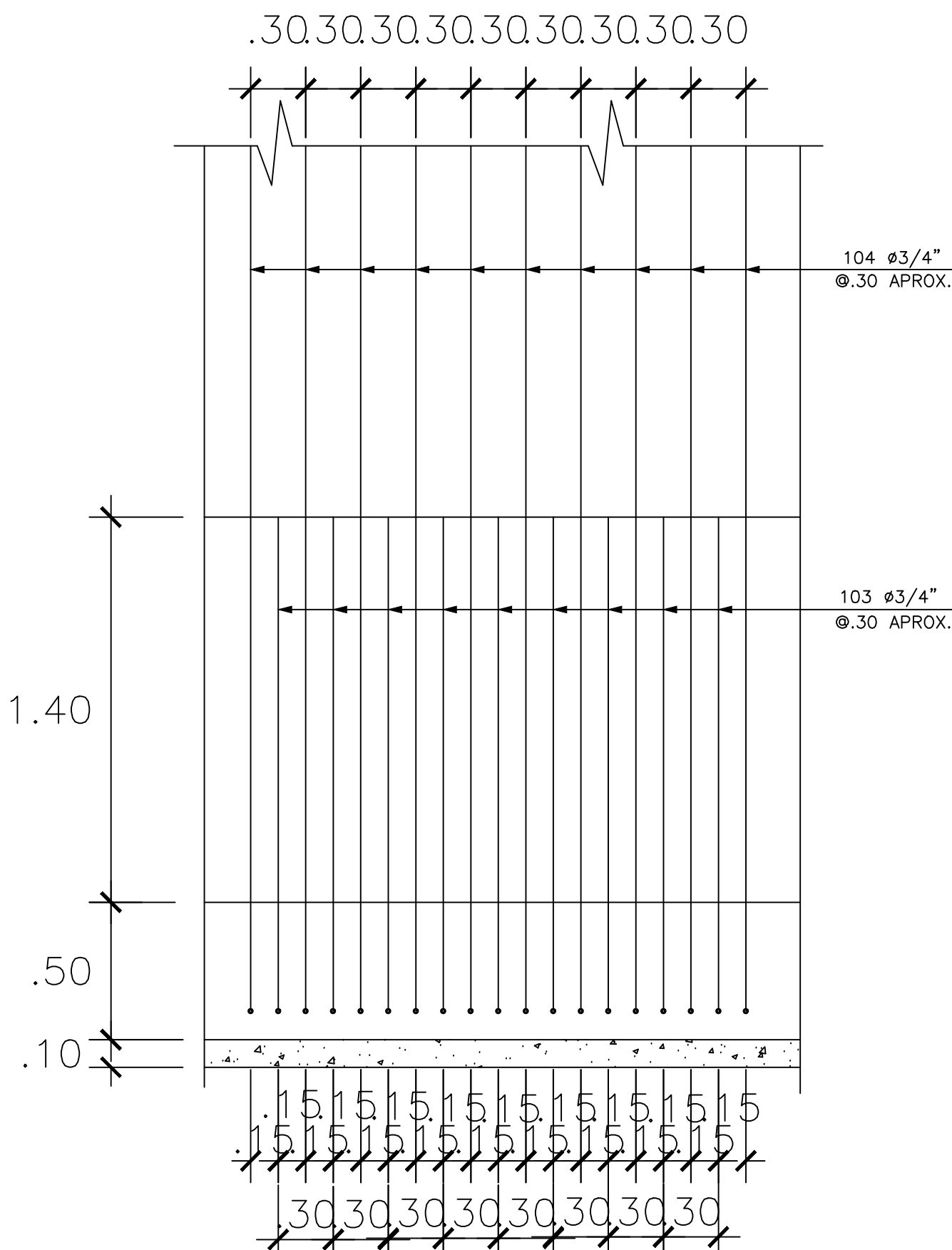
| ZONA 1-PAMPLONA ALTA-SAN JUAN DE MIRAFLORES |                              |        |  |
|---|------------------------------|--------|--|
| PROYECTO:                                   | DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO |        | UBICACIÓN:   |
| PLANO:                                      | UBICACIÓN DEL PROYECTO       |        | LIMA-LIMA-SAN JUAN DE MIRAFLORES<br>ZONA 1-PAMPLONA ALTA |
| RESPONSABLE:                                |                              |        | LAMINA   |
| ESCALA:                                     | DIBUJANTE CAD:               | FECHA: | A-03   |
| 1/1000                                      |                              | ABRIL  |  |



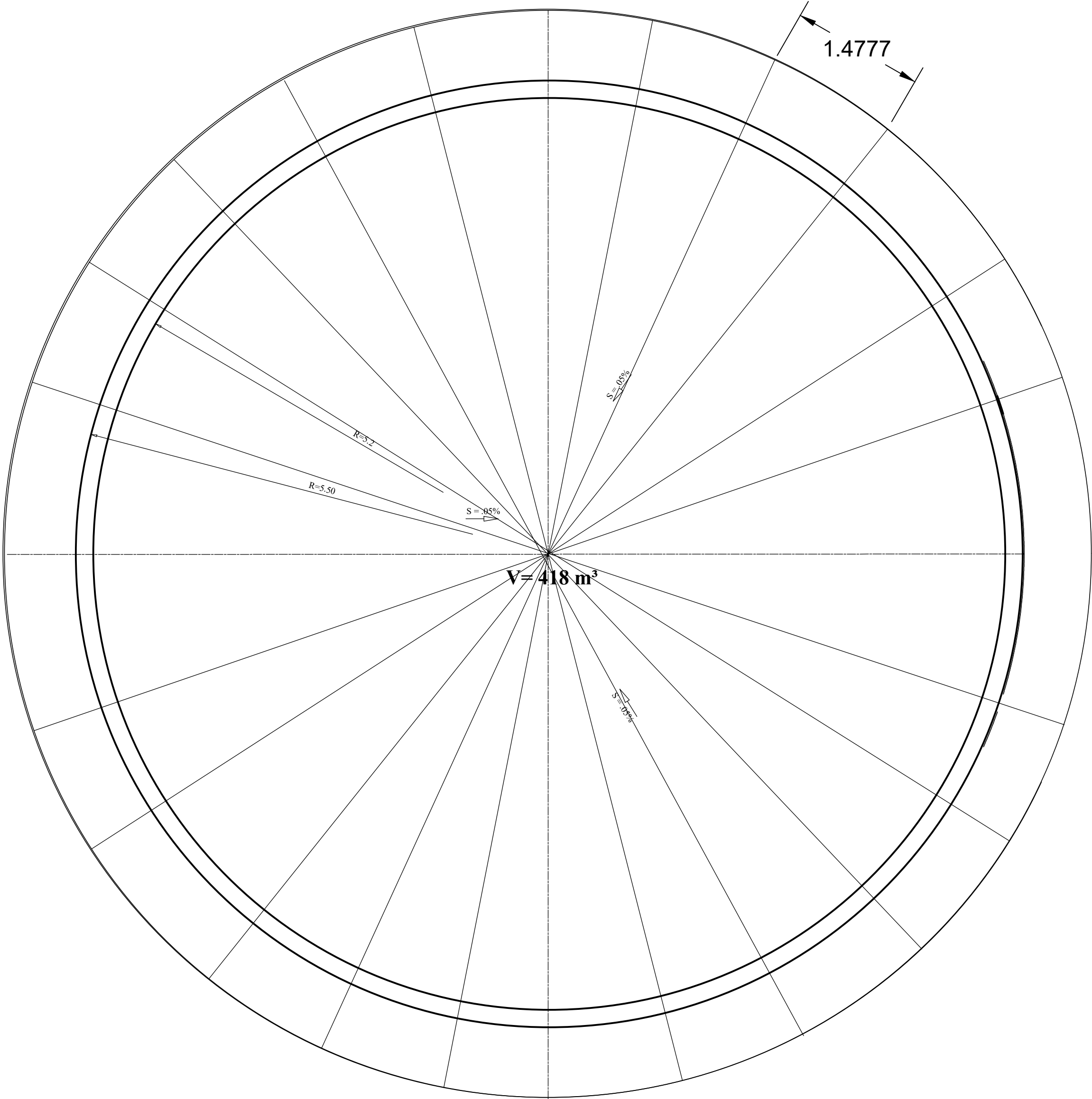
ELEVACION LATERAL RESERVORIO :V= 418 m³



DETALLE DE REFUERZO EN CUBIERTA, ANILLO Y VERTEDERO DE REBOSE



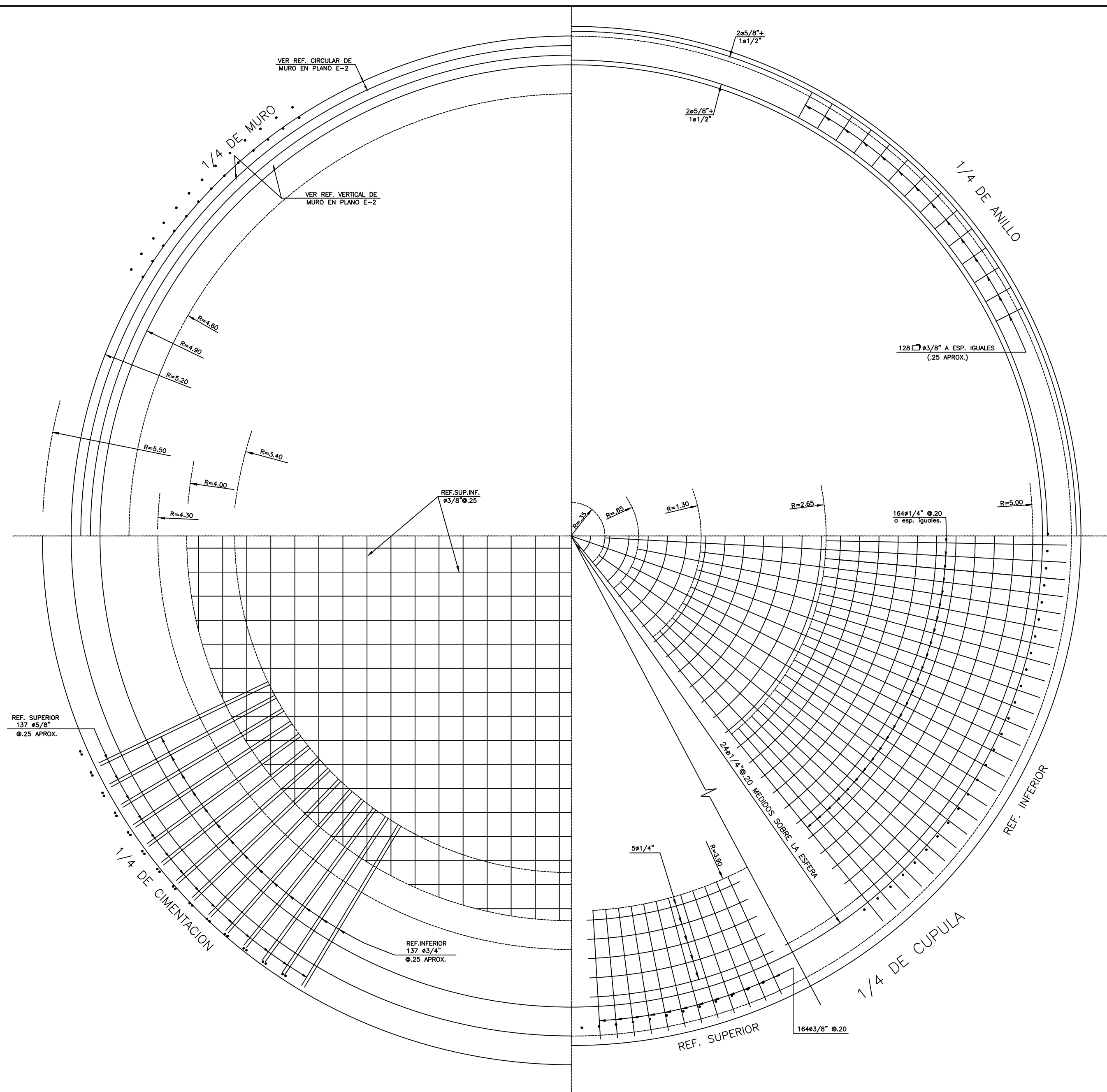
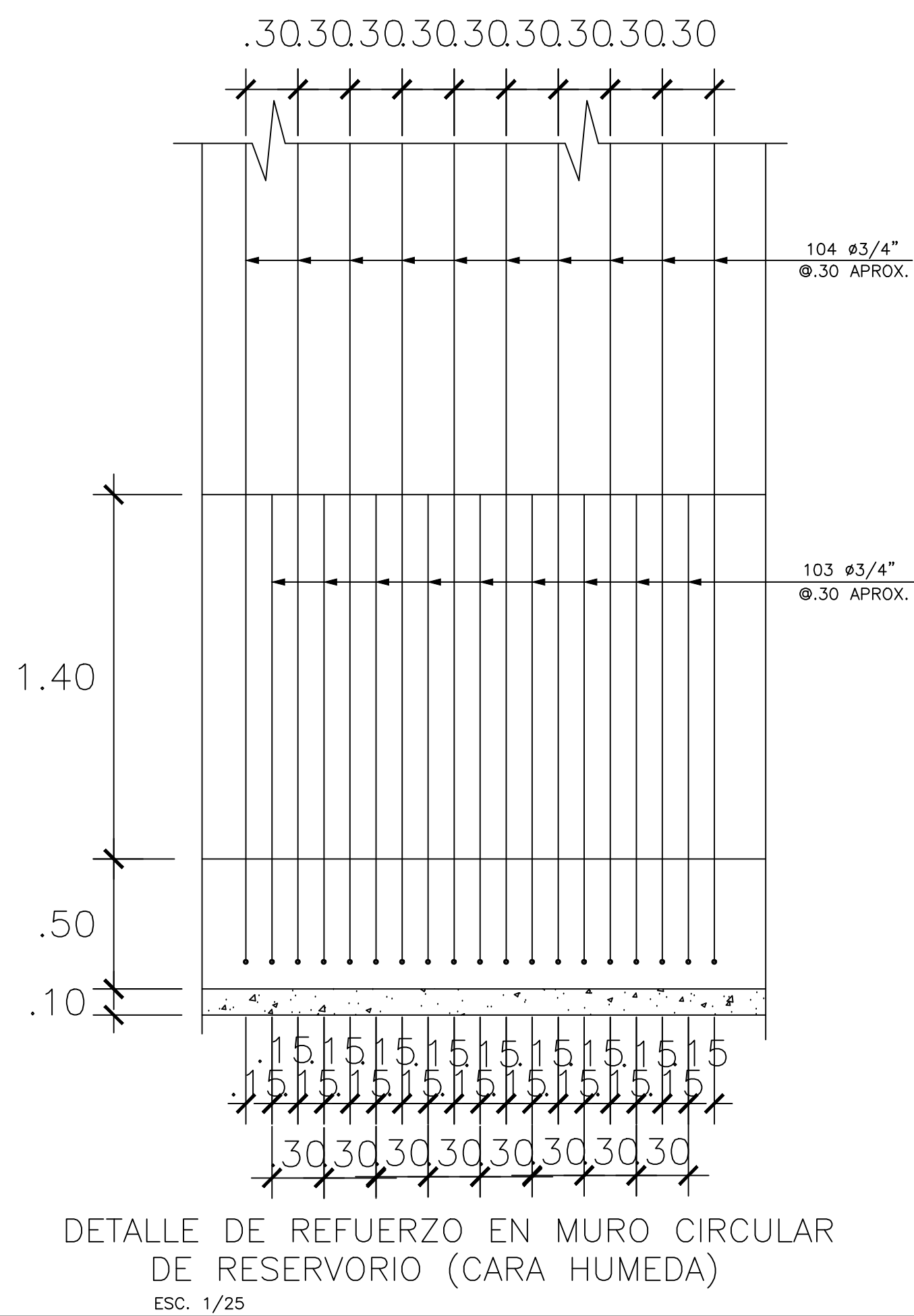
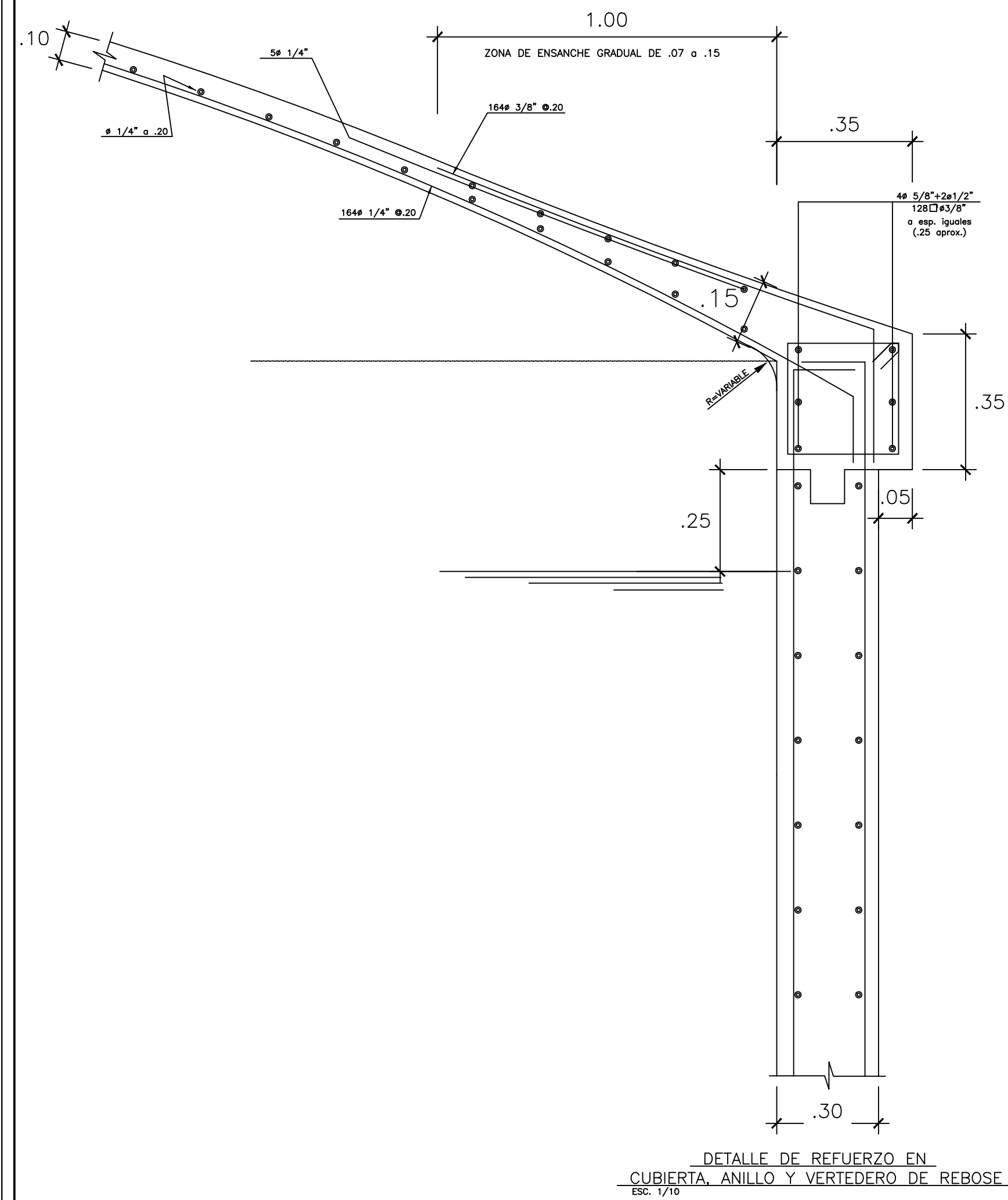
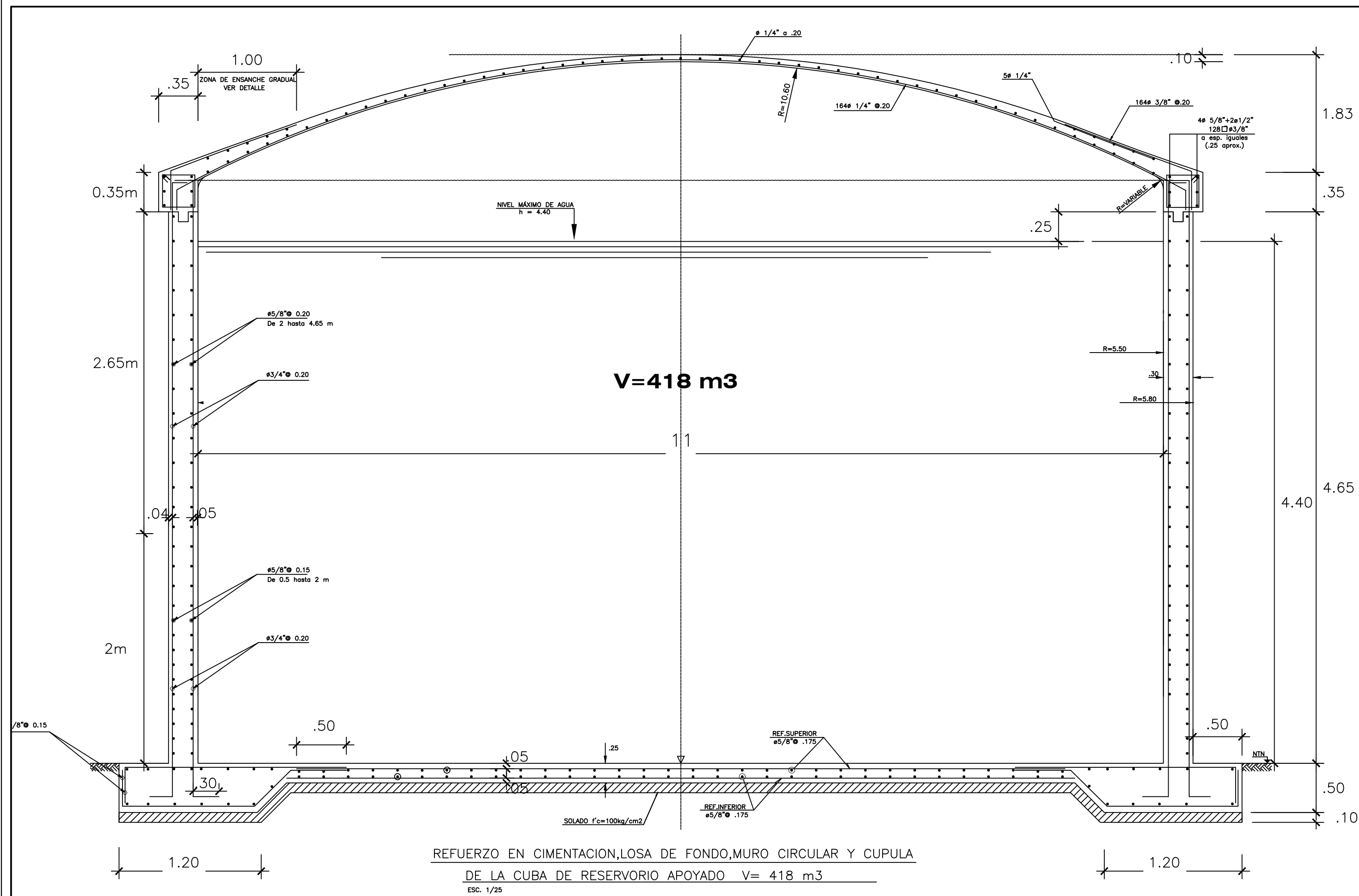
DETALLE DE REFUERZO EN MURO CIRCULAR DE RESERVORIO (CARA HUMEDA)



PLANTA GENERAL : RESERVORIO V= 418 m³

|   |                     |                          |   |
|---|---------------------|--------------------------|---|
| Zona 1-Pamplona Alta-San Juan de Miraflores |                     |                          |   |
| PROYECTO: "DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO"    |                     |                          |   |
| ESPECIALIDAD :<br>A rquitectura             |                     |                          | UBICACION :<br>LIMA - LIMA - SAN JUAN DE MIRAFLORES<br>ZONA 1-PAMPLONA ALTA |
| PLANO:<br>RESERVORIO VOL. 418 M³            |                     |                          | LAMINA :<br><br>A-01  |
| RESPONSABLE:                                |                     |                          |   |
| ESCALA:<br>1/25                             | DIBUJANTE CAD:<br>- | FECHA:<br>FEBRERO - 2021 |   |





|   |                  |                       |   |
|---|------------------|-----------------------|---|
| Zona 1-Pamplona Alta-San Juan de Miraflores |                  |                       |   |
| PROYECTO: "DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO"    |                  |                       |   |
| ESPECIALIDAD : ESTRUCTURAS                  |                  |                       | UBICACION :<br>LIMA - LIMA - SAN JUAN DE MIRAFLORES<br>ZONA 1-PAMPLONA ALTA |
| PLANO: RESERVORIO VOL. 418 M³               |                  |                       | LAMINA :<br><br>A-01  |
| RESPONSABLE:                                |                  |                       |   |
| ESCALA: 1/25                                | DIBUJANTE CAD: - | FECHA: FEBRERO - 2021 |   |

## Análisis de precios unitarios

|                |                                     |  |                  |                                  |                    |                     |                 |
|----------------|-------------------------------------|--|------------------|----------------------------------|--------------------|---------------------|-----------------|
| Presupuesto    | 1101004                             | PROYECTO DE DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO |                  |                                  |                    | Fecha presupuesto   | 15/04/2021      |
| Subpresupuesto | 001                                 | ESTRUCTURA                               |                  |                                  |                    |                     |                 |
| Partida        | 01.01.01                            | CARTEL DE OBRA 3.60x2.60                 |                  |                                  |                    |                     |                 |
| Rendimiento    | und/DIA                             | MO. 1.0000                               | EQ. 1.0000       | Costo unitario directo por : und |                    |                     | <b>1,705.82</b> |
| <b>Código</b>  | <b>Descripción Recurso</b>          | <b>Unidad</b>                            | <b>Cuadrilla</b> | <b>Cantidad</b>                  | <b>Precio \$/.</b> | <b>Parcial \$/.</b> |                 |
|                | <b>Mano de Obra</b>                 |  |                  |                                  |                    |                     |                 |
| 0101010003     | OPERARIO                            | hh                                       | 1.0000           | 8.0000                           | 12.40              | 99.20               |                 |
| 0101010005     | PEON                                | hh                                       | 1.0000           | 8.0000                           | 8.95               | 71.60               |                 |
|                |                                     |  |                  |                                  |                    | <b>170.80</b>       |                 |
|                | <b>Materiales</b>                   |  |                  |                                  |                    |                     |                 |
| 0204120001     | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA       | kg                                       |                  | 1.0000                           | 4.87               | 4.87                |                 |
| 02070100050001 | PIEDRA MEDIANA DE 4"                | m3                                       |                  | 0.2835                           | 24.00              | 6.80                |                 |
| 0207030001     | HORMIGON                            | m3                                       |                  | 0.3600                           | 22.00              | 7.92                |                 |
| 02130100010001 | CEMENTO PORTLAND TIPO I SOL         | bol                                      |                  | 0.9000                           | 19.49              | 17.54               |                 |
| 02180200010005 | PERNO HEXAGONAL ROSCA CORRIENTE 4"  | pza                                      |                  | 9.0000                           | 3.50               | 31.50               |                 |
| 0231010001     | MADERA TORNILLO                     | p2                                       |                  | 70.0000                          | 3.50               | 245.00              |                 |
| 0240020003     | PINTURA ESMALTE SINTETICO TEKNO     | gal                                      |                  | 0.4200                           | 38.00              | 15.96               |                 |
| 0290130022     | AGUA                                | m3                                       |                  | 0.1080                           | 2.85               | 0.31                |                 |
| 0295010001     | GIGANTOGRAFIA (3.60x2.60 M)         | glb                                      |                  | 1.0000                           | 1,200.00           | 1,200.00            |                 |
|                |                                     |  |                  |                                  |                    | <b>1,529.90</b>     |                 |
|                | <b>Equipos</b>                      |  |                  |                                  |                    |                     |                 |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES               | %mo                                      |                  | 3.0000                           | 170.80             | 5.12                |                 |
|                |                                     |  |                  |                                  |                    | <b>5.12</b>         |                 |
| Partida        | 01.01.02                            | OFICINAS, ALMACEN Y CASETA DE GUARDIANIA |                  |                                  |                    |                     |                 |
| Rendimiento    | m2/DIA                              | MO. 7.0000                               | EQ. 7.0000       | Costo unitario directo por : m2  |                    |                     | <b>150.36</b>   |
| <b>Código</b>  | <b>Descripción Recurso</b>          | <b>Unidad</b>                            | <b>Cuadrilla</b> | <b>Cantidad</b>                  | <b>Precio \$/.</b> | <b>Parcial \$/.</b> |                 |
|                | <b>Mano de Obra</b>                 |  |                  |                                  |                    |                     |                 |
| 0101010002     | CAPATAZ                             | hh                                       | 0.1000           | 0.1143                           | 13.00              | 1.49                |                 |
| 0101010003     | OPERARIO                            | hh                                       | 2.0000           | 2.2857                           | 12.40              | 28.34               |                 |
| 0101010004     | OFICIAL                             | hh                                       | 2.0000           | 2.2857                           | 9.85               | 22.51               |                 |
| 0101010005     | PEON                                | hh                                       | 4.0000           | 4.5714                           | 8.95               | 40.91               |                 |
|                |                                     |  |                  |                                  |                    | <b>93.25</b>        |                 |
|                | <b>Materiales</b>                   |  |                  |                                  |                    |                     |                 |
| 02041200010003 | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2" | kg                                       |                  | 0.0146                           | 6.12               | 0.09                |                 |
| 0204180008     | PLANC.CORRUG.SUPER TECHALIT 1.80M.  | und                                      |                  | 0.1600                           | 8.93               | 1.43                |                 |
| 0219030002     | Concreto para Falso Piso e=4        | m2                                       |                  | 1.0000                           | 37.04              | 37.04               |                 |
| 0231010004     | MADERA TORNILLO - LARGA             | p2                                       |                  | 1.7000                           | 5.93               | 10.08               |                 |
| 0231050003     | TRIPLAY LUPUNA 4x8x12 MM            | pln                                      |                  | 0.0710                           | 53.73              | 3.81                |                 |
|                |                                     |  |                  |                                  |                    | <b>52.45</b>        |                 |
|                | <b>Equipos</b>                      |  |                  |                                  |                    |                     |                 |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES               | %mo                                      |                  | 5.0000                           | 93.25              | 4.66                |                 |
|                |                                     |  |                  |                                  |                    | <b>4.66</b>         |                 |
| Partida        | 01.02.01                            | LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL              |                  |                                  |                    |                     |                 |
| Rendimiento    | m2/DIA                              | MO. 40.0000                              | EQ. 40.0000      | Costo unitario directo por : m2  |                    |                     | <b>2.10</b>     |
| <b>Código</b>  | <b>Descripción Recurso</b>          | <b>Unidad</b>                            | <b>Cuadrilla</b> | <b>Cantidad</b>                  | <b>Precio \$/.</b> | <b>Parcial \$/.</b> |                 |
|                | <b>Mano de Obra</b>                 |  |                  |                                  |                    |                     |                 |
| 0101010003     | OPERARIO                            | hh                                       | 0.1000           | 0.0200                           | 12.40              | 0.25                |                 |
| 0101010005     | PEON                                | hh                                       | 1.0000           | 0.2000                           | 8.95               | 1.79                |                 |
|                |                                     |  |                  |                                  |                    | <b>2.04</b>         |                 |
|                | <b>Equipos</b>                      |  |                  |                                  |                    |                     |                 |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES               | %mo                                      |                  | 3.0000                           | 2.04               | 0.06                |                 |
|                |                                     |  |                  |                                  |                    | <b>0.06</b>         |                 |

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1101004 PROYECTO DE DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO  
Subpresupuesto 001 ESTRUCTURA

Fecha presupuesto 15/04/2021

Partida 01.02.02 TRAZO DE NIVELES Y REPLANTEO

Rendimiento m2/DIA MO. 500.0000 EQ. 500.0000 Costo unitario directo por : m2 **2.33**

| Código         | Descripción Recurso   | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|----------------|-----------------------|--------|-----------|----------|-------------|--------------|
| Mano de Obra   |                       |        |           |          |             |              |
| 0101010002     | CAPATAZ               | hh     | 1.0000    | 0.0160   | 13.00       | 0.21         |
| 0101010005     | PEON                  | hh     | 3.0000    | 0.0480   | 8.95        | 0.43         |
| 0101030000     | TOPOGRAFO             | hh     | 1.0000    | 0.0160   | 12.00       | 0.19         |
| <b>0.83</b>    |                       |        |           |          |             |              |
| Materiales     |                       |        |           |          |             |              |
| 0213020004     | CAL HIDRATADA         | bol    |           | 0.0500   | 20.00       | 1.00         |
| 0231010001     | MADERA TORNILLO       | p2     |           | 0.0200   | 3.50        | 0.07         |
| 0292010004     | CORDEL                | kg     |           | 0.0200   | 2.00        | 0.04         |
| <b>1.11</b>    |                       |        |           |          |             |              |
| Equipos        |                       |        |           |          |             |              |
| 0301000020     | TEODOLITO Y MIRA      | hm     | 1.0000    | 0.0160   | 5.80        | 0.09         |
| 0301000021     | NIVEL TOPOGRAFICO     | hm     | 1.0000    | 0.0160   | 5.00        | 0.08         |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo    |           | 3.0000   | 0.83        | 0.02         |
| 03014700010009 | WINCHAS               | und    |           | 0.0030   | 68.22       | 0.20         |
| <b>0.39</b>    |                       |        |           |          |             |              |

Partida 01.02.03 MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO, MAQUINARIAS

Rendimiento glb/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : glb **4,600.00**

| Código          | Descripción Recurso                                       | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|-----------------|---|--------|-----------|----------|-------------|--------------|
| Materiales      |   |        |           |          |             |              |
| 0293010001      | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA Y EQUIPO glb |        |           | 1.0000   | 4,600.00    | 4,600.00     |
| <b>4,600.00</b> |   |        |           |          |             |              |

Partida 01.03.01 EXCAVACIONES MASIVAS CON MAQUINARIA

Rendimiento m3/DIA MO. 450.0000 EQ. 450.0000 Costo unitario directo por : m3 **3.37**

| Código       | Descripción Recurso   | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|--------------|-----------------------|--------|-----------|----------|-------------|--------------|
| Mano de Obra |                       |        |           |          |             |              |
| 0101010002   | CAPATAZ               | hh     | 0.1000    | 0.0018   | 13.00       | 0.02         |
| 0101010003   | OPERARIO              | hh     | 1.0000    | 0.0178   | 12.40       | 0.22         |
| 0101010005   | PEON                  | hh     | 2.0000    | 0.0356   | 8.95        | 0.32         |
| <b>0.56</b>  |                       |        |           |          |             |              |
| Equipos      |                       |        |           |          |             |              |
| 0301010006   | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo    |           | 3.0000   | 0.56        | 0.02         |
| 0301170002   | RETROEXCAVADORA       | hm     | 1.0125    | 0.0180   | 155.00      | 2.79         |
| <b>2.81</b>  |                       |        |           |          |             |              |

Partida 01.03.02 REFINE, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN - PISON MANUAL

Rendimiento m2/DIA MO. 100.0000 EQ. 100.0000 Costo unitario directo por : m2 **3.13**

| Código       | Descripción Recurso   | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|--------------|-----------------------|--------|-----------|----------|-------------|--------------|
| Mano de Obra |                       |        |           |          |             |              |
| 0101010002   | CAPATAZ               | hh     | 1.0000    | 0.0800   | 13.00       | 1.04         |
| 0101010003   | OPERARIO              | hh     | 1.0000    | 0.0800   | 12.40       | 0.99         |
| 0101010005   | PEON                  | hh     | 1.0000    | 0.0800   | 8.95        | 0.72         |
| <b>2.75</b>  |                       |        |           |          |             |              |
| Materiales   |                       |        |           |          |             |              |
| 0290130022   | AGUA                  | m3     |           | 0.0500   | 2.85        | 0.14         |
| <b>0.14</b>  |                       |        |           |          |             |              |
| Equipos      |                       |        |           |          |             |              |
| 0301010006   | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo    |           | 3.0000   | 2.75        | 0.08         |
| 0301100007   | PISON MANUAL          | hm     | 1.0000    | 0.0800   | 2.00        | 0.16         |
| <b>0.24</b>  |                       |        |           |          |             |              |

## Análisis de precios unitarios

|                |  |  |              |                                 |             |              |                   |            |
|----------------|--|--|--------------|---------------------------------|-------------|--------------|-------------------|------------|
| Presupuesto    | 1101004  | PROYECTO DE DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO                         |              |                                 |             |              | Fecha presupuesto | 15/04/2021 |
| Subpresupuesto | 001  | ESTRUCTURA   |              |                                 |             |              |                   |            |
| Partida        | 01.03.03   | ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CARG. 135HP/ VOLQ, 6M3 D=10 KM |              |                                 |             |              |                   |            |
| Rendimiento    | m3/DIA   | MO. 120.0000   | EQ. 120.0000 | Costo unitario directo por : m3 |             |              |                   | 37.45      |
| Código         | Descripción Recurso                                    | Unidad   | Cuadrilla    | Cantidad                        | Precio \$/. | Parcial \$/. |                   |            |
|                | Mano de Obra   |  |              |                                 |             |              |                   |            |
| 0101010002     | CAPATAZ  | hh   | 0.1000       | 0.0067                          | 13.00       | 0.09         |                   |            |
| 0101010005     | PEON   | hh   | 2.0000       | 0.1333                          | 8.95        | 1.19         |                   |            |
|                |  |  |              |                                 |             | 1.28         |                   |            |
|                | Equipos  |  |              |                                 |             |              |                   |            |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES                                  | %mo  |              | 3.0000                          | 1.28        | 0.04         |                   |            |
| 0301160004     | CARGADOR F. SOBRE ORUGAS 135 HP 2.2 Y3                 | hm   | 0.9990       | 0.0666                          | 189.18      | 12.60        |                   |            |
| 03012200040002 | CAMION VOLQUETE DE 10 m3                               | hm   | 3.0000       | 0.2000                          | 117.64      | 23.53        |                   |            |
|                |  |  |              |                                 |             | 36.17        |                   |            |
| Partida        | 01.04.01   | CONCRETO SOLADO e=0.10 m, f'c=100 kg/cm2                         |              |                                 |             |              |                   |            |
| Rendimiento    | m2/DIA   | MO. 80.0000  | EQ. 80.0000  | Costo unitario directo por : m2 |             |              |                   | 41.94      |
| Código         | Descripción Recurso                                    | Unidad   | Cuadrilla    | Cantidad                        | Precio \$/. | Parcial \$/. |                   |            |
|                | Mano de Obra   |  |              |                                 |             |              |                   |            |
| 0101010002     | CAPATAZ  | hh   | 0.4000       | 0.0400                          | 13.00       | 0.52         |                   |            |
| 0101010003     | OPERARIO   | hh   | 4.0000       | 0.4000                          | 12.40       | 4.96         |                   |            |
| 0101010004     | OFICIAL  | hh   | 4.0000       | 0.4000                          | 9.85        | 3.94         |                   |            |
| 0101010005     | PEON   | hh   | 8.0000       | 0.8000                          | 8.95        | 7.16         |                   |            |
|                |  |  |              |                                 |             | 16.58        |                   |            |
|                | Materiales   |  |              |                                 |             |              |                   |            |
| 0207010001     | PIEDRA CHANCADA  | m3   |              | 0.0570                          | 58.65       | 3.34         |                   |            |
| 02070200010002 | ARENA GRUESA   | m3   |              | 0.0540                          | 30.00       | 1.62         |                   |            |
| 0213010001     | CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)                      | bol  |              | 0.7360                          | 19.49       | 14.34        |                   |            |
| 0290130022     | AGUA   | m3   |              | 0.0190                          | 2.85        | 0.05         |                   |            |
|                |  |  |              |                                 |             | 19.35        |                   |            |
|                | Equipos  |  |              |                                 |             |              |                   |            |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES                                  | %mo  |              | 3.0000                          | 16.58       | 0.50         |                   |            |
| 0301290004     | MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3              | hm   | 1.0000       | 0.1000                          | 55.12       | 5.51         |                   |            |
|                |  |  |              |                                 |             | 6.01         |                   |            |
| Partida        | 01.05.01.01  | CONCRETO PREMEZCLADO ZAPATAS f'c=210 kg/cm2                      |              |                                 |             |              |                   |            |
| Rendimiento    | m3/DIA   | MO. 70.0000  | EQ. 70.0000  | Costo unitario directo por : m3 |             |              |                   | 469.44     |
| Código         | Descripción Recurso                                    | Unidad   | Cuadrilla    | Cantidad                        | Precio \$/. | Parcial \$/. |                   |            |
|                | Mano de Obra   |  |              |                                 |             |              |                   |            |
| 0101010003     | OPERARIO   | hh   | 1.0000       | 0.1143                          | 12.40       | 1.42         |                   |            |
| 0101010004     | OFICIAL  | hh   | 1.5000       | 0.1714                          | 9.85        | 1.69         |                   |            |
| 0101010005     | PEON   | hh   | 5.0000       | 0.5714                          | 8.95        | 5.11         |                   |            |
| 01010100060002 | OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO                             | hh   | 1.0000       | 0.1143                          | 11.18       | 1.28         |                   |            |
|                |  |  |              |                                 |             | 9.50         |                   |            |
|                | Materiales   |  |              |                                 |             |              |                   |            |
| 02190100010011 | CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2 CON CEMENTO T-I m3 |  |              | 1.0200                          | 450.00      | 459.00       |                   |            |
|                |  |  |              |                                 |             | 459.00       |                   |            |
|                | Equipos  |  |              |                                 |             |              |                   |            |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES                                  | %mo  |              | 3.0000                          | 9.50        | 0.29         |                   |            |
| 03012900010005 | VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"                        | hm   | 1.0001       | 0.1143                          | 5.71        | 0.65         |                   |            |
|                |  |  |              |                                 |             | 0.94         |                   |            |



### Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1101004 PROYECTO DE DISEÑO DE RESERVOIRIO APOYADO  
Subpresupuesto 001 ESTRUCTURA

Fecha presupuesto 15/04/2021

Partida 01.05.01.02 ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2

Rendimiento kg/DIA MO. 210.0000 EQ. 210.0000 Costo unitario directo por : kg **13.68**

| Código         | Descripción Recurso                       | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|----------------|---|--------|-----------|----------|-------------|--------------|
| Mano de Obra   |   |        |           |          |             |              |
| 0101010002     | CAPATAZ                                   | hh     | 0.0840    | 0.0032   | 13.00       | 0.04         |
| 0101010003     | OPERARIO                                  | hh     | 0.0840    | 0.0032   | 12.40       | 0.04         |
| 0101010004     | OFICIAL                                   | hh     | 0.0840    | 0.0032   | 9.85        | 0.03         |
|                |   |        |           |          |             | 0.11         |
| Materiales     |   |        |           |          |             |              |
| 02040100010002 | ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16              | kg     |           | 0.0600   | 7.80        | 0.47         |
| 0204030001     | ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 | kg     |           | 1.0800   | 12.12       | 13.09        |
|                |   |        |           |          |             | 13.56        |
| Equipos        |   |        |           |          |             |              |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES                     | %mo    |           | 5.0000   | 0.11        | 0.01         |
|                |   |        |           |          |             | 0.01         |

Partida 01.05.02.01 CONCRETO f'c= 210 kg/cm2 / LOSAS DE FONDO

Rendimiento m3/DIA MO. 70.0000 EQ. 70.0000 Costo unitario directo por : m3 **469.44**

| Código         | Descripción Recurso                                    | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|----------------|--|--------|-----------|----------|-------------|--------------|
| Mano de Obra   |  |        |           |          |             |              |
| 0101010003     | OPERARIO   | hh     | 1.0000    | 0.1143   | 12.40       | 1.42         |
| 0101010004     | OFICIAL  | hh     | 1.5000    | 0.1714   | 9.85        | 1.69         |
| 0101010005     | PEON   | hh     | 5.0000    | 0.5714   | 8.95        | 5.11         |
| 01010100060002 | OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO                             | hh     | 1.0000    | 0.1143   | 11.18       | 1.28         |
|                |  |        |           |          |             | 9.50         |
| Materiales     |  |        |           |          |             |              |
| 02190100010011 | CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2 CON CEMENTO T-I m3 |        |           | 1.0200   | 450.00      | 459.00       |
|                |  |        |           |          |             | 459.00       |
| Equipos        |  |        |           |          |             |              |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES                                  | %mo    |           | 3.0000   | 9.50        | 0.29         |
| 03012900010005 | VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"                        | hm     | 1.0001    | 0.1143   | 5.71        | 0.65         |
|                |  |        |           |          |             | 0.94         |

Partida 01.05.02.02 ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2

Rendimiento kg/DIA MO. 210.0000 EQ. 210.0000 Costo unitario directo por : kg **13.68**

| Código         | Descripción Recurso                       | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|----------------|---|--------|-----------|----------|-------------|--------------|
| Mano de Obra   |   |        |           |          |             |              |
| 0101010002     | CAPATAZ                                   | hh     | 0.0840    | 0.0032   | 13.00       | 0.04         |
| 0101010003     | OPERARIO                                  | hh     | 0.0840    | 0.0032   | 12.40       | 0.04         |
| 0101010004     | OFICIAL                                   | hh     | 0.0840    | 0.0032   | 9.85        | 0.03         |
|                |   |        |           |          |             | 0.11         |
| Materiales     |   |        |           |          |             |              |
| 02040100010002 | ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16              | kg     |           | 0.0600   | 7.80        | 0.47         |
| 0204030001     | ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 | kg     |           | 1.0800   | 12.12       | 13.09        |
|                |   |        |           |          |             | 13.56        |
| Equipos        |   |        |           |          |             |              |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES                     | %mo    |           | 5.0000   | 0.11        | 0.01         |
|                |   |        |           |          |             | 0.01         |

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1101004 PROYECTO DE DISEÑO DE RESERVOIRIO APOYADO  
Subpresupuesto 001 ESTRUCTURA

Fecha presupuesto 15/04/2021

Partida 01.05.03.01 CONCRETO PREMEZCLADO MUROS f'c=280 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 70.0000 EQ. 70.0000 Costo unitario directo por : m3 **367.44**

| Código         | Descripción Recurso                                 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/.  |
|----------------|---|--------|-----------|----------|-------------|---------------|
| Mano de Obra   |   |        |           |          |             |               |
| 0101010003     | OPERARIO  | hh     | 1.0000    | 0.1143   | 12.40       | 1.42          |
| 0101010004     | OFICIAL   | hh     | 1.5000    | 0.1714   | 9.85        | 1.69          |
| 0101010005     | PEON  | hh     | 5.0000    | 0.5714   | 8.95        | 5.11          |
| 01010100060002 | OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO                          | hh     | 1.0000    | 0.1143   | 11.18       | 1.28          |
|                |   |        |           |          |             | <b>9.50</b>   |
| Materiales     |   |        |           |          |             |               |
| 02190100010018 | CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 kg/cm2 CON CEMENTO T-I | m3     |           | 1.0200   | 350.00      | 357.00        |
|                |   |        |           |          |             | <b>357.00</b> |
| Equipos        |   |        |           |          |             |               |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES                               | %mo    |           | 3.0000   | 9.50        | 0.29          |
| 03012900010005 | VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"                     | hm     | 1.0001    | 0.1143   | 5.71        | 0.65          |
|                |   |        |           |          |             | <b>0.94</b>   |

Partida 01.05.03.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Rendimiento m2/DIA MO. 15.0000 EQ. 15.0000 Costo unitario directo por : m2 **65.01**

| Código       | Descripción Recurso           | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|--------------|-------------------------------|--------|-----------|----------|-------------|--------------|
| Mano de Obra |                               |        |           |          |             |              |
| 0101010002   | CAPATAZ                       | hh     | 0.4000    | 0.2133   | 13.00       | 2.77         |
| 0101010003   | OPERARIO                      | hh     | 0.9938    | 0.5300   | 12.40       | 6.57         |
| 0101010004   | OFICIAL                       | hh     | 0.9938    | 0.5300   | 9.85        | 5.22         |
| 0101010005   | PEON                          | hh     | 1.0000    | 0.5333   | 8.95        | 4.77         |
|              |                               |        |           |          |             | <b>19.33</b> |
| Equipos      |                               |        |           |          |             |              |
| 0301010006   | HERRAMIENTAS MANUALES         | %mo    |           | 3.0000   | 19.33       | 0.58         |
| 0301030011   | ENCOFRADO METALICO - ALQUILER | m2     |           | 1.0000   | 42.58       | 42.58        |
| 0301340008   | ANDAMIO METALICO -ALQUILER    | hm     | 0.3000    | 0.1600   | 15.72       | 2.52         |
|              |                               |        |           |          |             | <b>45.68</b> |

Partida 01.05.03.03 ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2

Rendimiento kg/DIA MO. 210.0000 EQ. 210.0000 Costo unitario directo por : kg **13.68**

| Código         | Descripción Recurso                       | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|----------------|---|--------|-----------|----------|-------------|--------------|
| Mano de Obra   |   |        |           |          |             |              |
| 0101010002     | CAPATAZ                                   | hh     | 0.0840    | 0.0032   | 13.00       | 0.04         |
| 0101010003     | OPERARIO                                  | hh     | 0.0840    | 0.0032   | 12.40       | 0.04         |
| 0101010004     | OFICIAL                                   | hh     | 0.0840    | 0.0032   | 9.85        | 0.03         |
|                |   |        |           |          |             | <b>0.11</b>  |
| Materiales     |   |        |           |          |             |              |
| 02040100010002 | ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16              | kg     |           | 0.0600   | 7.80        | 0.47         |
| 0204030001     | ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 | kg     |           | 1.0800   | 12.12       | 13.09        |
|                |   |        |           |          |             | <b>13.56</b> |
| Equipos        |   |        |           |          |             |              |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES                     | %mo    |           | 5.0000   | 0.11        | 0.01         |
|                |   |        |           |          |             | <b>0.01</b>  |

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1101004 PROYECTO DE DISEÑO DE RESERVOIRIO APOYADO  
Subpresupuesto 001 ESTRUCTURA

Fecha presupuesto 15/04/2021

Partida 01.05.04.01 CONCRETO PREMEZCLADO VIGA ANULAR f'c=280 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 70.0000 EQ. 70.0000 Costo unitario directo por : m3 **367.44**

| Código              | Descripción Recurso                                 | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/.  |
|---------------------|---|--------|-----------|----------|-------------|---------------|
| <b>Mano de Obra</b> |   |        |           |          |             |               |
| 0101010003          | OPERARIO  | hh     | 1.0000    | 0.1143   | 12.40       | 1.42          |
| 0101010004          | OFICIAL   | hh     | 1.5000    | 0.1714   | 9.85        | 1.69          |
| 0101010005          | PEON  | hh     | 5.0000    | 0.5714   | 8.95        | 5.11          |
| 01010100060002      | OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO                          | hh     | 1.0000    | 0.1143   | 11.18       | 1.28          |
|                     |   |        |           |          |             | <b>9.50</b>   |
| <b>Materiales</b>   |   |        |           |          |             |               |
| 02190100010018      | CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 kg/cm2 CON CEMENTO T-I | m3     |           | 1.0200   | 350.00      | 357.00        |
|                     |   |        |           |          |             | <b>357.00</b> |
| <b>Equipos</b>      |   |        |           |          |             |               |
| 0301010006          | HERRAMIENTAS MANUALES                               | %mo    |           | 3.0000   | 9.50        | 0.29          |
| 03012900010005      | VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"                     | hm     | 1.0001    | 0.1143   | 5.71        | 0.65          |
|                     |   |        |           |          |             | <b>0.94</b>   |

Partida 01.05.04.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Rendimiento m2/DIA MO. 15.0000 EQ. 15.0000 Costo unitario directo por : m2 **65.01**

| Código              | Descripción Recurso           | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|---------------------|-------------------------------|--------|-----------|----------|-------------|--------------|
| <b>Mano de Obra</b> |                               |        |           |          |             |              |
| 0101010002          | CAPATAZ                       | hh     | 0.4000    | 0.2133   | 13.00       | 2.77         |
| 0101010003          | OPERARIO                      | hh     | 0.9938    | 0.5300   | 12.40       | 6.57         |
| 0101010004          | OFICIAL                       | hh     | 0.9938    | 0.5300   | 9.85        | 5.22         |
| 0101010005          | PEON                          | hh     | 1.0000    | 0.5333   | 8.95        | 4.77         |
|                     |                               |        |           |          |             | <b>19.33</b> |
| <b>Equipos</b>      |                               |        |           |          |             |              |
| 0301010006          | HERRAMIENTAS MANUALES         | %mo    |           | 3.0000   | 19.33       | 0.58         |
| 0301030011          | ENCOFRADO METALICO - ALQUILER | m2     |           | 1.0000   | 42.58       | 42.58        |
| 0301340008          | ANDAMIO METALICO -ALQUILER    | hm     | 0.3000    | 0.1600   | 15.72       | 2.52         |
|                     |                               |        |           |          |             | <b>45.68</b> |

Partida 01.05.04.03 ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2

Rendimiento kg/DIA MO. 210.0000 EQ. 210.0000 Costo unitario directo por : kg **13.68**

| Código              | Descripción Recurso                       | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|---------------------|---|--------|-----------|----------|-------------|--------------|
| <b>Mano de Obra</b> |   |        |           |          |             |              |
| 0101010002          | CAPATAZ                                   | hh     | 0.0840    | 0.0032   | 13.00       | 0.04         |
| 0101010003          | OPERARIO                                  | hh     | 0.0840    | 0.0032   | 12.40       | 0.04         |
| 0101010004          | OFICIAL                                   | hh     | 0.0840    | 0.0032   | 9.85        | 0.03         |
|                     |   |        |           |          |             | <b>0.11</b>  |
| <b>Materiales</b>   |   |        |           |          |             |              |
| 02040100010002      | ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16              | kg     |           | 0.0600   | 7.80        | 0.47         |
| 0204030001          | ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 | kg     |           | 1.0800   | 12.12       | 13.09        |
|                     |   |        |           |          |             | <b>13.56</b> |
| <b>Equipos</b>      |   |        |           |          |             |              |
| 0301010006          | HERRAMIENTAS MANUALES                     | %mo    |           | 5.0000   | 0.11        | 0.01         |
|                     |   |        |           |          |             | <b>0.01</b>  |

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1101004 PROYECTO DE DISEÑO DE RESERVOIRIO APOYADO  
Subpresupuesto 001 ESTRUCTURA

Fecha presupuesto 15/04/2021

Partida 01.05.05.01 CONCRETO PREMEZCLADO CAPULA f'c=280 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 70.0000 EQ. 70.0000 Costo unitario directo por : m3 **367.44**

| Código              | Descripción Recurso                                    | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/.  |
|---------------------|--|--------|-----------|----------|-------------|---------------|
| <b>Mano de Obra</b> |  |        |           |          |             |               |
| 0101010003          | OPERARIO   | hh     | 1.0000    | 0.1143   | 12.40       | 1.42          |
| 0101010004          | OFICIAL  | hh     | 1.5000    | 0.1714   | 9.85        | 1.69          |
| 0101010005          | PEON   | hh     | 5.0000    | 0.5714   | 8.95        | 5.11          |
| 01010100060002      | OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO                             | hh     | 1.0000    | 0.1143   | 11.18       | 1.28          |
|                     |  |        |           |          |             | <b>9.50</b>   |
| <b>Materiales</b>   |  |        |           |          |             |               |
| 02190100010018      | CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 kg/cm2 CON CEMENTO T-I m3 |        |           | 1.0200   | 350.00      | 357.00        |
|                     |  |        |           |          |             | <b>357.00</b> |
| <b>Equipos</b>      |  |        |           |          |             |               |
| 0301010006          | HERRAMIENTAS MANUALES                                  | %mo    |           | 3.0000   | 9.50        | 0.29          |
| 03012900010005      | VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"                        | hm     | 1.0001    | 0.1143   | 5.71        | 0.65          |
|                     |  |        |           |          |             | <b>0.94</b>   |

Partida 01.05.05.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Rendimiento m2/DIA MO. 15.0000 EQ. 15.0000 Costo unitario directo por : m2 **65.01**

| Código              | Descripción Recurso           | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|---------------------|-------------------------------|--------|-----------|----------|-------------|--------------|
| <b>Mano de Obra</b> |                               |        |           |          |             |              |
| 0101010002          | CAPATAZ                       | hh     | 0.4000    | 0.2133   | 13.00       | 2.77         |
| 0101010003          | OPERARIO                      | hh     | 0.9938    | 0.5300   | 12.40       | 6.57         |
| 0101010004          | OFICIAL                       | hh     | 0.9938    | 0.5300   | 9.85        | 5.22         |
| 0101010005          | PEON                          | hh     | 1.0000    | 0.5333   | 8.95        | 4.77         |
|                     |                               |        |           |          |             | <b>19.33</b> |
| <b>Equipos</b>      |                               |        |           |          |             |              |
| 0301010006          | HERRAMIENTAS MANUALES         | %mo    |           | 3.0000   | 19.33       | 0.58         |
| 0301030011          | ENCOFRADO METALICO - ALQUILER | m2     |           | 1.0000   | 42.58       | 42.58        |
| 0301340008          | ANDAMIO METALICO -ALQUILER    | hm     | 0.3000    | 0.1600   | 15.72       | 2.52         |
|                     |                               |        |           |          |             | <b>45.68</b> |

Partida 01.05.05.03 ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2

Rendimiento kg/DIA MO. 210.0000 EQ. 210.0000 Costo unitario directo por : kg **13.68**

| Código              | Descripción Recurso                       | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|---------------------|---|--------|-----------|----------|-------------|--------------|
| <b>Mano de Obra</b> |   |        |           |          |             |              |
| 0101010002          | CAPATAZ                                   | hh     | 0.0840    | 0.0032   | 13.00       | 0.04         |
| 0101010003          | OPERARIO                                  | hh     | 0.0840    | 0.0032   | 12.40       | 0.04         |
| 0101010004          | OFICIAL                                   | hh     | 0.0840    | 0.0032   | 9.85        | 0.03         |
|                     |   |        |           |          |             | <b>0.11</b>  |
| <b>Materiales</b>   |   |        |           |          |             |              |
| 02040100010002      | ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16              | kg     |           | 0.0600   | 7.80        | 0.47         |
| 0204030001          | ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 | kg     |           | 1.0800   | 12.12       | 13.09        |
|                     |   |        |           |          |             | <b>13.56</b> |
| <b>Equipos</b>      |   |        |           |          |             |              |
| 0301010006          | HERRAMIENTAS MANUALES                     | %mo    |           | 5.0000   | 0.11        | 0.01         |
|                     |   |        |           |          |             | <b>0.01</b>  |

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1101004 PROYECTO DE DISEÑO DE RESERVOIRIO APOYADO  
Subpresupuesto 001 ESTRUCTURA

Fecha presupuesto 15/04/2021

Partida 01.05.06.01 JUNTA DE CONTRACCION WATER STOP H= 6" LOSA

Rendimiento m/DIA MO. 48.0000 EQ. 48.0000 Costo unitario directo por : m **25.22**

| Código     | Descripción Recurso              | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|------------|----------------------------------|--------|-----------|----------|-------------|--------------|
|            | <b>Mano de Obra</b>              |        |           |          |             |              |
| 0101010002 | CAPATAZ                          | hh     | 0.1000    | 0.0167   | 13.00       | 0.22         |
| 0101010003 | OPERARIO                         | hh     | 1.0000    | 0.1667   | 12.40       | 2.07         |
| 0101010005 | PEON                             | hh     | 1.0000    | 0.1667   | 8.95        | 1.49         |
|            |                                  |        |           |          |             | <b>3.78</b>  |
|            | <b>Materiales</b>                |        |           |          |             |              |
| 0210070002 | JUNTA WATER STOP NEOPRENE 225MM. | m      |           | 1.0500   | 20.34       | 21.36        |
|            |                                  |        |           |          |             | <b>21.36</b> |
|            | <b>Equipos</b>                   |        |           |          |             |              |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES            | %mo    |           | 2.0000   | 3.78        | 0.08         |
|            |                                  |        |           |          |             | <b>0.08</b>  |

Partida 01.05.06.02 JUNTA DE CONTRACCION WATER STOP H= 6" MUROS

Rendimiento m/DIA MO. 48.0000 EQ. 48.0000 Costo unitario directo por : m **25.22**

| Código     | Descripción Recurso              | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|------------|----------------------------------|--------|-----------|----------|-------------|--------------|
|            | <b>Mano de Obra</b>              |        |           |          |             |              |
| 0101010002 | CAPATAZ                          | hh     | 0.1000    | 0.0167   | 13.00       | 0.22         |
| 0101010003 | OPERARIO                         | hh     | 1.0000    | 0.1667   | 12.40       | 2.07         |
| 0101010005 | PEON                             | hh     | 1.0000    | 0.1667   | 8.95        | 1.49         |
|            |                                  |        |           |          |             | <b>3.78</b>  |
|            | <b>Materiales</b>                |        |           |          |             |              |
| 0210070002 | JUNTA WATER STOP NEOPRENE 225MM. | m      |           | 1.0500   | 20.34       | 21.36        |
|            |                                  |        |           |          |             | <b>21.36</b> |
|            | <b>Equipos</b>                   |        |           |          |             |              |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES            | %mo    |           | 2.0000   | 3.78        | 0.08         |
|            |                                  |        |           |          |             | <b>0.08</b>  |

Partida 01.05.06.03 SELLO CON MEZCLA ASFALTICA E= 1"

Rendimiento m/DIA MO. 48.0000 EQ. 48.0000 Costo unitario directo por : m **7.60**

| Código         | Descripción Recurso   | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|----------------|-----------------------|--------|-----------|----------|-------------|--------------|
|                | <b>Mano de Obra</b>   |        |           |          |             |              |
| 0101010002     | CAPATAZ               | hh     | 0.1920    | 0.0320   | 13.00       | 0.42         |
| 0101010005     | PEON                  | hh     | 3.8400    | 0.6400   | 8.95        | 5.73         |
|                |                       |        |           |          |             | <b>6.15</b>  |
|                | <b>Materiales</b>     |        |           |          |             |              |
| 02010500010001 | ASFALTO RC-250        | gal    |           | 0.1330   | 9.00        | 1.20         |
| 02070200010002 | ARENA GRUESA          | m3     |           | 0.0023   | 30.00       | 0.07         |
|                |                       |        |           |          |             | <b>1.27</b>  |
|                | <b>Equipos</b>        |        |           |          |             |              |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo    |           | 3.0000   | 6.15        | 0.18         |
|                |                       |        |           |          |             | <b>0.18</b>  |

## Análisis de precios unitarios

|                |                                   |  |                  |                                 |                    |                     |              |
|----------------|-----------------------------------|--|------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------|--------------|
| Presupuesto    | 1101004                           | PROYECTO DE DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO                         |                  |                                 |                    | Fecha presupuesto   | 15/04/2021   |
| Subpresupuesto | 002                               | ARQUITECTURA   |                  |                                 |                    |                     |              |
| Partida        | 01.01.01                          | TARRAJEO LOSA DE FONDO e= 15 (MORTERO 1:5) CON IMPERMEABILIZANTE |                  |                                 |                    |                     |              |
| Rendimiento    | m2/DIA                            | MO. 16.0000  | EQ. 16.0000      | Costo unitario directo por : m2 |                    |                     | <b>47.28</b> |
| <b>Código</b>  | <b>Descripción Recurso</b>        | <b>Unidad</b>  | <b>Cuadrilla</b> | <b>Cantidad</b>                 | <b>Precio \$/.</b> | <b>Parcial \$/.</b> |              |
|                | <b>Mano de Obra</b>               |  |                  |                                 |                    |                     |              |
| 0101010002     | CAPATAZ                           | hh   | 0.1000           | 0.0500                          | 13.00              | 0.65                |              |
| 0101010003     | OPERARIO                          | hh   | 2.0000           | 1.0000                          | 12.40              | 12.40               |              |
| 0101010005     | PEON                              | hh   | 1.0000           | 0.5000                          | 8.95               | 4.48                |              |
|                |                                   |  |                  |                                 |                    | <b>17.53</b>        |              |
|                | <b>Materiales</b>                 |  |                  |                                 |                    |                     |              |
| 02070200010001 | ARENA FINA                        | m3   |                  | 0.0240                          | 77.00              | 1.85                |              |
| 02130100010001 | CEMENTO PORTLAND TIPO I SOL       | bol  |                  | 0.6050                          | 19.49              | 11.79               |              |
| 02221700010028 | ADITIVO IMPERMEABILIZANTE CHEMA 1 | gal  |                  | 0.3030                          | 42.00              | 12.73               |              |
| 0290130022     | AGUA                              | m3   |                  | 1.0000                          | 2.85               | 2.85                |              |
|                |                                   |  |                  |                                 |                    | <b>29.22</b>        |              |
|                | <b>Equipos</b>                    |  |                  |                                 |                    |                     |              |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES             | %mo  |                  | 3.0000                          | 17.53              | 0.53                |              |
|                |                                   |  |                  |                                 |                    | <b>0.53</b>         |              |
| Partida        | 01.01.02                          | TARRAJEO INTERIOR e= 15 (MORTERO 1:5) CON IMPERMEABILIZANTE      |                  |                                 |                    |                     |              |
| Rendimiento    | m2/DIA                            | MO. 16.0000  | EQ. 16.0000      | Costo unitario directo por : m2 |                    |                     | <b>37.31</b> |
| <b>Código</b>  | <b>Descripción Recurso</b>        | <b>Unidad</b>  | <b>Cuadrilla</b> | <b>Cantidad</b>                 | <b>Precio \$/.</b> | <b>Parcial \$/.</b> |              |
|                | <b>Mano de Obra</b>               |  |                  |                                 |                    |                     |              |
| 0101010002     | CAPATAZ                           | hh   | 0.1000           | 0.0500                          | 13.00              | 0.65                |              |
| 0101010003     | OPERARIO                          | hh   | 2.0000           | 1.0000                          | 12.40              | 12.40               |              |
| 0101010005     | PEON                              | hh   | 1.0000           | 0.5000                          | 8.95               | 4.48                |              |
|                |                                   |  |                  |                                 |                    | <b>17.53</b>        |              |
|                | <b>Materiales</b>                 |  |                  |                                 |                    |                     |              |
| 02070200010001 | ARENA FINA                        | m3   |                  | 0.0240                          | 77.00              | 1.85                |              |
| 02130100010001 | CEMENTO PORTLAND TIPO I SOL       | bol  |                  | 0.1170                          | 19.49              | 2.28                |              |
| 02221700010028 | ADITIVO IMPERMEABILIZANTE CHEMA 1 | gal  |                  | 0.3030                          | 42.00              | 12.73               |              |
| 0290130022     | AGUA                              | m3   |                  | 0.0090                          | 2.85               | 0.03                |              |
|                |                                   |  |                  |                                 |                    | <b>16.89</b>        |              |
|                | <b>Equipos</b>                    |  |                  |                                 |                    |                     |              |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES             | %mo  |                  | 3.0000                          | 17.53              | 0.53                |              |
| 0301340008     | ANDAMIO METALICO -ALQUILER        | hm   | 0.3000           | 0.1500                          | 15.72              | 2.36                |              |
|                |                                   |  |                  |                                 |                    | <b>2.89</b>         |              |
| Partida        | 01.01.03                          | TARRAJEO DE INTERIOR DE LA CAPULA e=1.5 CM MEZCLA 1:5            |                  |                                 |                    |                     |              |
| Rendimiento    | m2/DIA                            | MO. 16.0000  | EQ. 16.0000      | Costo unitario directo por : m2 |                    |                     | <b>37.31</b> |
| <b>Código</b>  | <b>Descripción Recurso</b>        | <b>Unidad</b>  | <b>Cuadrilla</b> | <b>Cantidad</b>                 | <b>Precio \$/.</b> | <b>Parcial \$/.</b> |              |
|                | <b>Mano de Obra</b>               |  |                  |                                 |                    |                     |              |
| 0101010002     | CAPATAZ                           | hh   | 0.1000           | 0.0500                          | 13.00              | 0.65                |              |
| 0101010003     | OPERARIO                          | hh   | 2.0000           | 1.0000                          | 12.40              | 12.40               |              |
| 0101010005     | PEON                              | hh   | 1.0000           | 0.5000                          | 8.95               | 4.48                |              |
|                |                                   |  |                  |                                 |                    | <b>17.53</b>        |              |
|                | <b>Materiales</b>                 |  |                  |                                 |                    |                     |              |
| 02070200010001 | ARENA FINA                        | m3   |                  | 0.0240                          | 77.00              | 1.85                |              |
| 02130100010001 | CEMENTO PORTLAND TIPO I SOL       | bol  |                  | 0.1170                          | 19.49              | 2.28                |              |
| 02221700010028 | ADITIVO IMPERMEABILIZANTE CHEMA 1 | gal  |                  | 0.3030                          | 42.00              | 12.73               |              |
| 0290130022     | AGUA                              | m3   |                  | 0.0090                          | 2.85               | 0.03                |              |
|                |                                   |  |                  |                                 |                    | <b>16.89</b>        |              |
|                | <b>Equipos</b>                    |  |                  |                                 |                    |                     |              |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES             | %mo  |                  | 3.0000                          | 17.53              | 0.53                |              |
| 0301340008     | ANDAMIO METALICO -ALQUILER        | hm   | 0.3000           | 0.1500                          | 15.72              | 2.36                |              |
|                |                                   |  |                  |                                 |                    | <b>2.89</b>         |              |

## Análisis de precios unitarios

|                |          |   |                   |            |
|----------------|----------|---|-------------------|------------|
| Presupuesto    | 1101004  | PROYECTO DE DISEÑO DE RESERVOIRIO APOYADO             | Fecha presupuesto | 15/04/2021 |
| Subpresupuesto | 002      | ARQUITECTURA  |                   |            |
| Partida        | 01.01.04 | TARRAJEO DE EXTERIOR DE LA CAPULA e=1.5 CM MEZCLA 1:5 |                   |            |

|             |        |             |             |                                 |       |
|-------------|--------|-------------|-------------|---------------------------------|-------|
| Rendimiento | m2/DIA | MO. 16.0000 | EQ. 16.0000 | Costo unitario directo por : m2 | 37.31 |
|-------------|--------|-------------|-------------|---------------------------------|-------|

| Código         | Descripción Recurso               | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|----------------|-----------------------------------|--------|-----------|----------|-------------|--------------|
| Mano de Obra   |                                   |        |           |          |             |              |
| 0101010002     | CAPATAZ                           | hh     | 0.1000    | 0.0500   | 13.00       | 0.65         |
| 0101010003     | OPERARIO                          | hh     | 2.0000    | 1.0000   | 12.40       | 12.40        |
| 0101010005     | PEON                              | hh     | 1.0000    | 0.5000   | 8.95        | 4.48         |
|                |                                   |        |           |          |             | 17.53        |
| Materiales     |                                   |        |           |          |             |              |
| 02070200010001 | ARENA FINA                        | m3     |           | 0.0240   | 77.00       | 1.85         |
| 02130100010001 | CEMENTO PORTLAND TIPO I SOL       | bol    |           | 0.1170   | 19.49       | 2.28         |
| 02221700010028 | ADITIVO IMPERMEABILIZANTE CHEMA 1 | gal    |           | 0.3030   | 42.00       | 12.73        |
| 0290130022     | AGUA                              | m3     |           | 0.0090   | 2.85        | 0.03         |
|                |                                   |        |           |          |             | 16.89        |
| Equipos        |                                   |        |           |          |             |              |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES             | %mo    |           | 3.0000   | 17.53       | 0.53         |
| 0301340008     | ANDAMIO METALICO -ALQUILER        | hm     | 0.3000    | 0.1500   | 15.72       | 2.36         |
|                |                                   |        |           |          |             | 2.89         |

|             |          |                               |             |                                 |       |  |
|-------------|----------|-------------------------------|-------------|---------------------------------|-------|--|
| Partida     | 01.01.05 | TARRAJEO MURO EXTERIOR Y VIGA |             |                                 |       |  |
| Rendimiento | m2/DIA   | MO. 16.0000                   | EQ. 16.0000 | Costo unitario directo por : m2 | 24.58 |  |

| Código         | Descripción Recurso         | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|----------------|-----------------------------|--------|-----------|----------|-------------|--------------|
| Mano de Obra   |                             |        |           |          |             |              |
| 0101010002     | CAPATAZ                     | hh     | 0.1000    | 0.0500   | 13.00       | 0.65         |
| 0101010003     | OPERARIO                    | hh     | 2.0000    | 1.0000   | 12.40       | 12.40        |
| 0101010005     | PEON                        | hh     | 1.0000    | 0.5000   | 8.95        | 4.48         |
|                |                             |        |           |          |             | 17.53        |
| Materiales     |                             |        |           |          |             |              |
| 02070200010001 | ARENA FINA                  | m3     |           | 0.0240   | 77.00       | 1.85         |
| 02130100010001 | CEMENTO PORTLAND TIPO I SOL | bol    |           | 0.1170   | 19.49       | 2.28         |
| 0290130022     | AGUA                        | m3     |           | 0.0090   | 2.85        | 0.03         |
|                |                             |        |           |          |             | 4.16         |
| Equipos        |                             |        |           |          |             |              |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES       | %mo    |           | 3.0000   | 17.53       | 0.53         |
| 0301340008     | ANDAMIO METALICO -ALQUILER  | hm     | 0.3000    | 0.1500   | 15.72       | 2.36         |
|                |                             |        |           |          |             | 2.89         |

### Análisis de precios unitarios

|                |   |   |                  |                                  |                    |                     |               |
|----------------|---|---|------------------|----------------------------------|--------------------|---------------------|---------------|
| Presupuesto    | 1101004                                       | PROYECTO DE DISEÑO DE RESERVOIRIO APOYADO |                  |                                  |                    | Fecha presupuesto   | 15/04/2021    |
| Subpresupuesto | 002   | ARQUITECTURA                              |                  |                                  |                    |                     |               |
| Partida        | 01.02.01                                      | ESCALERA DE GATO TUBO FOGO                |                  |                                  |                    |                     |               |
| Rendimiento    | und/DIA                                       | MO. 8.0000                                | EQ. 8.0000       | Costo unitario directo por : und |                    |                     | <b>110.23</b> |
| <b>Código</b>  | <b>Descripción Recurso</b>                    | <b>Unidad</b>                             | <b>Cuadrilla</b> | <b>Cantidad</b>                  | <b>Precio \$/.</b> | <b>Parcial \$/.</b> |               |
|                | <b>Mano de Obra</b>                           |   |                  |                                  |                    |                     |               |
| 0101010002     | CAPATAZ                                       | hh  | 0.1000           | 0.1000                           | 13.00              | 1.30                |               |
| 0101010003     | OPERARIO                                      | hh  | 1.0000           | 1.0000                           | 12.40              | 12.40               |               |
| 0101010005     | PEON  | hh  | 1.0000           | 1.0000                           | 8.95               | 8.95                |               |
|                |   |   |                  |                                  |                    | <b>22.65</b>        |               |
|                | <b>Materiales</b>                             |   |                  |                                  |                    |                     |               |
| 0204160003     | PLATINA F.N. 4" X 1/2" X 20"                  | kg  |                  | 0.2500                           | 7.00               | 1.75                |               |
| 0240020003     | PINTURA ESMALTE SINTETICO TEKNO               | gal                                       |                  | 0.0500                           | 38.00              | 1.90                |               |
| 0240070003     | PINTURA ANTICORROSIVA EPOXICA                 | gal                                       |                  | 0.0500                           | 68.45              | 3.42                |               |
| 0255080015     | SOLDADURA CELLOCORD AP E- 60                  | kg  |                  | 0.0500                           | 13.44              | 0.67                |               |
| 0272010087     | TUBO ACERO GALV. STANDAR TIPO ISO I 3/4"      | m   |                  | 1.6000                           | 14.29              | 22.86               |               |
| 0272010088     | TUBO ACERO GALV. STANDAR TIPO ISO I 2"        | m   |                  | 2.1000                           | 16.81              | 35.30               |               |
|                |   |   |                  |                                  |                    | <b>65.90</b>        |               |
|                | <b>Equipos</b>                                |   |                  |                                  |                    |                     |               |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES                         | %mo                                       |                  | 3.0000                           | 22.65              | 0.68                |               |
| 0301330009     | EQUIPO DE CORTE Y SOLDEO                      | hm  | 1.0000           | 1.0000                           | 21.00              | 21.00               |               |
|                |   |   |                  |                                  |                    | <b>21.68</b>        |               |
| Partida        | 01.02.02                                      | TAPA METÁLICA INCLUIDO MARCO              |                  |                                  |                    |                     |               |
| Rendimiento    | und/DIA                                       | MO. 6.0000                                | EQ. 6.0000       | Costo unitario directo por : und |                    |                     | <b>447.23</b> |
| <b>Código</b>  | <b>Descripción Recurso</b>                    | <b>Unidad</b>                             | <b>Cuadrilla</b> | <b>Cantidad</b>                  | <b>Precio \$/.</b> | <b>Parcial \$/.</b> |               |
|                | <b>Mano de Obra</b>                           |   |                  |                                  |                    |                     |               |
| 0101010002     | CAPATAZ                                       | hh  | 0.6000           | 0.8000                           | 13.00              | 10.40               |               |
| 0101010003     | OPERARIO                                      | hh  | 0.7500           | 1.0000                           | 12.40              | 12.40               |               |
| 0101010005     | PEON  | hh  | 6.0000           | 8.0000                           | 8.95               | 71.60               |               |
|                |   |   |                  |                                  |                    | <b>94.40</b>        |               |
|                | <b>Materiales</b>                             |   |                  |                                  |                    |                     |               |
| 02683000010005 | TAPA METÁLICA                                 | und                                       |                  | 1.0000                           | 350.00             | 350.00              |               |
|                |   |   |                  |                                  |                    | <b>350.00</b>       |               |
|                | <b>Equipos</b>                                |   |                  |                                  |                    |                     |               |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES                         | %mo                                       |                  | 3.0000                           | 94.40              | 2.83                |               |
|                |   |   |                  |                                  |                    | <b>2.83</b>         |               |
| Partida        | 01.03.01                                      | PINTURA LATEX EN MUROS EXTERIORES         |                  |                                  |                    |                     |               |
| Rendimiento    | m2/DIA  | MO. 33.0000                               | EQ. 33.0000      | Costo unitario directo por : m2  |                    |                     | <b>9.43</b>   |
| <b>Código</b>  | <b>Descripción Recurso</b>                    | <b>Unidad</b>                             | <b>Cuadrilla</b> | <b>Cantidad</b>                  | <b>Precio \$/.</b> | <b>Parcial \$/.</b> |               |
|                | <b>Mano de Obra</b>                           |   |                  |                                  |                    |                     |               |
| 0101010002     | CAPATAZ                                       | hh  | 0.1000           | 0.0242                           | 13.00              | 0.31                |               |
| 0101010003     | OPERARIO                                      | hh  | 1.0000           | 0.2424                           | 12.40              | 3.01                |               |
|                |   |   |                  |                                  |                    | <b>3.32</b>         |               |
|                | <b>Materiales</b>                             |   |                  |                                  |                    |                     |               |
| 0238010001     | LIJA PARA MADERA                              | plg                                       |                  | 0.1000                           | 2.11               | 0.21                |               |
| 0240010014     | PINTURA LATEX ACRILICA TECKNOMATE O SUPERMATE | gal                                       |                  | 0.0600                           | 45.46              | 2.73                |               |
| 0240020016     | PINTURA IMPRIMANTE BASE                       | gal                                       |                  | 0.0500                           | 38.56              | 1.93                |               |
|                |   |   |                  |                                  |                    | <b>4.87</b>         |               |
|                | <b>Equipos</b>                                |   |                  |                                  |                    |                     |               |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES                         | %mo                                       |                  | 3.0000                           | 3.32               | 0.10                |               |
| 0301340008     | ANDAMIO METALICO -ALQUILER                    | hm  | 0.3000           | 0.0727                           | 15.72              | 1.14                |               |
|                |   |   |                  |                                  |                    | <b>1.24</b>         |               |



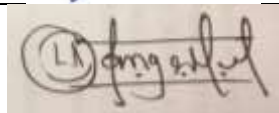



## Análisis de precios unitarios

|                |   |  |                  |                                 |                    |                     |                   |             |
|----------------|---|--|------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------|-------------|
| Presupuesto    | 1101004                                       | PROYECTO DE DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO |                  |                                 |                    |                     | Fecha presupuesto | 15/04/2021  |
| Subpresupuesto | 002   | ARQUITECTURA                             |                  |                                 |                    |                     |                   |             |
| Partida        | 01.03.02                                      | PINTURA LATEX EN CAPULA EXTERIOR         |                  |                                 |                    |                     |                   |             |
| Rendimiento    | m2/DIA  | MO. 33.0000                              | EQ. 33.0000      | Costo unitario directo por : m2 |                    |                     |                   | <b>9.43</b> |
| <b>Código</b>  | <b>Descripción Recurso</b>                    | <b>Unidad</b>                            | <b>Cuadrilla</b> | <b>Cantidad</b>                 | <b>Precio \$/.</b> | <b>Parcial \$/.</b> |                   |             |
|                | <b>Mano de Obra</b>                           |  |                  |                                 |                    |                     |                   |             |
| 0101010002     | CAPATAZ                                       | hh                                       | 0.1000           | 0.0242                          | 13.00              | 0.31                |                   |             |
| 0101010003     | OPERARIO                                      | hh                                       | 1.0000           | 0.2424                          | 12.40              | 3.01                |                   |             |
|                |   |  |                  |                                 |                    | <b>3.32</b>         |                   |             |
|                | <b>Materiales</b>                             |  |                  |                                 |                    |                     |                   |             |
| 0238010001     | LIJA PARA MADERA                              | plg                                      |                  | 0.1000                          | 2.11               | 0.21                |                   |             |
| 0240010014     | PINTURA LATEX ACRILICA TECKNOMATE O SUPERMATE | gal                                      |                  | 0.0600                          | 45.46              | 2.73                |                   |             |
| 0240020016     | PINTURA IMPRIMANTE BASE                       | gal                                      |                  | 0.0500                          | 38.56              | 1.93                |                   |             |
|                |   |  |                  |                                 |                    | <b>4.87</b>         |                   |             |
|                | <b>Equipos</b>                                |  |                  |                                 |                    |                     |                   |             |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES                         | %mo                                      |                  | 3.0000                          | 3.32               | 0.10                |                   |             |
| 0301340008     | ANDAMIO METALICO -ALQUILER                    | hm                                       | 0.3000           | 0.0727                          | 15.72              | 1.14                |                   |             |
|                |   |  |                  |                                 |                    | <b>1.24</b>         |                   |             |

### ACTA DE REUNIÓN

|                  |                                  |              |            |
|------------------|----------------------------------|--------------|------------|
| Grupo número:    | 233                              | Acta número: | 1          |
| Semestre:        | 2021-00                          | Fecha:       | 11/02/2021 |
| Lugar:           | Virtual                          | Hora:        | 8:30 pm    |
| Docente asesor:  | MSc. Miguel Antonio Ventura Napa |              |            |
| Docente revisor: | MSc. Lisselyn Cristina Cordova   |              |            |

| Participantes:                  |   |
|---------------------------------|---|
| Nombre                          | Firma   |
| Michael Jhonatan Lopez Bautista |    |
| Edgar Portillo Huamani          |    |
| Angel Adrian Usca Sarmiento     |   |
| Carlos Alipio Vilca Sivirichi   |  |

| Puntos de discusión                              |
|--|
| 1) Validación del título de trabajo de bachiller |
| 2) Actualización de la bibliografía              |
| 3) Revisión general del documento                |
| 4) Revisión de las normativas                    |

| Observaciones  |
|--|
| 1) Falta numeración de páginas.  |
| 2) Fuente: Si han sido elaboradas por ustedes, incluirlas o si corresponden a otros autores, también incluirlas.   |
| 3) El Contenido del Proyecto (Sugiero Proyecto y no Propuesta (parece alternativa) y tiene mucha información       |
| 4) Sugiero incluir encuestas o una fotografía de campo de esta fase (No de ustedes, porque estamos en cuarentena). |
| 5)   |
| 6)   |

004-CP-CICIVIL



|               |                                   |        |            |
|---------------|-----------------------------------|--------|------------|
| Conclusiones: |                                   |        |            |
| Tarea 1:      | Formato y redacción del documento |        |            |
|               |                                   |        |            |
| Responsable:  | Grupal                            | Fecha: | 13/02/2021 |
| Tarea 2:      |                                   |        |            |
|               |                                   |        |            |
| Responsable:  |                                   | Fecha: |            |
| Tarea 3:      |                                   |        |            |
|               |                                   |        |            |
| Responsable:  |                                   | Fecha: |            |

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Miguel Antonio Ventura Napa', written over a horizontal line.

Firma del docente asesor

MSc. Miguel Antonio Ventura Napa

## F-259-1 SOLICITUD DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Lima, 08 de abril del 2021

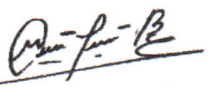
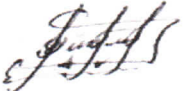
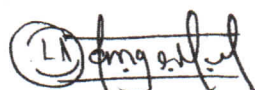
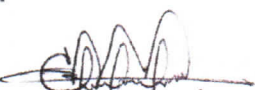
☒ Pregrado Regular

☐ Programa CPEL

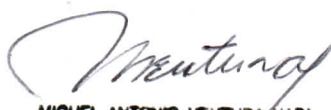
Sr(a) Director(a):  
Carrera/Programa: Ingeniería Civil  
Universidad San Ignacio de Loyola

Presente.-

Solicito a Usted la aprobación del trabajo propuesto para proceder con la sustentación de este para obtener el Grado Académico de Bachiller.

|   |  |   |
|---|--|---|
| Tema del Trabajo de Investigación:  | Proyecto de diseño de un reservorio para el abastecimiento con agua potable al sector de Nueva Rinconada del distrito de San Juan de Miraflores - Lima                   |   |
| Objetivo del Trabajo de Investigación:  | Proponer el diseño de un reservorio apoyado para el abastecimiento con agua potable al sector de Nueva Rinconada en Pamplona Alta del distrito de San Juan de Miraflores |   |
| <b>INTEGRANTES</b>  |  | <b>FIRMA</b>  |
| <b><u>Integrante 1:</u></b><br>Nombres y Apellidos: Michael Jhonatan Lopez Bautista |  |  |
| Teléfono: 947 450 292   |  |   |
| Email: michael.lopez@usil.pe  |  |   |
| <b><u>Integrante 2:</u></b><br>Nombres y Apellidos: Edgar Portillo Huamani          |  |  |
| Teléfono: 934 659 103   |  |   |
| Email: edgar.portillo@usil.pe   |  |   |
| <b><u>Integrante 3:</u></b><br>Nombres y Apellidos: Angel Adrian Usca Sarmiento     |  |  |
| Teléfono: 941 704 690   |  |   |
| Email: angel.usca@usil.pe   |  |   |
| <b><u>Integrante 4:</u></b><br>Nombres y Apellidos: Carlos Alipio Vilca Sivirichi   |  |  |
| Teléfono: 972 793 305   |  |   |
| Email: Carlos.vilca@usil.pe   |  |   |

Sin otro en particular.

  
MIGUEL ANTONIO VENTURA NAPA  
INGENIERO AGRÍCOLA  
Reg. CIP. N° 18345

Saludos cordiales.