



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE MANABÍ
CARRERA DE HIDRÁULICA**

TRABAJO DE TITULACIÓN:

**ANÁLISIS DEL MÉTODO DE ESPECTRO SÍSMICO DE DISEÑO EN
ACELERACIÓN EN EL CÁLCULO DE UN TANQUE ELEVADO DEL
SITIO LA PIÑONADA DEL CANTÓN PORTOVIEJO.**

PREVIO AL TÍTULO DE:

INGENIERO HIDRAULICO

AUTOR:

NÉSTOR STIVEN OSPINA MEJIA

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN:

ING. MICHAEL DAVID CAICEDO TORO. Mg

MAYO 2020

PORTOVIEJO – MANABÍ – ECUADOR

CERTIFICADO DE TESIS

Ing. Michael David Caicedo Toro. Mg. Sc
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

CERTIFICA:

En mi calidad de director de tesis certifico haber revisado el presente manuscrito de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, cumpliendo la Normativa del Trabajo de Integración Curricular; en consecuencia, es apto para su presentación y sustentación.

Ing. Michael David Caicedo Toro. Mg. Sc.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador aprueba el presente trabajo de titulación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí.

(f)-----
Ing. Michael David Caicedo Toro Mg. Sc
Primer Lector

(f)-----
Ing. Fabián Rodrigo Espinales, Mg.
Segundo Lector

(f)-----
Arq. Fabricio Almeida Quilez, Mg.
Tercer Lector

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Éste manuscrito no contiene ningún tipo de material que ha sido aceptado para la obtención de un título universitario en otra institución, excepto en forma de información de sustento que ha sido debidamente citada en mi trabajo. Este trabajo es de total responsabilidad del autor, quien declara bajo juramento que ninguna sección de esta tesis infringe los derechos de autor de nadie.

Fecha: _____

Néstor Stiven Ospina Mejia

Dirección: Los Bosques, Urb Santa Barbara

he-442@puce.edu.ec

Celular: 093-995-5279

Néstor Stiven Ospina Mejia

Cl.: 095963914-7

DECLARACIÓN DE DERECHOS DE AUTOR Y CO-AUTORIA

Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a distribuir este manuscrito de investigación en medios físicos y electrónicos con el fin de promover la divulgación de mis resultados a la comunidad científica y a la sociedad en general. Adicionalmente autorizo el uso de los contenidos de esta investigación como bibliografía para fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, citando como fuente de información al autor de este trabajo.

Néstor Stiven Ospina Mejía

Cl.: 095963914-7

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación se lo dedico primordialmente a Dios, por darme las fuerzas necesarias para seguir adelante y poder alcanzar esta meta tan anhelada en mi vida.

A mi madre y mis tíos quien me han brindado un apoyo incondicional, gracias a ellos por su trabajo y sacrificio en todos estos años, he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

Además, al resto de mi familia, amigos, profesores, compañeros que me ayudaron y compartieron conocimiento para poder lograr mi objetivo.

Néstor Stiven Ospina Mejia

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud y reconocimiento a todas esas personas de la institución de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, que hicieron que mi estadía en el plantel fuera más fácil y placentera. Lo cual me formaron para que fuera posible la elaboración de la presente investigación.

A mi director de tesis Ing. Michael David Caicedo Toro. Mg. Sc. Por su paciencia y dedicación en todo momento de trabajo realizado.

Néstor Stiven Ospina Mejia

RESUMEN

Este trabajo de investigación mixto pretendió describir los conceptos y procesos básicos para la elaboración del método espectro elástico en aceleración de una estructura hidráulica, para un tanque de almacenamiento elevado en la Ciudadela San Gregorio, conocida como “La Piñonada”, que actualmente sufre de escasez del recurso hídrico. En consecuencia, esta investigación se desarrolló entre enero y febrero de 2020, implementado métodos mixtos de observación e investigación, que debieron enfocarse considerando el tipo de depósito, geometría, estudio de penetración estándar, cálculos hidráulicos, cálculos estructurales y modelamiento de la estructura. Además, se tomaron en consideración diferentes normativas como la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-13, el Reglamento Estructural para Edificaciones ACI-318, el Diseño de Sistemas de Agua INEM, entre otros reglamentos legalmente adoptados. Los resultados determinan de forma correcta las dimensiones y la resistencia sísmica de la estructura, donde el rango de vibración es menor a 1.10 segundos. Por lo tanto, los resultados están dentro de los parámetros y normativas que establecen que la vibración debe ser menor a 5 segundos, lo cual también depende del tipo de la estructura. En base a los resultados obtenidos, se concluye que, mediante lo implantado y analizado en la investigación, la estructura tendría un movimiento lateral leve, sin ninguna repercusión a la hora de un sismo, lo cual beneficiaría a la población de diseño. Es concluyente además que el Ecuador carece de normativas relacionadas con estructuras hidráulicas.

Palabras claves: describir, cálculos hidráulicos, cálculos estructurales,
investigación, normativas

ABSTRACT

This mixed research study aimed to describe fundamental elaboration concepts and processes related to the elastic spectral method in acceleration of a hydraulic structure, for a water storage tank in San Gregorio town, known as La Piñonada, which currently faces a severe water shortage. Hence, this study was carried out from January through February 2020, by applying mixed methods of observation and research mainly focused on the kind of deposit, geometry, standard penetration test, hydraulic calculations, structural calculations and modelling of the structure. Besides, there were taken into account different regulations such as the Ecuadorian Construction Standard NEC-13, the Building Code Requirements for Structural Concrete ACI-318, the Design of Running Water Supply Systems INEN, as well as other legally used regulations and standards. The findings accurately determine both the dimensions and seismic resistance of this structure, where the vibration range is less than 1.10 seconds. Therefore, these results stay within the parameters and regulations, which set the vibration range must be less than 5 seconds; even though, it also depends on the type of structure. From these results, it is concluded that due to what has been implanted and analyzed in this research, the structure would have a slight lateral movement that would have no repercussion in the event of a damaging earthquake, all of which would benefit the design population. It is also certain, however, that Ecuador lacks regulations related to hydraulic structures.

Keywords: describe, hydraulic calculations, structural calculations, research, regulations

TABLA DE CONTENIDOS

CERTIFICADO DE TESIS	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iii
DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD	iv
DECLARACIÓN DE DERECHOS DE AUTOR Y CO-AUTORIA	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN	1
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	2
Oe1: Identificar las necesidades del recurso agua para la población mediante la recolección de datos.....	2
1. Estudios De Campo (Topografía).....	2
1.1. Estudios preliminares.	2
1.2. Estudios topográficos.	2
1.3. Estudios de las fuentes de abastecimiento.	3
1.4. Estudios de la calidad del agua.	3
1.5. Trabajos de gabinete.....	3
1.6. Proyecto de la obra de captación.	4
1.7. Proyecto del sistema de conducción.	5
1.8. Proyecto de almacenamiento o regularización.....	6
Oe2: Definir los parámetros establecidos para el diseño sismo-resistente de un tanque elevado.....	6
Norma ACI 318.....	6
Normas Ecuatoriana	7
2. Estudio De Investigación.....	7
2.1. Normas Sísmicas Ecuatoriana	7
2.2. Muestra SPT	12
2.3. Factor De Suelo (S)	13
Oe3: Determinar adecuadamente el cálculo estructural de un tanque elevado con los factores sismo-resistente	14
3. Coeficiente De Reducción De Solicitaciones Sísmicas (R)	14
3.1. Espectros Elásticos De Diseño En Aceleraciones.	14
3.2. Cortante Basal De Diseño.....	16
Oe4: Realizar un modelado que evidencie el diseño sismo-resistente de la estructura mediante la implementando de un software.....	16
Materiales.....	16

RESULTADOS.....	17
R. Oe1: Identificar las necesidades del recurso agua para la población mediante la recolección de datos.....	17
1. Analisis De Los Resultados, Diseño Hidráulico	17
1.1. Resultado estudios preliminares.	17
1.2. Topografía	18
1.3. Redes de agua potable	18
1.4. Calidad Del Agua.	19
1.5. Cálculo De Población De Diseño.	19
1.6. Dotación	21
1.7. Proyecto de la obra de captación	22
1.8. Proyecto del sistema de conducción	22
1.9. Cálculo de bomba.....	23
1.10. Proyecto de almacenamiento o regularización.....	26
R. Oe2: Definir los parámetros establecidos para el diseño sismo-resistente de un tanque elevado.....	27
2.1. Resultados De La Cimentación	27
2.2. Resultados Del Diseño Estructural, Cálculo Manual	28
R. Oe3: Determinar adecuadamente el cálculo estructural de un tanque elevado con los factores sismo-resistente.	38
3. Resultados Del Diseño Sísmico Sa.....	38
3.1. Método Espectro Elástico De Aceleraciones	38
3.2. Cortante Basal	40
R. Oe4: Realizar un modelado que evidencie el diseño sismo-resistente de la estructura mediante la implementando de un software.....	41
4. Resultados Del Diseño Estructural En El Software Etabs.....	41
4.1. Peso sísmico efectivo software	43
4.2. Cálculo de cortante basal	44
4.3. Cargas laterales.....	44
4.4. Sismo estático máxima:	45
4.5. Presupuesto Referencial	46
DISCUSIÓN	49
CONCLUSIONES	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXOS	53

INDICE DE TABLAS

TABLA N°1 Dotaciones recomendadas.....	4
TABLA N°2 Vida útil del Proyecto	4
TABLA N°3. Rugosidad absoluta de materiales.	5
TABLA N°4: Valores de coeficiente K de aditamento.....	6
TABLA N°5: Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada.....	9
TABLA N°6: Poblaciones ecuatorianas y valor del factor z	9
TABLA N°7: Categoría de la edificaciones de la norma E.30.....	10
TABLA N°8: Tipo de estructura	10
TABLA N°9: Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles	11
TABLA N°10: Valores del coeficiente de respuesta estructural R	11
TABLA N°11: Tipo de suelo factor de sitio Fa.....	11
TABLA N°12: Tipo de suelo factor de sitio Fd	12
TABLA N°13: Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico de subsuelo Fs	12
TABLA N°14: Clasificación de los perfiles de suelo	13
TABLA N°15 : Pre dimensionamiento De Columnas	31
TABLA N°16 : Peso Total Del Tanque.....	37
TABLA N°17: .Peso sísmico efectivo.....	37
TABLA N°18: Peso total según el software.....	43
TABLA N°19: Peso Sísmico Efectivo el software	43
TABLA N°20: Cargas laterales según el nivel.....	44
TABLA N°21: Valores de respuesta del desplazamiento sísmico	45
TABLA N°22: Tabulación del Acelerograma	60

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°1: Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z .9	
FIGURA N°2: Diagrama de SA).....	15
FIGURA N°3: Delimitación de la zona la Piñonada	17
FIGURA N°4: Zoom de la red cercana	57
FIGURA N°5: Localización del Tanque	58
FIGURA N°6: Red de abastecimiento y accesorios	23
FIGURA N°7: Dimensiones del nivel de agua.....	29
FIGURA N°8: Altura efectiva de Zapatas.....	32
FIGURA N°9: Carga de Zapatas	33
FIGURA N°10: Elevación del tanque	34
FIGURA N°11: Vista de Planta	35
FIGURA N°12: Resultado De La Curva De Aceleración.....	39

FIGURA N°13 : Plano 3D de la Estructura.....	41
FIGURA N°14 : Porcentaje cortante Basal	42
FIGURA N°15 : Implementación Sa en el ETABS.....	42
FIGURA N°16 : Factor escala en el ETABS.....	43
FIGURA N°17 : Carga laterales.....	44
FIGURA N°18 : Desplazamiento sísmico.....	44
FIGURA N°19 : Sismo estático máxima:.....	45
FIGURA N°20: Acelerograma	46
FIGURA N°21: Curva De Peligro Sísmico, Portoviejo.....	55

INDICE DE ECUACIONES

(Ecuacion N°1: Espectro en aceleracion SA).....	14
(Ecuacion N°2: periodo de vibracion Tc)	15
(Ecuacion N°3: Cortante Basal)	16
(Ecuacion N°4: Metodo Aritmetico).....	20
(Ecuacion N°5: Metodo Geométrico).....	20
(Ecuacion N°6: Metodo Malthus)	21
(Ecuacion N°7: Consumo Medio Diario).....	22
(Ecuacion N°8: Consumo Maximo Dia Y Hora)	22
(Ecuacion N°9: Velocida de tuberia).....	23
(Ecuacion N°10: Reynolds).....	24
(Ecuacion N°11: Rugosidad Relativa).....	24
(Ecuacion N°12: Coefiiente de Fision).....	24
(Ecuacion N°13: Perdida de Carga Por Accesorios)	24
(Ecuacion N°14: Perdida de Carga Bernoulli)	25
(Ecuacion N°15: Potencia de la Bomba)	26
(Ecuacion N°16: Volumen De Regulacion).....	26
(Ecuacion N°17: Volumen Contra Incendio)	27
(Ecuacion N°18: Volumen Total).....	27
(Ecuacion N°19: Altura de la viga)	29
(Ecuacion N°20: Base de la viga)	30
(Ecuacion N°21: Altura de la Zapatas)	32
(Ecuacion N°22: Area de las Zapatas)	33
(Ecuacion N°23: Modulo de Elasticidad Concreto)	35
(Ecuacion N°24: Presion Contra el Tanque).....	36
(Ecuacion N°25: Periodo de Vibracion Del Cortante).....	40
(Ecuacion N°26: Porcentaje Cortante Basal)	40

(Ecuacion N°27: Factor De Escalal)	41
(Ecuacion N°28: Máxima permitida para concreto Desplazamiento)	45

INDICE DE CUADROS

CUADRO N°1: Requisitos Físicos Y Químicos Norma INEM 1108.....	53
CUADRO N°2: Resultados Físicos, Químicos Y Biológicos Del Agua Potable “Planta Cuatro Equinas”	54

INDICE DE ANEXOS

ANEXO N°1 : CUADROS DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA	53
ANEXO N°2 : CURVA DE PELIGRO SISMICO	55
ANEXO N°3: CURVA DE NIVEL DE ZONA DE CAPTACIÓN	56
ANEXO N°4: REDES DE AGUA EXISTENTE	57
ANEXO N°5: LOCALIZACIÓN DEL TANQUE	58
ANEXO N°6: ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA DE AGUA	59
ANEXO N°7: TABULACIÓN DEL ACELEROGRAMA	60
ANEXO N°8: FIGURAS DE LOS RESULTADOS DE ETABS 2018.....	61
ANEXO N°9: MUESTREO SPT	63

INTRODUCCIÓN

La provincia de Manabí “Ecuador” es una zona de alta intensidad sísmica, lo que se traduce en la importancia de diseñar estructuras sismo-resistente siguiendo los parámetros establecido por las diferentes normas en el ámbito de la construcción.

El presente proyecto es un análisis del método espectro sísmico en la aceleración en un diseño de un tanque elevado que se determinó en la ciudadela San Gregorio “La Piñonada” la cual su estructura es de hormigón armado con un reservorio rectangular, que dotará de agua a una buena parte de esta población. Este sector se estableció por la baja calidad de vida que tiene sus pobladores y las problemáticas actuales que tienen con el recurso agua.

En síntesis el trabajo de investigación está centrado en dos partes que fueron establecidas por estudios preliminares de capo y de indagación, la primera parte es la hidráulica que consiste en la captación misma del agua para su posterior almacenamiento en el tanque elevado y por consiguiente su distribución a la población; y la segunda parte que es la estructural basada en la seguridad y soporte del tanque elevado aplicando los respectivos métodos y programas de software de suma importancia para el cálculo y análisis de estructuras sismo-resistente como lo son el espectro elástico de diseño en aceleraciones con el fin de contrarrestar así la acción del agua que actúa como una carga dinámica, y a su vez garantizar también el periodo de diseño de la infraestructura. Estas dos partes se enlazan en todo momento.

Adicionalmente fue necesario hacer un modelamiento de la misma estructura en el software ETABS, esto para verificar los datos anteriores y determinar finamente la aceleración del lugar, para poder hacer estos procedimientos se debió establecer varios conceptos dados por las normas.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Oe1: Identificar las necesidades del recurso agua para la población mediante la recolección de datos.

1. Estudios De Campo (Topografía)

La topografía del lugar será muy compleja en todos los sentidos este deberá determinar el abastecimiento de agua potable a la zona de la Piñonada (Ciudadela San Gregorio), ya que de este dependerá la calidad, La disposición y sobre todo la vida útil del proyecto. esto deberá cumplir la necesidad de la población a beneficiarse, lo cual es muy importante este estudio para la planeación y el cumplimiento del diseño (Raymundo, 2009).

“Para esto debemos de tomar en cuenta los siguientes aspectos o actividades a realizar para el proyecto según (Raymundo, 2009, pág. 9)”:

1. Estudios preliminares.
2. Estudios topográficos
3. Estudios de las fuentes de abastecimiento.
4. Estudios de la calidad del agua.
5. Trabajos de gabinete
6. Proyecto de la obra de captación.
7. Proyecto de tanque de almacenamiento

1.1. Estudios preliminares.

Se tomaron en cuenta los estudios preliminares dentro del proyecto. Esta Información son aquellas que nos proveerán un bosquejo de los temas fundamentales para el reconocimiento de este lugar, donde se deberá tener en cuenta sus necesidades hídricas, así como estadísticas poblacionales del lugar y entre otros datos más. Toda esta información nos dará datos que se deberán utilizarse en los cálculos para poder ejecutar el proyecto y que sea este sustentable y se eviten calcular obras sobredimensionadas (Raymundo, 2009).

1.2. Estudios topográficos.

Es necesario tomar en cuenta las siguientes consideraciones para la realización del trabajo topográfico para el proyecto a diseñar:

- Realizar el levantamiento desde la zona de la posible captación hasta donde se pretende edificar el tanque de almacenamiento.

- Para realizar el levantamiento topográfico debe trazar la ubicación de la línea de conducción.
- Se debe determinar en el levantamiento topográfico obstáculo que puedan existir en el lugar.

1.3. Estudios de las fuentes de abastecimiento.

La fuente de suministro de agua potable deberá de proporcionar la calidad de la misma establecidas en la norma y además el gasto necesario máximo diario en todas las épocas del año, de ahí la importancia de la apropiada ubicación del punto captación que dará la continuidad de proporciona el consumo del líquido requerido para todo el año (Raymundo, 2009).

1.4. Estudios de la calidad del agua.

El agua potable captada deberá de cumplir los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos establecidos para que se considere de buena calidad y se pueda injerir. Lo cual está establecida por las “Normas de calidad para agua potable INEM” dichos parámetros se adjuntó en el CUADRO N°1 en el ANEXO N°1.

Se deberá de someterse a procesos si la calidad de agua no compensa las normas que exige en el reglamento establecidos de obras de abastecimiento de agua potable, lo cual son procesos de potabilización en estos casos se deberá instalar equipos de desinfección de agua (Raymundo, 2009).

Es importante resaltar que el estudio adecuado del agua será responsabilidad de la empresa cantonal de agua, donde se realizará la captación de agua a una red cercana.

1.5. Trabajos de gabinete.

Se revisará los estudios y actividades que se efectuaron; con los datos anteriormente obtenidos en las diferentes formas, (en campo e investigación); entre estas actividades está el cálculo de la población de proyecto (Raymundo, 2009).

Para calcular la predicción de la población del proyecto se utilizan los métodos ya conocidos que son: Aritméticos, Geométrico y Malthus donde luego se promediará y se tendrá el resultado, dichos métodos se especificaran en el Cálculo de población de diseño (Raymundo, 2009).

1.5.1. Dotación

La siguiente Tabla N°1 determina la cantidad de agua que se requiere para la población actual y futura de la zona establecida, la cual fue recomendada por la norma INEM en la página 64, estos valores fueron establecidos para el consumo diario de agua de las poblaciones del país dependiendo de los factores que la zona al diseñar tenga (INEM, 1992).

TABLA N°1 Dotaciones recomendadas

<i>Poblacion (habitantes)</i>	<i>CLIMA</i>	<i>DOTACION MEDIA FUTURA (l/hab/dia)</i>
<i>Hasta 5,000 h</i>	<i>Frio</i>	<i>120 – 150</i>
	<i>Templado</i>	<i>130 – 160</i>
	<i>Claido</i>	<i>170 – 200</i>
<i>5,000 h a 50,000 h</i>	<i>Frio</i>	<i>180 – 200</i>
	<i>Templado</i>	<i>190 – 220</i>
	<i>Claido</i>	<i>200 – 230</i>
<i>Mas de 50,000 h</i>	<i>Frio</i>	<i>> 200</i>
	<i>Templado</i>	<i>> 220</i>
	<i>Claido</i>	<i>> 230</i>

FUENTE: Normas de la Secretaria De Agua (INEM, 1992, pág. 64)

Para identificar el caudal requerido para la población se utilizará las fórmulas de Consumo Medio Diario, Consumo máximo día y Consumo máximo hora las cuales está más especificada en la dotación de los Cálculos Hidráulicos, se deberá tener en cuenta la Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable según las normas de la Secretaria De Agua:

TABLA N°2 Vida util del Proyecto

<i>COMPONENTE</i>	<i>VIDA UTIL (AÑOS)</i>
Diques grandes y túneles	5 a 100
Obras de captación	25 a 50
Pozos	10 a 25
Conducciones de hierro dúctil	40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC	20 a 30
Planta de tratamiento	30 a 40
Tanque de almacenamiento	30 a 40

FUENTE: Normas de la Secretaria De Agua (INEM, 1992, pág. 63)

1.6. Proyecto de la obra de captación.

Mediante los estudios preliminares que se realizaron en la población se ubicó el punto apropiado para la obra de captación que tiene como función recoger el agua potable y

abastecer el tanque de almacenamiento lo cual deberá tomar en cuenta los lineamientos fundamentales para el mejor funcionamiento como son el gasto máximo diario, agua potable de la mejor calidad , una zona de fácil acceso y entre otras más (Raymundo, 2009).

1.7. Proyecto del sistema de conducción.

Los factores que determinara el traslado de agua desde la fuente de suministro hasta el tanque de almacenamiento, son la que se tiene en todas las obras hidráulicas como la magnitud del desnivel entre la fuente de abastecimiento y el lugar elegido para la ubicación del tanque, tipos de tubería y entre otras variables más (Raymundo, 2009).

El método de traslado del líquido dependerá netamente de la topografía del lugar, lo cual por ser una estructura elevada se necesitará un sistema de bombeo de agua.

1.7.1. Conducción por bombeo.

El trazo de la línea por bombeo se hará lateramente, con una leve pendiente, lo cual no se va establecer en el cálculo, y se va despreciar.

Para la realización del sistema de bombeo se debe tener en cuenta los diferentes cálculos como son Perdidas de carga por el Principio de Bernoulli y la Potencia de la bomba, Para determinar estos cálculos se debe tener en cuenta las siguientes tablas:

Rugosidad relativa:

TABLA N°3. Rugosidad absoluta de materiales.

Material	ϵ (mm)
Acero comercial	0.0460
Fundición asfaltada	0.1220
Hierro forjado	0.0500
Hierro fundido	0.2500
Hierro Galvanizado	0.1500
Madera Ensamblada	0.3050
PVC, plástico, cobre, latón, vidrio	0.0015

FUENTE: Camilo Peña, (2013), Scribd (Peña, 2013)

Perdida por accesorios:

TABLA N°4: Valores de coeficiente K de aditamento

Aditamento	K	Aditamento	K
Ampliación gradual (*)	0.3	Te paso directo	0.6
Basquilla	2.8	Te salida bilateral	1.8
Codo de 45°	0.4	Te salida lateral	1.3
Codo de 90°	0.9	Válvula de ángulo abierta	5.0
Codo de Retorno	2.2	Válvula de cheque de bisagra	2.5
Entrada de Bomba	1.0	Válvula de compuerta abierta	0.2
Entrada Normal Tanque Tubo	0.5	Válvula de compuerta abierta (1/2)	5.6
Medidor de agua Disco	7.0	Válvula de globo abierta	10.0
Medidor Venturi (**)	2.5	Válvula de pie	1.8
Reducción Gradual (*)	0.2		

FUENTE: Universidad de ingeniería Técnica agrícola de ciudad real (Ingenieria, 2003).

1.8. Proyecto de almacenamiento o regularización.

El tanque de almacenamiento elevado se define como un depósito cuyo volumen de agua cumplen cualquier necesidad de consumo excepcional que se presente en la red de distribución, la cual se tendrá en cuenta si hay un estudio justificado de ella. La obra de regularización tiene por función convertir un régimen de aportes de abastecimiento y emergencia, en un régimen de consumo o demandas que siempre es variable (Raymundo, 2009).

Oe2: Definir los parámetros establecidos para el diseño sismo-resistente de un tanque elevado.

Norma ACI 318

El documento ACI 318 cualquiera de sus ediciones, está contemplada para ser planteada e incluida como reglamento de construcción que sea adoptado legamente y mediante esta norma se ha creado varios documentos latino americanos que presentan procedimientos, especificaciones y recomendaciones. Según la ACI 318 dice que este documento como otros del mismo, no puede remplazar el criterio profesional del ingeniero y su experiencia ACI 318 2005.

Esta norma de reglamentos para la construcción de edificaciones, prescribe exclusivamente los parámetros y requisitos que se deberán considerar para la seguridad de la población. Este documento contiene disposiciones que se debe tener en cuenta como

son los manejos eficientes de la estructura, materiales y sus coeficientes entre otras más. ACI 318 2005.

Normas Ecuatoriana

Las Normas ecuatoriana de la construcción NEC es una más de las que están sujeta a la norma ACI 318 esta le ha suministrado los parámetros necesarios para la elaboración de edificaciones en el país.

Esta norma se estableció para la elaboración del proyecto, las cuales sus definiciones se deberán utilizar durante todo el proceso de diseño, cálculos y el análisis. Según el documento de la (NEC, 2013) esta carece de apartados dirigidos a las estructuras hidráulicas por lo tanto se deberá utilizar parámetros y reglamentos para edificaciones. Los apartados que se deberán considerar para el análisis del espectro sísmicos de la estructura son los siguientes según la (NEC, 2013):

1. Zonas sísmicas: el sitio donde se construirá la estructura determinará una de las seis zonas sísmicas del ecuador con el valor correspondiente.
2. Curvas de peligro sísmico: niveles de peligro sísmico con el fin de verificar el cumplimiento de diferentes niveles de desempeño.
3. Geología local.
4. Perfiles de suelo.
5. Comportamiento sísmico.
6. Espectros elásticos de diseño.

2. Estudio De Investigación

2.1. Normas Sísmicas Ecuatoriana

2.1.1. Sismo De Diseño

Se deberá determinar mediante un análisis de la peligrosidad sísmica de la zona los factores de la estructura y por medio del mapa de peligro sísmico, sugerido por la NEC. Para la determinación del análisis se podrá utilizar un sistema de acelerograma con las propiedades de la geotécnica del sitio, la geología y entre otra más recolectadas en el lugar, las cuales se establecen en la norma (NEC, 2013).

2.1.2. Espectro De Respuesta Para Diseño

Para el espectro elástico se deberá utilizar según la norma NEC una fracción de amortiguamiento crítico de 5 % que nos ayudará para el cálculo de la estructura y el

modelamiento en el software ETABS esto con el fin de representar los efectos dinámicos del sismo de diseño (NEC, 2013).

2.1.3. Peligro Sísmico Del Ecuador Y Efectos Sísmicos Locales

2.1.3.1. Bases Del Diseño

Los parámetros y reglamentos descritos en la presente norma se considerarán determinando las zonas sísmicas del Ecuador donde se construirá la estructura, como otros factores que intervienen, como las características del suelo o importancia del tipo de estructura. Para el uso normal de la estructura se deberá diseñarse para que soporte los desplazamientos laterales causada por un sismo. Este punto de efecto sísmicos se encontrará en la página 8 de la (NEC, 2013) donde se hallarán los procedimientos a seguir y una descripción más detallada de este efecto.

2.1.4. Factor De Zona (Z)

2.1.4.1. Mapa De Zonificación Sísmica Para Diseño

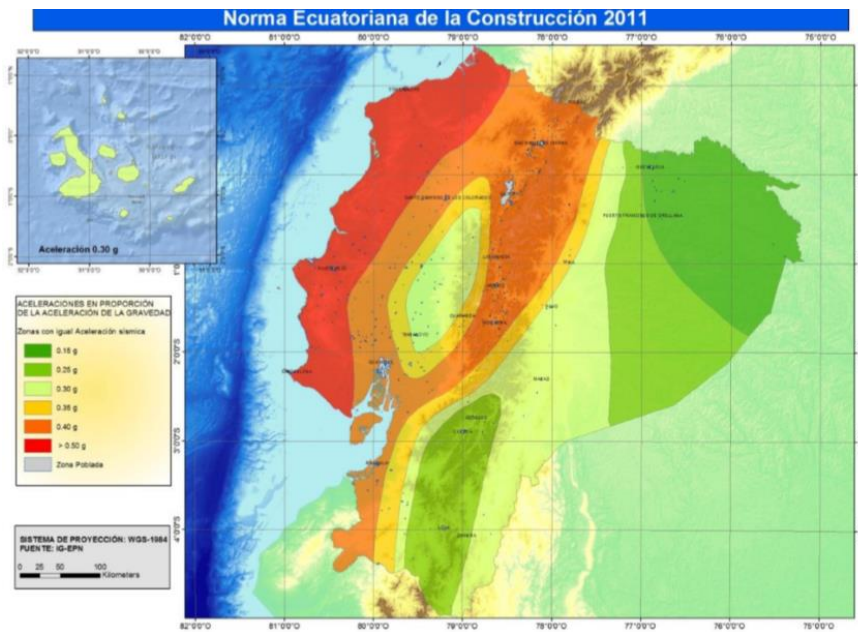
El lugar de la realización de estructura está contemplado como una de las seis zonas sísmicas que tiene el país del Ecuador. Las cuales tienen unos factores de zona Z utilizadas para el sismo de diseño. De acuerdo con el mapa de la Figura N°1 cada valor representa una aceleración máxima en roca, las cuales están expresadas como fracción de la gravedad (NEC, 2013).

Según la norma NEC Ecuador está en un territorio de alto riesgo sísmico, con excepción de algunas partes del país. En la (Tabla N°5) se podrá determinar el valor a utilizar dependiendo la categoría que este ubicada el sitio de diseño, además para facilitar la búsqueda la (Tabla N°6) da los nombres de las poblaciones cercanas (NEC, 2013).

2.1.4.2. Fundamentación Del Mapa De Zonificación

La presente normas reconoce el hecho que Ecuador se encuentra debajo de la placa de Nazca sudamericana que es la principal fuente de energía sísmica que tiene el país. Lo cual la siguiente figura lo tiene en contexto y además de este hecho se añade las fallas locales que posee el territorio ecuatoriano (NEC, 2013).

FIGURA N°1: Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z



FUENTE: Normas ecuatorianas de la construcción (NEC, 2013, pág. 9).

TABLA N°5: Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

FUENTE: Normas ecuatorianas de la construcción (NEC, 2013, pág. 9).

TABLA N°6: Poblaciones ecuatorianas y valor del factor Z

Población	Parroquia	Cantón	Provincia	Z
Portoviejo	Portoviejo	Portoviejo	Manabí	0.50

FUENTE: Normas ecuatorianas de la construcción (NEC, 2013, pág. 17).

2.1.5. Curvas De Peligro Sísmico

Para estructuras especial como son obras portuarias, puentes y otras diferentes se determinará mediante una curva de peligro sísmico para definir la aceleración sísmica de la edificación, la cual para la población cercana del diseño se muestra en el (ANEXO N°2) (NEC, 2013).

2.1.6. Factor De Usos E Importancia (U)

La importancia de la edificación se deberá determinar según el tipo de estructura que se va realizar, esto dependerá de la categoría del factor de incremento del espectro sísmico. A continuación, en la Tabla N°7 se especificará las categorías:

TABLA N°7: Categoría de la edificaciones de la norma E.30

CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES		
<i>Categoría</i>	<i>Descripción</i>	<i>Factor u</i>
A Edificaciones esenciales	Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después que ocurra un sismo, como hospitales, centrales de comunicaciones, cuarteles de bomberos y policía, subestaciones eléctricas, reservorios de agua. Centros educativos y edificaciones que puedan ser de refugio después de un desastre. También se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, como grandes hornos, depósitos de materiales inflamables o tóxicos.	1.5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas como teatros, estadios, centros comerciales, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos, bibliotecas y archivos especiales. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1.3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes, cuya falla ocasionaría pérdidas de cuantía intermedia como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios, fugas de contaminantes, etc.	1.0
D Edificaciones Menores	Edificaciones cuyas fallas causan pérdidas de menor cuantía y normalmente la probabilidad de causar víctimas es baja, como cercos de menos de 1.50 m de altura, depósitos temporales, pequeñas viviendas temporales y construcciones similares.	(*)

FUENTE: Normas ecuatorianas de la construcción (NEC, 2013, pág. 48)

Además se deberá de establecer los siguientes coeficientes encontrados en las tablas:

TABLA N°8: Tipo de estructura

Tipo de estructuras	Ct	α
Estructura de acero		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
Pórticos especiales de hormigón armado		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

FUENTE: Normas ecuatorianas de la construcción (NEC, 2013, pág. 52).

TABLA N°9: Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles

Sistemas estructurales Dúctiles	R
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigo armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras.	7
Pórticos resistentes a momentos	
Pórticos especiales sismo resistentes de hormigón armado con vigas descolgadas.	8
Pórticos especiales sismo resistente, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente.	8
Otros sistemas estructurales para edificaciones	
Sistemas de muros estructurales dúctiles de hormigón armado	5
Pórticos especiales sismo resistentes de hormigón armado con viga banda	5

FUENTE: Normas ecuatorianas de la construcción (NEC, 2013, pág. 56).

TABLA N°10: Valores del coeficiente de respuesta estructural R

Valores del coeficiente de reducción de respuesta estructural R	
Reservorios y depósito, incluidos tanques y esferas presurizadas, soportados mediante columnas o soportes arriostrados o no arriostrados	2

FUENTE: Normas ecuatorianas de la construcción (NEC, 2013, pág. 65).

2.1.7. Coeficiente De Aplicación Sísmica (C)

2.1.7.1. Coeficientes De Aplicación O De amplificación Dinámica De Perfiles De Suelo Fa, Fd Y Fs.

En la siguiente Tabla N°11 Se deberá determinar el valor del coeficiente Fa que es el espectro de repuesta elástica de aceleración en roca para el diseño, esto tomando en cuenta los factores del sitio (NEC, 2013).

TABLA N°11: Tipo de suelo factor de sitio Fa

Tipo de perfiles del subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	Valor Z (aceleración esperada en roca, g)	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B		1	1	1	1	1	1
C		1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D		1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E		1.8	1.5	1.39	1.26	1.14	0.97
F		Ver nota	Ver nota	Ver nota	Ver nota	Ver nota	Ver nota

FUENTE: Normas ecuatorianas de la construcción (NEC, 2013, pág. 40).

En la siguiente Tabla N°12 se deberá determinar el valor del coeficiente Fd que es el espectro elástico de respuesta de desplazamiento de la roca para el diseño, se deberá considerar los factores del sitio (NEC, 2013).

TABLA N°12: Tipo de suelo factor de sitio Fd

Tipo de perfiles del subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	Valor Z (aceleración esperada en roca, g)	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B		1	1	1	1	1	1
C		1.6	1.5	1.4	1.35	1.3	1.25
D		1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
E		2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F		Ver nota	Ver nota	Ver nota	Ver nota	Ver nota	Ver nota

FUENTE: Normas ecuatorianas de la construcción (NEC, 2013, pág. 41).

En la Tabla N°13 se deberá determinar el valor del coeficiente Fs que es el comportamiento no lineal de los suelos y entre otros efectos más, esto para los espectros de aceleración y de desplazamiento (NEC, 2013).

TABLA N°13: Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico de subsuelo Fs

Tipo de perfiles del subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	Valor Z (aceleración esperada en roca, g)	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C		1	1.1	1.2	1.25	1.3	1.45
D		1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
E		1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F		Ver nota	Ver nota	Ver nota	Ver nota	Ver nota	Ver nota

FUENTE: Normas ecuatorianas de la construcción (NEC, 2013, pág. 41).

Para la definición del tipo de perfiles del subsuelo Fa, Fd y Fs se hará con la tabla N°14.

2.2. Muestra SPT

La muestra SPT (Standard Penetration Test) consiste en penetrar la estructura de suelo mediante unos golpes realizados por una pesa, lo cual es un equipo especial y se debió contratar un laboratorio profesional de suelo para la realización.

El objetivo de este estudio es para determinar el tipo de suelo, la capacidad de soporte y entre otros factores más. En el ANEXO N°9 se establecerá los principios de este ensayo, equipos y el sistema de cálculo que el laboratorio utilizo para determinar los resultados.

2.3. Factor De Suelo (S)

2.3.1. Geología Local, Perfiles De Suelo

2.3.1.1. Perfil De Suelo

Para el diseño sísmico de una estructura es fundamenta evaluar principalmente las características del suelo.

En la característica intervine como son los perfiles del suelo. Además, que tipo de material se encuentra en el terreno, lo cual es importante para hacer un estudio adecuado y evaluarlo correctamente (NEC, 2013).

2.3.1.2. Estabilidad Del Depósito De Suelo

La capacidad de suelo es fundamental para la estructura, especialmente ante un sismo por que mantendrá la estructura estable, esto dependerá netamente del correcto cambio de suelo y los seguimientos de los reglamentos de la norma NEC 2013, las cuales está más especificadas en la página 35 de la presente norma.

2.3.1.3. Tipos De Perfiles De Suelo

La siguiente Tabla N°14 tiene el objetivo de determinar el tipo de suelo que presenta el terreno de diseño, esta se determinará en un estudio previo de características del suelo, la cual la presente tabla detallará y facilitará la adecuada determinación. Las especificaciones completas de los seis tipos de suelos se encontrarán en la página 36 de la norma (NEC, 2013).

TABLA N°14: Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción
A	Perfil de roca competente
B	Perfil de roca de rigidez media
C	Perfiles de suelo muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante,
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blanda

F	<p>Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:</p> <p>F1—Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.</p> <p>F2—Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H >3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).</p> <p>F3—Arcillas de muy alta plasticidad (H >7.5 m con índice de Plasticidad IP >75)</p> <p>F4—Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H >30m)</p> <p>F5—Suelos con contrastes de impedancia α ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.</p> <p>F6—Rellenos colocados sin control ingenieril.</p>
---	---

FUENTE: Normas ecuatorianas de la construcción (NEC, 2013, pág. 36).

Oe3: Determinar adecuadamente el cálculo estructural de un tanque elevado con los factores sismo-resistente.

3. Coeficiente De Reducción De Solicitaciones Sísmicas (R)

3.1. Espectros Elásticos De Diseño En Aceleraciones.

El diseño consiste en el periodo de vibración estructural (T) y espectro de respuesta elástico de aceleración que esta expresada como fracción de la aceleración de la gravedad (Sa), esta establece el movimiento que tiene la estructura en un respectivo tiempo máximo, para la determinación de este cálculo se une la figura N°1 de factor zona Z y las Tablas N°11,12,13 y además la fracción de amortiguación de 5%. El Sa se obtiene de la siguiente ecuación (NEC, 2013).

$$S_a = \eta Z F_a \text{ para } 0 \leq T \leq T_c$$

$$S_a = \eta Z F_a \left(\frac{T_c}{T} \right)^r \text{ para } T > T_c$$

(Ecuacion N°1: Espectro en aceleracion SA)

Según la Norma NEC (2013):

- $r = 1$ para tipo de suelo A, B, C o D.
- $r = 1.5$ para tipo de suelo E.

Además, se establecerá que “Para la aceleración máxima en el terreno, Z, se definiera los valores de la relación de amplificación espectral, $\eta(S_a/Z, \text{ en roca})$, que varían dependiendo de la región del Ecuador, adoptando los siguientes valores” (pág. 44).

- $\eta = 1.8$ (Provincias de la Costa, excepto Esmeraldas).
- $\eta = 2.48$ (Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos).
- 2.6 (Provincias del Oriente).

También se determina que “Los límites para el periodo de vibración TC y TL(éste último a ser utilizado para la definición de espectro de respuesta en desplazamientos) se obtienen de las siguientes expresiones” (pág. 44):

$$T_C = 0.55 F_S \frac{F_d}{F_a}; \quad T_L = 2.4 F_d$$

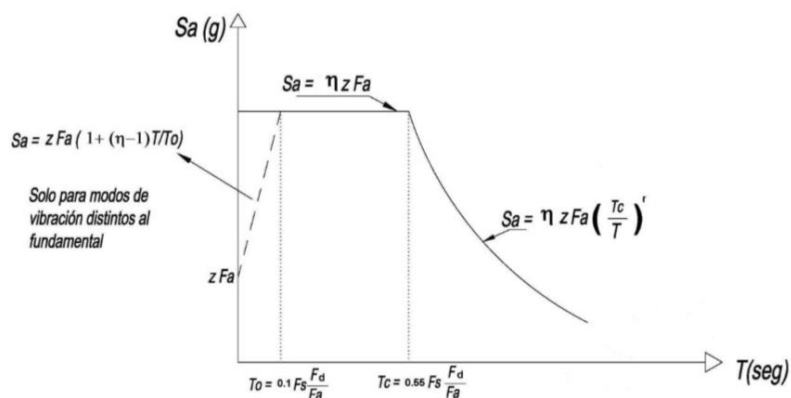
(Ecuación N°2: periodo de vibración Tc)

Según la norma NEC los perfiles de suelo de tipo D y E de los valores de TL se deberán restringir a valores máximo de 4 segundos esto para la evaluación de los diferentes modos de vibración, mediante este reglamento se deberá evaluar el valor Sa usando la siguiente expresión, esto según a valores de vibración menores a To. Este concepto está más especificado en la página 44 de la (NEC, 2013).

$$S_a = Z F_s \left[1 + (\eta - 1) \frac{T}{T_0} \right] \text{ para } T \leq T_0$$

$$T_0 = 0.10 F_S \frac{F_d}{F_a}$$

FIGURA N°2: Diagrama de SA)



FUENTE: Normas ecuatorianas de la construcción (NEC, 2013, pág. 44).

3.2. Cortante Basal De Diseño

Se determinara mediante el calculo la fuerza total de carga lateral del diseño , esta se aplica en la base de la estructura. La cual esta desarrollada en accion de la fuerza de sismo de diseño. Este concepto y la forma de calculo se especifica en la presente normal (NEC, 2013, pág. 55).

El cortante basal total es la carga que se tendrá en la estructura en cualquier dirección especificada, las cuales se determinaran con los coeficientes anteriores recolectadas en las tablas, figura y ecuaciones. Para determinar este cálculo se utilizará la siguiente ecuación.

$$V = \frac{I S_a}{R \phi_P \phi_E} W$$

(Ecuacion N°3: Cortante Basal)

I	Factor de importancia Tabla N°7.
W	Carga Sismica.
Sa	Aceleración espectral correspondiente al espectro de respuesta elástico para diseño. <i>Ecuacion N°1.</i>
R	Factor de reducción de respuesta estructural Tabla N°9.
φP, φE	Factores de configuración estructural en planta y en elevación. (NEC, 2013, pág. 50)

Oe4: Realizar un modelado que evidencie el diseño sismo-resistente de la estructura mediante la implementando de un software.

Se realizo un modelado de la estructura con los datos ya recogido en el campo y los resultados de los cálculos, en el software ETABS que es un programa para el análisis del dimensionamientos y detalles de resistencia de la estructura.

Materiales: Fuentes bibliográficas, Computadora , Resultados y el Software ETABS 2018.

RESULTADOS

R. Oe1: Identificar las necesidades del recurso agua para la población mediante la recolección de datos

1. ANALISIS DE LOS RESULTADOS, DISEÑO HIDRÁULICO

1.1. Resultado estudios preliminares.

Descripción de la localidad

La ciudadela San Gregorio (La Piñonada) se encuentra en la salida de Portoviejo frente a la vía principal E30, Se abastece de agua potable de la planta Cuatro Equinas, se dividió el lugar en dos zonas interior y exterior. Lo cual se pudo observar que el sistema de red de agua potable se encuentra en mal estado. En época de verano sufren de escases de agua potable por las bajas presiones y porque el caudal no es suficiente para satisfacer su necesidad.

Último censo: La población de la provincia de Manabí es una de las más grandes del país. La capital que es Portoviejo tiene 278,524 habitantes y la ciudadela a trabajar San Gregorio o también llamado el sector la Piñonada tiene un total 4,964 habitantes, con un porcentaje promedio por persona por hogar de 4 habitantes, dicho por el último censo. Lo cual los resultados poblacionales fueron realizados en el 2010 por el instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

Localización geográfica: La Piñonada es una de las ciudadelas de la parroquia Portoviejo, la cual su cantón es Portoviejo que es la capital de la provincia de Manabí, se halla ubicada en las afueras de la ciudad, la cual está en la zona central de la costa ecuatoriana, al noroeste del país, en las coordenadas geográficas 10 04' de latitud sur y 80026' de longitud oeste. Se localiza a 355 Km. de Quito ya 35 Km. de la costa (EMASEP, 2004).

FIGURA N°3: Delimitación de la zona la Piñonada



Orografía: La zona la Piñonada está en un sector semi plano rodeada por varias colinas la cual se divide en dos zonas la parte interior y exterior. la parte interior vista en la figura N°3 está entre las colinas en forma de cuenca y la exterior está en la vía principal en una zona plana.

Clima: Portoviejo queda ubicada en la costa acuariana y por estar en esta zona presenta temperaturas variables, este cantón presenta 2 estaciones las cuales son de (invierno) entre los meses de enero a abril y la estación seca de (verano) entre los meses de mayo a diciembre. La temperatura media anual oscila entre los 26°C. según la Estación Meteorológica de Pórtoviejo la evaporación anual es de 1.574.8mm y la precipitación es de 491mm la cual deja ver le existencia clara de un problema hídrico en el lugar (EMASEP, 2004).

Servicios públicos: La Piñonada cuenta con los servicios públicos básicos que son agua y luz, aunque es bueno resaltar que no todos los sectores tienen el servicio de agua, esto sucede porque todavía no está completa la red de agua potable y además porque cada vez se está ampliando más la ciudadela San Gregorio.

Zona económica: Las principales actividades económicas son talleres mecánicos, colegios y pequeñas tiendas de barrio. El lugar es netamente de hogares de viviendas que no pasa de 2 pisos de construcción. La zona es un lugar de estrato bajo, la cual la mayoría de las calles no cuenta con pavimento y veredas.

1.2. Topografía

En el ANEXO N°3 se puede visualizar el plano de los puntos topográficos que se tomaron en el lugar, curvas de nivel y la diferencia de altura entre el punto de captación y la ubicación de la estructura.

1.3. Redes de agua potable

En el ANEXO N°4; FIGURA N°4 se puede observar el plano de las redes existente, esta información nos la otorgo Portoagua. En este plano pudimos analizar donde pasa las redes de agua potable, e identificar la red más cercana para poder tomar el punto de captación, vale resaltar que algunas redes no están en funcionamiento por lo tanto no nos dieron mayor información.

1.4. Calidad Del Agua.

En el CUADRO N°2; ANEXO N°1 se muestra la última muestra de agua potable realizada en enero 2020 de la planta cuatro equinas, esto indica los resultados de los parámetros tomados.

1.5. Cálculo De Población De Diseño.

La tabla siguiente del censo se pudo realizar por el medio de la INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos) que por medio de sus actividades ha podido determinado la población pasada y actual .

Calculo población futura.

Años de censo	Número de habitantes
2010	4,964
2001	3,961
1990	3,053

A Continuación, en la siguiente tabla se determinó la Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable según las normas de la Secretaria De Agua (INEM, 1992).

Tabla N°2. Vida útil

<i>COMPONENTE</i>	<i>VIDA UTIL (AÑOS)</i>
Tanque de almacenamiento	40

Según la norma INEM “Para el cálculo de la población futura se harán las proyecciones de crecimiento utilizando por lo menos tres métodos conocidos (proyección aritmética, geométrica, incrementos diferenciales, comparativo, etc.)” (INEM, 1992, pág. 64). Por lo tanto, siguiendo la norma se hará el cálculo de población futura con los métodos siguientes:

1.5.1. Método aritmético

$$I = \frac{(Pa - Pi)}{n}$$

$$I = \frac{(4,964 h - 3,053 h)}{20 \text{ Años}} = 95.550\%$$

$$Pf = Pa + IN$$

$$Pf = 4,964 h + (95.550\%) * 40 \text{ años} = 8,786 \text{ habitantes}$$

Pi = Población Primer Censo.

Pa = Población actual.

I = Crecimiento anual promedio.

n = Años entre el primer y último censo.

N = Periodo económico que se fija en 40 años.

(Ecuacion N°4: Metodo Aritmetico)

1.5.2. Método geométrico por porcentaje

Año	N Habitantes	Incremento	%Pr
1990	3.053	-	-
2001	3,961	908	29.7412
2010	4,964	1,003	25.3219
			∑55.0631

$$\%Pr = \frac{908}{3.053} * 100 = 29.7412$$

$$\% Pr = \frac{55.0631}{20 \text{ años}} = 2.75315$$

$$Pf = Pa + \frac{Pa(\%Pr)(N)}{100}$$

$$Pf = 4,964 h + \frac{4,964h(2.753)(40)}{100} = 10,431 \text{ habitantes}$$

Pa = Población actual.

Pr = % incremento anual.

N = Periodo de diseño.

(Ecuacion N°5: Metodo Geométrico)

1.5.3. Método de Malthus

$$\Delta = \frac{\sum \% \frac{pr}{100}}{Nc}$$

$$\Delta = \frac{\left(\frac{55.0631}{100}\right)}{3} = 0.18354$$

$$Pf = Pa * (1 + \Delta)^n$$

$$Pf = 4,964 * (1 + 0.18354)^{4.0} = 9,741 \text{ habitantes}$$

Pf = Población Futura.

Pa = Población actual.

Δ = % incremento anual.

n = periodo decenales a partir de periodo economico.

Nc = Numeros de Censos.

(Ecuacion N°6: Metodo Malthus)

1.5.4. Promedio

$$Pft = \frac{(Pf \text{ arit} + Pf \text{ geom} + pf \text{ Malthu})}{3}$$

$$Pft = \frac{(8,786 h + 10,431h + 9,740 h)}{3} = 9,653 \text{ habitantes}$$

Pft = Población Futura total.

Pf arit = Población Futura aritmetica.

Pf geom = Población Futura geometrica.

Se va utilizar el 50% de la población, la cual va ser nuestra población de diseño, esto debido a que un poco menos de la mitad no cuenta con la red de agua potable.

$$Pd = \frac{Pf \text{ total}}{2} = \frac{9,653 h}{2} = 4,827 \text{ habitantes}$$

1.6. Dotación

Tabla N°1 Dotaciones recomendadas

<i>Poblacion (habitantes)</i>	<i>CLIMA</i>	<i>DOTACION MEDIA FUTURA (l/hab/dia)</i>
<i>Hasta 5,000 h</i>	<i>Frio</i>	<i>120 – 150</i>
	<i>Templado</i>	<i>130 – 160</i>
	<i>Calido</i>	<i>170 – 200</i>

1.6.1. Consumo Medio Diario (Lt/s)

$$Q_{md} = \frac{(qN)}{(86400 \text{ s})} = \frac{\left(170 \frac{\text{l}}{\text{hab}} \cdot \text{día} * 4,827\text{h}\right)}{(86,400 \text{ s})}$$

$$Q_{med} = 9.49589 \frac{\text{Lt}}{\text{s}} = 0.0094958 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

q = Dotación tomada de la tabla en l/hab/día.

N = Número de habitantes.

(Ecuacion N°7: Consumo Medio Diario)

1.6.2. Consumo máximo día y hora

El coeficiente de variación del consumo máximo diario.

$$K_{max. \text{ día}} = 1.3 - 1.5$$

$$Q_{max. \text{ día}} = K_{max. \text{ día}} \times Q_{med} = 1.5 \times 9.49589 \frac{\text{Lt}}{\text{s}} = 14.2438 \frac{\text{Lt}}{\text{s}}$$

$$Q_{max. \text{ día}} = 0.0142438 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$K_{max. \text{ hora}} = 2.1 - 2.3$$

$$Q_{max. \text{ hora}} = K_{max. \text{ hora}} \times Q_{med} = 2.2 \times 9.49589 \frac{\text{Lt}}{\text{s}} = 20.8909 \frac{\text{Lt}}{\text{s}}$$

$$Q_{max. \text{ hora}} = 0.0208909 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

(Ecuacion N°8: Consumo Maximo Dia Y Hora)

1.7. Proyecto de la obra de captación

La captación se realizará en una calle cercana a la ubicación de la estructura que mediante a una tubería de PVC de diámetro 63 mm (2.5") se moverá a un lugar más estable y seguro. En este punto se efectuará un cuarto de bombeo donde se establecerá la regularización del caudal y la presión mínima establecida en los cálculos, además los accesorios necesarios. Esto para que pueda cumplir la diferencia de altura entre el cuarto de bombeo y el tanque elevado.

1.8. Proyecto del sistema de conducción

Desde el cuarto de bombeo se llevará una tubería la dimensión 63 mm (2.5") hasta el tanque para su respectivo abastecimiento. Se puede visualizar en la Figura N°5; ANEXO N°5., en este paso se determinará los cálculos necesarios para la bomba y establecer qué

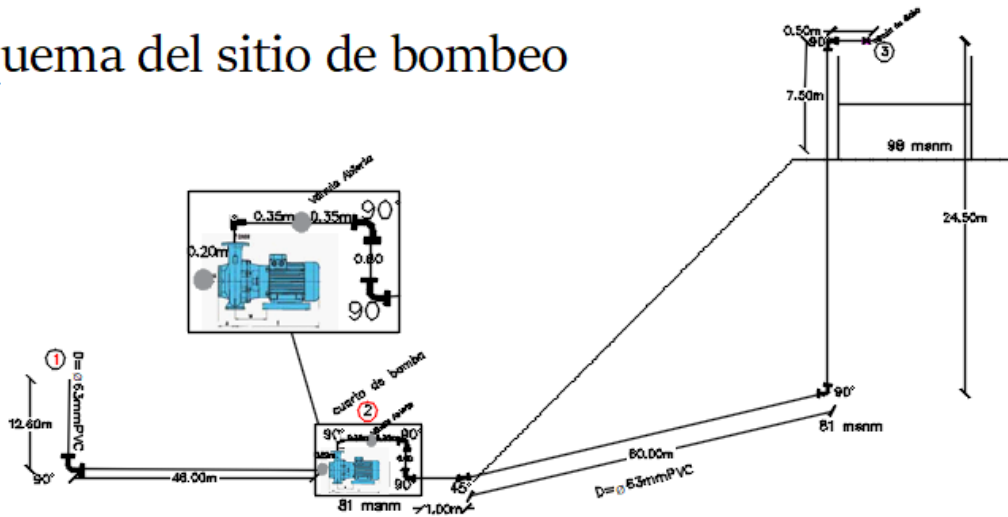
tipo de bomba se utilizará. Este proceso se regirá con los parámetros de las normas y la necesidad requerida.

1.9. Cálculo de bomba

El cálculo de la bomba depende de la topografía del lugar, los accesorios, diámetro de la tubería, pérdidas de carga y la dotación del caudal que se valla a utilizar, a continuación, se puede visualizar el esquema de la red de abastecimiento.

FIGURA N°6: Red de abastecimiento y accesorios

Esquema del sitio de bombeo



Para poder calcular la bomba tenemos que determinar las pérdidas de cargas la cual con la siguientes formulas se podrá identificar.

1.9.1. Velocidad y Diámetro

Se va utilizar el mismo diámetro de 63 mm (2.5") para toda la tubería PVC = 0.0635 m

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$v = \frac{0.0094958 \frac{m^3}{s}}{\frac{\pi (0.0635)^2}{4}} = 2.9984 \text{ m/s}$$

Q = Q medio m³/s
A= Área

(Ecuacion N°9: Velocidad de tubería)

1.9.2. Perdidas de carga

Reynolds:

$$Re = \frac{VD\rho}{\mu} = \frac{(2.9984 \frac{m}{s})(0.0635m)(998 \frac{Kg}{m^3})}{1.005 \times 10^{-3}} = 189,076.16$$

(Ecuacion N°10: Reynolds)

Rugosidad relativa:

Rugosidad absoluta de materiales.

Material	ε (mm)
PVC, plástico, cobre, latón, vidrio	0.0015

Tabla N°3 Completa anexada anteriormente.

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0.0015 \text{ mm}}{63.5 \text{ mm}} = 2.362 \times 10^{-5}$$

(Ecuacion N°11: Rugosidad Relativa)

Coefficiente de fricción:

$$f = \frac{1.325}{\left\{ -\ln \left[\frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right] \right\}^2}$$

$$f = \frac{1.325}{\left\{ -\ln \left[\frac{2.362 \times 10^{-5}}{3.7} + \frac{5.74}{(189,076.16)^{0.9}} \right] \right\}^2} = 0.01590$$

F= Coeficiente de fricción.

ε = Rugosidad relativa.

μ = Viscosidad del agua.

ρ = Densidad del agua 20°C.

Re = Reynolds.

(Ecuacion N°12: Coeficiente de Fision)

Perdida por accesorios:

Valores de coeficiente K de aditamento

Accesorios	Cantidad	K
Codo 45°	6 und	0.4
Codo 90°	1 und	0.9
Válvula de Globo	1 und	10.0
Amplificador	1 und	0.3
Reductor	1 und	0.2

Medidor de agua	1 und	7.0
Válvulas de compuerta Abierta	2 und	0.4
Entrada Bomba	2 und	1.0
Te salida lateral	1 und	1.3

$$Hf_{1-3} = F \frac{l}{D} + \frac{V^3^2}{2 \cdot g}$$

$$Hf_{1-3} = \frac{V^3^2}{2 \cdot g} + \left[F \frac{l}{D} + kc_{45^\circ} + kc_{90^\circ} + kv + Ka + KR + Km + Ke + ks \right]$$

$$Hf_{1-3} = \frac{\left(2.9984 \frac{m}{s}\right)^2}{2 * 9.81 \frac{m}{s^2}} + \left[0.01590 \frac{146.1m}{0.0635m} + (0.4 * 6) + (0.9 * 1) + (10 + 0.3 + 0.2 + 7 + 0.8 + 2 + 1.3) \right]$$

$$Hf_{1-3} = 61.9550m$$

(Ecuacion N°13: Perdida de Carga Por Accesorios)

Perdidas de carga (Principio de Bernoulli)

$$\cancel{h_1} + \cancel{\frac{V_1^2}{2 \cdot g}} + \cancel{\frac{P_1}{\phi}} + h_B = h_3 + \frac{V_3^2}{2 \cdot g} + \cancel{\frac{P_1}{\phi}} + Hf_{1-3}$$

$$h_B = h_3 + \frac{V_3^2}{2 \cdot g} + Hf_{1-3}$$

$$h_B = 24.5m + \frac{\left(2.9984 \frac{m}{s}\right)^2}{2 * 9.81 \frac{m}{s^2}} + 61.9550m$$

$$h_B = 86.9133m$$

Hf= Perdida de Carga.

G= Aceleración de la gravedad.

h = Altura geométrica en la dirección de la gravedad en la sección.

P= Presión a lo largo de la línea de corriente.

φ= Densidad del fluido.

V= Velocidad del fluido.

(Ecuacion N°14: Perdida de Carga Bernoulli)

Se desprecia la presión y se utilizó la atmosférica porque no se tuvo información del punto de captación, esto debido a que esta red está sin funcionar.

1.9.3. Potencia de la bomba

Se utilizará un rendimiento de la bomba de 80% esto dependerá de la eficiencia de la bomba y la ubicación. Además de las normas que dice que el rendimiento para una población de esa cantidad es de 70% a 90%. Lo cual dependerá del criterio del diseñador y las especificaciones de la bomba de agua.

$$PB(\text{hp}) = \frac{Q\rho ghB}{746 e}$$
$$PB(\text{hp}) = \frac{\left(0.0094958 \frac{m^3}{s}\right) \left(998 \frac{Kg}{m^3}\right) \left(9.81 \frac{m}{s^2}\right) (86.9133m)}{746 (0.80)}$$
$$PB(\text{hp}) = 13.53919Hp$$

Hp = Caballo de fuerza, unidad de potencia.
e = Porcentaje de rendimiento de bomba 80%

(Ecuacion N°15: Potencia de la Bomba)

Se pudo determinar con las fórmulas anteriores que con una bomba de agua de 15 hp bastará con el consumo requerido del tanque elevado, que estará de forma continúa dependiendo de la altura del agua y la válvula de globo.

En el ANEXO N°6 se podrá ver el catálogo y la especificación de la bomba

1.10. Proyecto de almacenamiento o regularización.

1.10.1. Volumen de regulación (Vr):

$$Vr = 0.30 * Dot f * Pf$$
$$Vr = 0.30 * 170 \frac{hab}{dia} * 4,827hab * 0.001$$
$$Vr = 246.1336 \frac{m^3}{dia} = 10.255 \frac{m^3}{h}$$

(Ecuacion N°16: Volumen De Regulacion)

El 30% (0.30) es según la capacidad de regulación que le da la norma (INEM, pág. 67), esto depende de la cantidad de habitantes, en este caso es menor a 5,000 hab, por lo tanto, es la cantidad anterior.

1.10.2. Volumen contra incendio (Vi):

$$VI = V \text{ adoptado} * \text{Tiempo de Proteccion}$$

$$VI = \left(5 \frac{L}{s} * 0.001\right) * (1 \text{ hora} * 3600 \text{ s})$$

$$Vi = 18 \frac{m^3}{h}$$

(Ecuacion N°17: Volumen Contra Incendio)

Los 5 L/s es según la capacidad contra incendio que está establecida en la norma (INEM, pág. 67), esto dependerá de la cantidad de habitantes, y el número de horas de tiempo de protección suministrado por una boca de fuego, la cual se determinó a 1 hora (Burbano G, 1993 Pag 78).

1.10.3. Volumen total Vt:

$$Vt = Vr + Vi$$

$$Vt = 10.255 \frac{m^3}{h} + 18 \frac{m^3}{h} = 28.25557 \text{ m}^3/h$$

Se adopta un tanque elevado de 50 m³

(Ecuacion N°18: Volumen Total)

R. Oe2: Definir los parámetros establecidos para el diseño sismo-resistente de un tanque elevado.

2.1. RESULTADOS DE LA CIMENTACIÓN

Se elaboro un estudio de suelo en el laboratorio Suelos, Hormigón y Asfalto Ing. Orlando Mora donde se hizo un Muestreo de Ensayo De Penetración Estándar O **SPT** (del inglés Standard Penetration Test), donde se determinó los siguientes parámetros.

2.1.1. Características Del Suelo Existente

El Sondeo Realizado, Coordenadas 0555663 - 9881594 - En este sondeo, el perfil estratigráfico es heterogéneo, donde desde el inicio hasta el final del sondeo, nos encontramos con arcillas inorgánicas de plasticidad alta, arcillas cohesivas, elásticas, expansivas, arcillas compactas, arcillas duras, que de acuerdo a la clasificación sus corresponden al grupo de los CH, no se encontró nivel freático y la capacidad portante

promedio del sondeo es igual a $2.29 \text{Kg/cm}^2 = 22.90 \text{ ton/m}^2$, el perfil estratigráfico corresponde a (D), de acuerdo a las normas ecuatorianas de la construcción (Ing.Mora, 2019).

2.1.2. Criterios Y Recomendaciones Para Cimentación Del Tanque Elevado.

Los resultados de los análisis de laboratorio nos indican que estamos en presencia de arcillas inorgánicas de alta plasticidad, suelos cohesivos, elásticos, expansivos, suelos compactos.

Es de indicar que estas arcillas, en contacto con el agua sufren cambios volumétricos, que ponen en riesgo cualquier obra civil, por lo que amerita mejorar los suelos encontrados, reem placándolos con materiales granulares de cantera.

Bajo la cimentación de la zapata del tanque elevado, se recomienda colocara una capa de 40 cm de piedra bola, seguido colocar 30 cm, de material filtrante de 2 a 4" donde se compactara tratando de que las piedras tengan el reacomodo respectivo, posteriormente se colocarán dos capas de 25 cm de material de mejoramiento, estas capas serán hidratadas y compactadas hasta obtener mínimo el 95% de la máxima densidad de laboratorio, sobre esta capa se fundirá un replantillo no menor a 10 cm en toda el área sobre el cual será colocada zapata. Los materiales de relleno deberán cumplir con las especificaciones generales del MOP – 001 – F (Ing.Mora, 2019).

2.2. RESULTADOS DEL DISEÑO ESTRUCTURAL, CÁLCULO MANUAL

2.2.1. Dimensionamiento Del Tanque

Se van adoptar las siguientes dimisiones de acuerdo a los cálculos hidráulico ya realizado anterior mente y contando con el pre dimensionamiento, además médiante el proceso de diseño en el ETABS, se van a ir recalculando.

Datos Hidráulicos

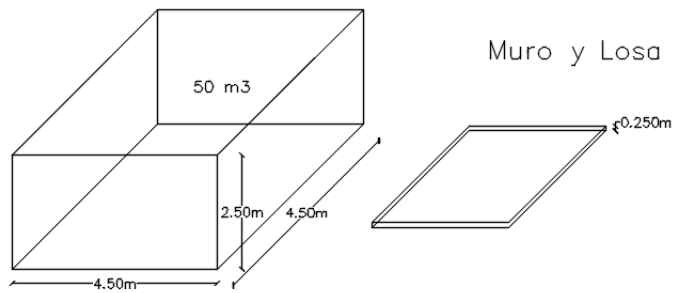
Volumen tanque rectangular (V)	50 m ³
Altura total de la estructura (He)	8.30 m

Dimensionamiento del Tanque

Largo (D Largo)	5.0 m
Ancho (D Ancho)	5.0 m
Alto (D Alto)	3.30 m
Altura del agua (h)	2.5 m

FIGURA N°7: Dimensiones del nivel de agua

Tanque de almacenamiento



Revisión Volumen de Agua en Tanque

Volumen Nominal (4.50 m*4.50 m*2.50m)	50 m³
--	-------

2.2.2. Dimensionamiento De La Torre

Numero de columnas (n)	8.00
Numero de vigas	8.00
Φ	90°
Inclinación Columnas (m)	0 %
Altura de la torre (L1)	5.00 m
Distancia entre columnas (L)	5.00 m

2.2.3. Pre dimensionamiento de la Estructura

2.2.3.1. Vigas

Según la E 030 de diseño sismo-resistente de Perú que es una extensión de la norma ACI 318 se deberá tener en cuenta las siguientes categorías de vigas:

A (1/10) : Para edificaciones de servicios públicos de carga media.

B (1/11): Para edificaciones de gran demanda de carga como colegios y de almacenamiento.

C (1/12): Para edificaciones de carga baja como viviendas.

Altura de la viga:

$$h = \frac{ln}{11}$$

$$h = \frac{500cm}{11} = 45.45cm = 50 cm$$

(Ecuacion N°19: Altura de la viga)

L_n = largo de la viga.

H= Altura (cm), se utilizará la categoría B.

Base de la Viga:

$$B = \frac{h}{2}$$

$$B = \frac{50 \text{ cm}}{2} = 25 \text{ cm}$$

(Ecuacion N°20: Base de la viga)

Según la norma ACI 318 la base debe ser mayor o igual a 25 cm.

2.2.3.2. Columnas

Se determinará para el pre dimensionamiento la categoría de columnas para edificios porque todavía la norma nacional no cuenta con información de estructuras hidráulicas, estas categorías están establecida por la ACI 318.

TABLA N°15 : Pre dimensionamiento De Columnas

RNE E 0.60= LADO MINIMO COLUMNA = 25 cm

N°	Tipo Columna	f'c (kg/cm2)	N° pisos	Coef. Amortiguación Columna	Área Trib. (m2)	Peso (kg/m2)	P servicio (kg)	Área Columna (cm2)	Área Min. Colum. (cm2)	a lado columna (cm)		Sección
1	C4	280	2	0.05	6.25	1500	18750	1339.29	625.00	36.60	SI CUMPLE	40X40
2	C4	280	2	0.05	6.25	1500	18750	1339.29	625.00	36.60	SI CUMPLE	40X40
3	C4	280	2	0.05	6.25	1500	18750	1339.29	625.00	36.60	SI CUMPLE	40X40
4	C4	280	2	0.05	6.25	1500	18750	1339.29	625.00	36.60	SI CUMPLE	40X40

Tipo de columnas: Según la norma ACI 318 se encuentra

C1: Columnas centrales.

C2: Columnas Extrema de un pórtico principal interior.

C3: Columnas Extrema de un pórtico Secundarios interior.

C4: Columnas en esquineras.

Coefficiente de amortiguación: Según la NEC es del 5%.

F'_c : Resistencia del concreto.

Peso : Es en función de la carga muerta y viva, se determina la categoría según la Norma E 030 de Perú, la categoría elegida fue la A edificios nuevos.

2.2.3.3. Zapatas

Altura de Zapatas

Para determinar el espesor de las zapatas se deberá considerar los parámetros de la norma ACI 318-14 (2014) las cuales dicen que:

20.6.1.3.4. “Para concreto construido contra el suelo y permanentemente expuesto a los paquetes de barras debe ser de 75mm” (pág. 52).

13.3.1.2. “La altura total de la cimentación debe seleccionarse de manera tal que la altura efectiva de refuerzo inferior sea al menos 150mm” (pág. 43).

Para Pre dimensionamiento se propone una varilla de #4 1/2" que mediante los cálculos se van a ir modificando.

FIGURA N°8: Altura efectiva de Zapatas

$$r = Pb + 1.5(\#V)$$

$$r = 7.5 \text{ cm} + 1.5 (1.27 \text{ cm}) = 9.405 \text{ cm}$$

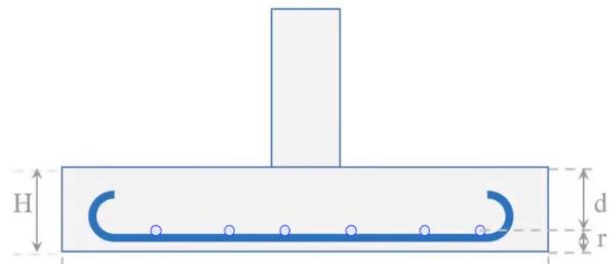
Pb: Paquete de Varillas.

#V: Medidas en cm de la varilla.

H: La altura de espesor (30cm espesor propuesto).

r : Recubrimiento.

d : Altura Efectiva.



$$d = H - r$$

$$d = 30 \text{ cm} - 9.405 = 20.595$$

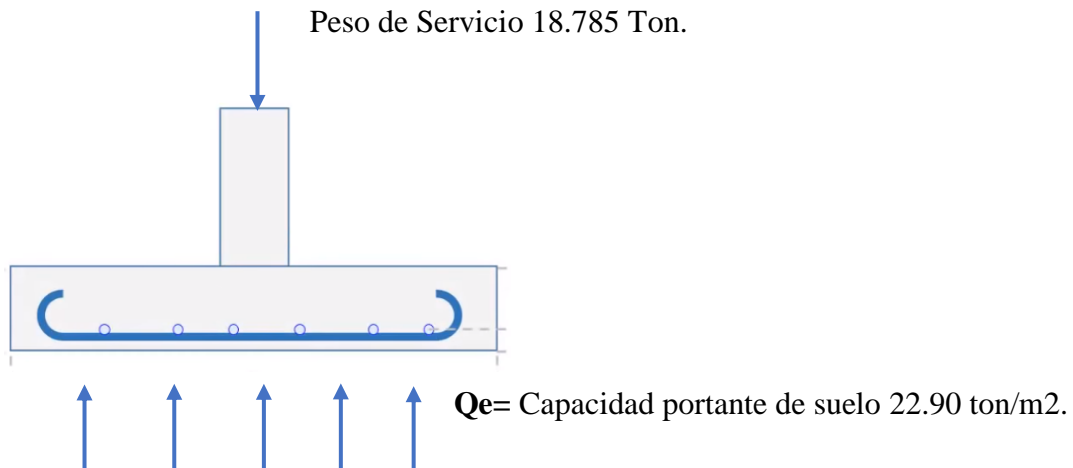
La altura efectiva debe ser mayor o igual a 150mm (15 cm). El cálculo cumple las condiciones.

(Ecuacion N°21: Altura de la Zapatas)

Base y largo de las zapatas

Según la ACI 318-14 (2014), literal **13.3.1.1.**“El área mínima de la base de la cimentación debe calcularse a partir de la fuerza y momentos no mayorados transmitidos por la cimentación al suelo o roca y de la capacidad portante admisible definida con base en los principios de la mecánica de suelo” (pág. 45).

FIGURA N°9: Carga de Zapatas



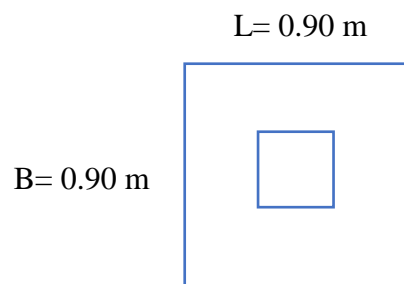
Área de Zapatas

$$A_{se} = \frac{P}{Q_e}$$

$$A_{se} = \frac{18.785 \text{ Ton}}{22.90 \text{ Ton}} = 0.8187 \text{ m}^2$$

$$A_{se} = \sqrt{0.8187 \text{ m}^2} = 0.90 \text{ m}$$

(Ecuacion N°22: Area de las Zapatas)



Se estableció este cálculo de pre dimensionamiento el en software y mediante los análisis de los resultados se determinó que no cumplían con los criterios establecidos por la NEC por lo cual se debió modificar hasta que llegaron a cumplir.

Se modificaron:

las vigas se aumentaron 10 cm de altura y base.

Las columnas se aumentaron 20 cm de largo y base.

2.2.4. Dimensionamiento de la Estructura

Diámetro del Espesor muro	0.25 m
Vigas	0.60m*0.35m
Columnas	0.60m*0.60m
Zapatas	0.90m*0.90m

FIGURA N°10: Elevación del tanque

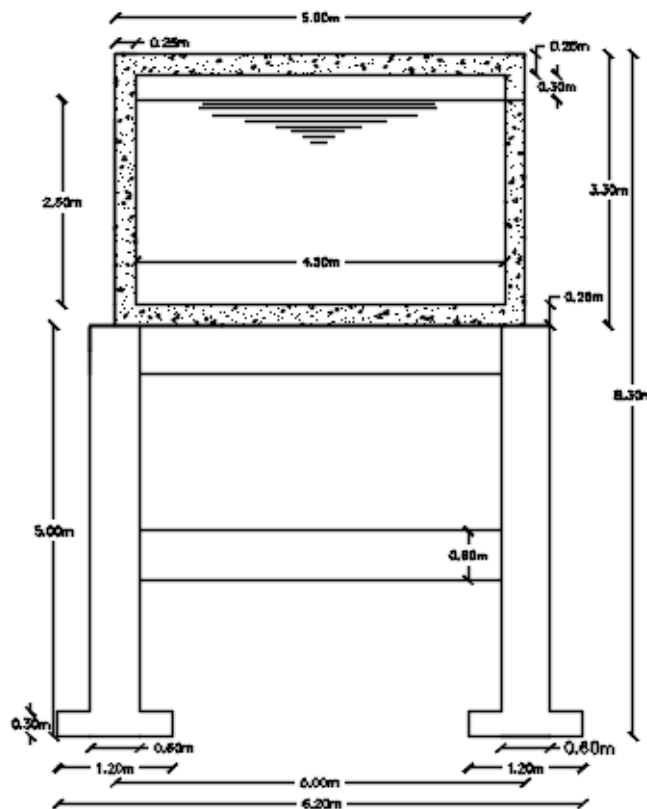
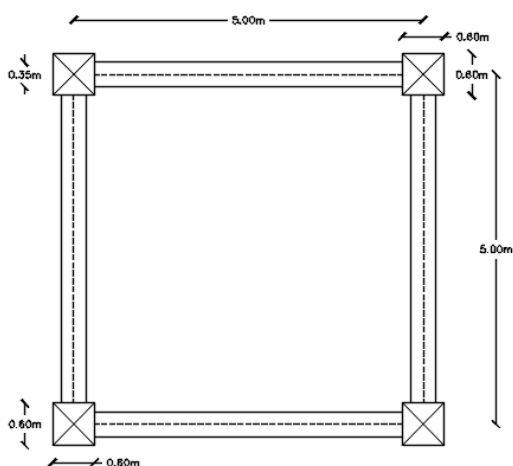


FIGURA N°11: Vista de Planta



2.2.5. Diseño De Espesores De Elementos Del Tanque

Material Concreto

Peso volumétrico γ_c	2400kg/m ³
Resistencia a la compresión F'_c	280 kg/cm ²
Módulo de poisson, ν	0.2
Modulo elasticidad, E_c	252902.452 kg/cm ²

$$E_c = 15100 * \sqrt{280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

(Ecuacion N°23: Modulo de Elasticidad Concreto)

Material acero

Peso volumétrico γ_s	7850 kg/m ³
Resistencia en fluencia F'_y	4200 kg/cm ²
Modulo elasticidad, E_s	2036901.92 kg/cm ²

Losa (base) y Tapa

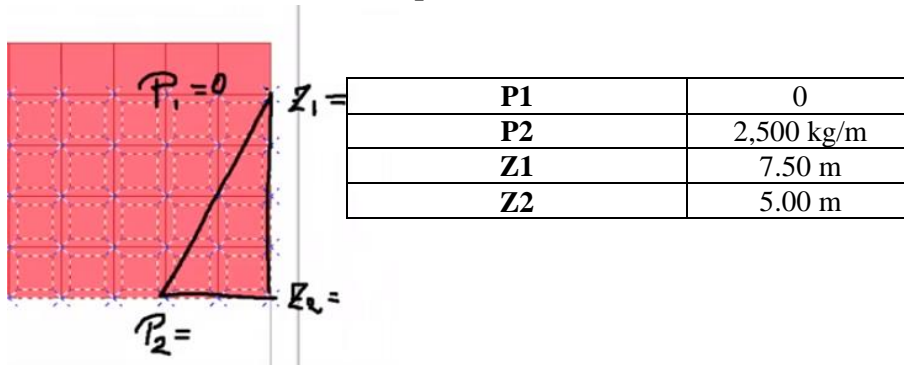
Espesor de la losa t_w	0.25 m
Espesor de la Tapa t_s	0.25 m

Niveles

N° de Niveles	
Altura del 1° nivel	3.30 m
Altura del 2° nivel	2.5 m
Altura del 3° nivel	2.5 m

Vale resaltar que los datos ya especificados en material concreto y acero, son parámetros establecido en pruebas y datos oficiales.

2.2.6. Presión Contra El Tanque



Según el ETABS 2018 la siguiente fórmula es de presión contra el tanque en función del líquido.

$$c * z + d = p$$

$$\left[\begin{array}{l} 7.50\text{m} * c + d = 0 \\ 5.00\text{m} * c + d = 2,500 \text{ kg/m} \end{array} \right]$$

$$C = \frac{(P1 - P2)}{(Z1 - Z2)} = \frac{(0 - 2,500 \text{ kg/m})}{(7.50\text{m} - 5.00\text{m})}$$

$$D = P1 - Z1 * \frac{(P1 - P2)}{(Z1 - Z2)} = 0 - 7.50\text{m} * \frac{(0 - 2,500 \frac{\text{kg}}{\text{m}})}{(7.50\text{m} - 5.00\text{m})}$$

C	-1000.00 Kg/m2
D	7500.000 kg/m

(Ecuacion N°24: Presion Contra el Tanque)

P1: Presión en la parte alta, Que sería la atmosférica.

P2 : Presión que se produce en losa de la estructura por el peso del líquido, esto depende de la altura de nivel de agua y peso en m3 de líquido (1000 kg/m3).

Z1: Altura desde el inicio de la torre hasta el punto límite de nivel de agua.

Z2: Altura desde el inicio de la torre hasta el inicio del Tanque.

C- D: Fuerzas contra el tanque.

2.2.7. Integración De Cargas Para El Análisis Estructural

2.2.7.1. Cargas Muertas

La carga muerta en el diseño consistirá en la suma de los pesos del hormigón armado para las columnas, vigas, muros, losas, cimentación y accesorios.

TABLA N°16 : Peso Total Del Tanque

Elementos	N° Elementos	Longitud (m)	Espesor (m)	Área De Sección (m2)	Volumen (m3)	Peso (kg)	Peso (Ton)
Viga	8.00	35.20	-	0.21	7.39	17740.80	17.7408
Columna	8.00	20.00	-	0.36	7.20	17280.00	17.28
Muro	4.00	20.00	0.25	0.8250	16.50	39600.00	39.6
Losa	1.00	-	0.25	25.00	6.25	15000.00	15.00
Tapa	1.00	-	0.25	25.00	6.25	15000.00	15.00
Agua	-	-	2.50	20.25	50.63	50625.13	50.625

Peso Tanque Lleno: 155245.80 kg – 155.2458 ton

Peso Tanque Vacío: 104620.80 kg – 104.6208 ton

2.2.7.2. Cargas Vivas

Según Prieto (2017) “La carga viva, es la sumatoria del peso de las personas que interviene en el montaje del tanque, o el mantenimiento y reparaciones del mismo, tomándose el valor mayor de ambas, en este caso tomaremos como carga viva el peso del agua” (pág. 27).

Carga del agua	50825.13 kg	50.625 ton
----------------	-------------	------------

2.2.7.3. Cargas Sísmicas

TABLA N°17: .Peso sísmico efectivo

Nivel	Altura Efectiva (m)	Columnas (kg)	Vigas (kg)	Losa y tapa (kg)	Paredes (kg)	Agua (kg)	Peso total (kg)	Peso total (Ton)
3	3.30	-	-	30000.0	39600.00	26929.97	96530,0	96,529
2	2.50	8640.00	8870.4				17510,40	17,5104
1	2.50	8640.00	8870.4				17510,40	17,5104
		17280	17740.8	30000.0	39600.00	26929.97	131550,8	131,5508

Carga total sísmico (ton) = 131.5508 ton

El peso total del tanque y el peso sísmico efectivo se verificará y se comparará con el diseño estructura en ETABS.

2.2.8. Redimensionamiento de Zapatas

Se necesito modificar las zapatas con los Pesos de servicio que son las cargas muerta y vivas de la estructura.

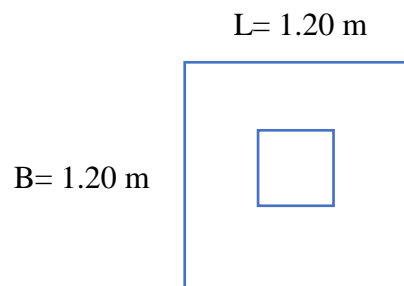
Base y largo de las zapatas

Área de Zapatas

$$Ase = \frac{P}{Qe}$$

$$Ase = \frac{32.887 \text{ Ton}}{22.90 \text{ Ton}} = 1.436 \text{ m}^2$$

$$Ase = \sqrt{1.436 \text{ m}^2} = 1.20 \text{ m}$$



R. Oe3: Determinar adecuadamente el cálculo estructural de un tanque elevado con los factores sismo-resistente.

3. RESULTADOS DEL DISEÑO SÍSMICO Sa

3.1. Método Espectro Elástico De Aceleraciones

A continuación, Se pude observar los coeficientes elegidos, esto dependerá del estudio ya anteriormente realizado al suelo, con este estudio y mediante la normal NEC Se determinaron lo siguiente:

TIPO DE SUELO	D	Clasificación de los perfiles de suelo (Tabla N°14) y SPT
Z	0.50	Población Ecuatoriana y valor del factor Z (Tabla N°6)
η	1.80	Tipo de suelo acción espectral NEC
r	1	Factor usado en el espectro de diseño elástico

Fa	1.12	Tipo de suelo factor de sitio Fa (Tabla N°11)
Fd	1.3	Tipo de suelo factor de sitio Fd (Tabla N°12)
Fs	1.65	Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico de subsuelo Fs (Tabla N°13)

3.1.1. Cálculos espectro de diseño de aceleración

$$T_c = 0.55 F_s \frac{F_d}{F_a} = 0.55(1.65) \frac{1.3}{1.12} = 1.0533 \text{ s}$$

$$S_a = \eta * Z * F_a = 1.80 * 0.50 * 1.12 \quad \text{para } 0 \leq T \leq t$$

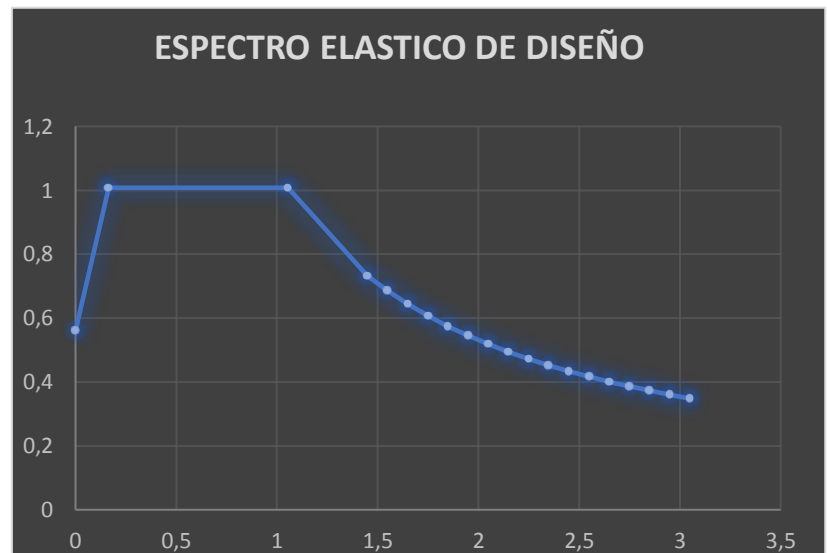
Tc	1.0533
Sa	1.08 g

(Ecuaciones N°1 y N°2)

3.1.2. Gráfico Espectro Elástico De Aceleraciones

TC (S)	Sa (G)
0	0.56
0.165	1.008
1.05334821	1.008
1.450	0.73225862
1.550	0.68501613
1.650	0.6435
1.750	0.60672857
1.850	0.57393243
1.950	0.5445
2.050	0.51793902
2.150	0.49384884
2.250	0.4719
2.350	0.45181915
2.450	0.43337755
2.550	0.41638235
2.650	0.40066981
2.750	0.3861
2.850	0.37255263
2.950	0.35992373
3.050	0.34812295

FIGURA N°12: Resultado De La Curva De Aceleración



Vale resaltar que las fórmulas fueron establecidas por la normal (NEC, 2013) y mediante los coeficientes elegidos en nuestro lugar, se pudieron dar los cálculos correspondientes siguiendo paso a paso los parámetros que dicha norma dice.

3.2. Cortante Basal

3.2.1. Periodo de vibración (Ta)

$$Ta = Ct * Hn^\alpha$$

$$Ta = 0.055 * 8.30m^{0.9} = 0.3694 s$$

(Ecuacion N°25: Periodo de Vibracion Del Cortante)

Ct = Coeficiente que depende de tipo de edificio

Hn = Altura máxima de la edificación de n pisos, medida desde la base de la estructura, en (m).

A continuación, se visualiza los datos para calcular el cortante basal , lo cual algunas de ellas fueron calculadas anteriormente y la otras son coeficientes.

Ct	0.055	Pórticos especiales de hormigo armado (Tabla N°8)
α	0.9	Pórticos especiales de hormigo armado (Tabla N°8)
Hn	8.30 m	Altura de la estructura
Sa	1.008 g	Aceleración máxima correspondiente al espectro
R	8	Factor de respuesta estructural, Sistemas estructurales Dúctiles (Tabla N°9)
I	1.5	Factor de importancia (Tabla N°7)
φP	1	No existen irregularidades es penalizadas en plana y elevación NEC
φE	1	No existen irregularidades es penalizadas en plana y elevación NEC
W	131550,8 kg	Carga total sísmico
Ta	0.3372	Periodo de vibración
g	9.81 m/s ²	Gravedad

3.2.2. Cortante basal total

Fórmula establecida por NEC

$$V = \frac{I * Sa}{R * \phi P * \phi E} * W = \frac{(1.5 * 1.008 g)}{(8 * 1 * 1)} * 131550.8 kg$$

$$V = 24863.21 Kg - 24.8631 Ton$$

(Ecuacion N°3)

El siguiente cálculo se va utiliza para el Promedio en el diseño en ETABS.

$$V = \frac{I * Sa}{R * \phi P * \phi E} = \frac{(1.5 * 1.008 g)}{(8 * 1 * 1)} = 0.189\%$$

(Ecuacion N°26: Porcentaje Cortante Basal)

3.2.3. Factor de escala

$$Fe = \frac{I * g}{R * \varphi P * \varphi E} = \frac{1.5 * 9.81m/s^2}{8 * 1 * 1} = 1.839$$

(Ecuacion N°27: Factor De Escalal)

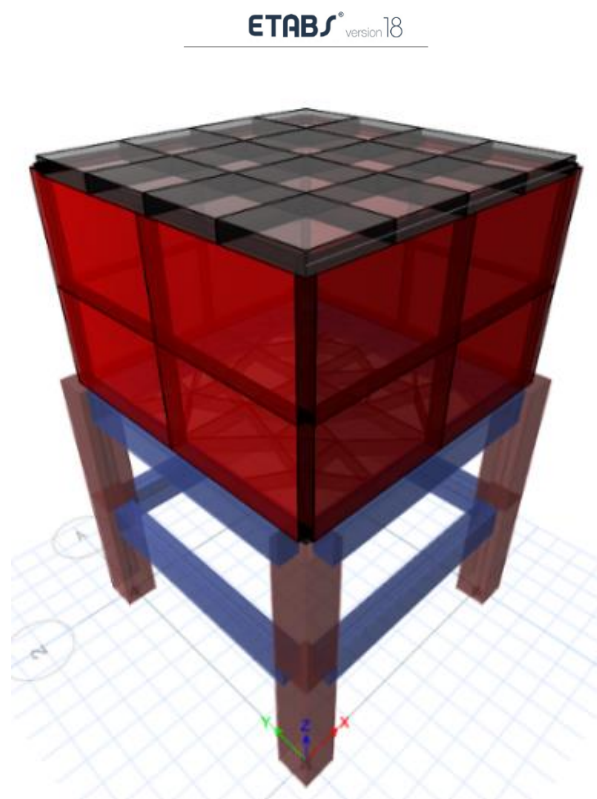
El Coeficiente de factor de escala es necesario para el cálculo en el software ETABS. Se indicará en el siguiente punto (4.5.) en que posición del diseño se utilizará.

R. Oe4: Realizar un modelado que evidencie el diseño sismo-resistente de la estructura mediante la implementando de un software.

4. RESULTADOS DEL DISEÑO ESTRUCTURAL EN EL SOFTWARE ETABS

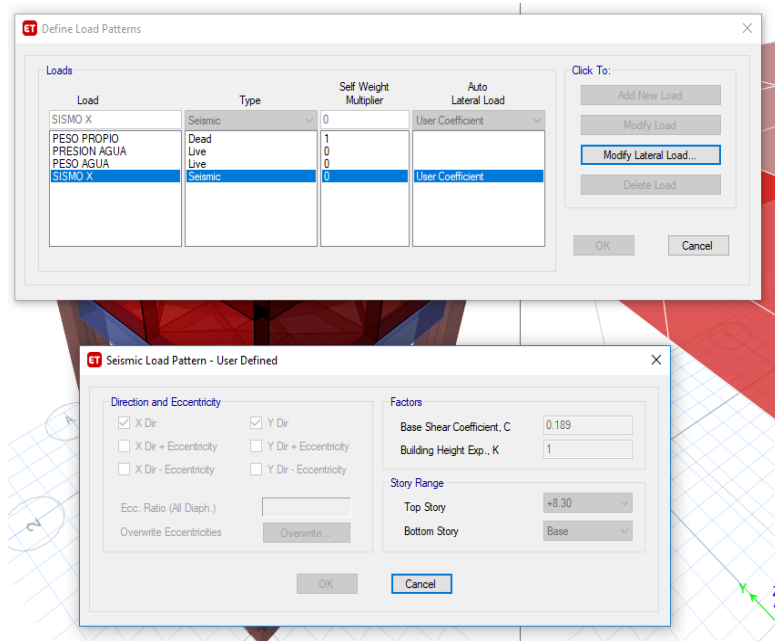
Se utilizó el software ETABS 2018 para el diseño estructural donde se tomaron lo datos anteriormente obtenidos, vale resaltar que los siguientes resultados va a la mano con el método trabajado. Lo cual no todos los resultados dados por el software se colocaron.

FIGURA N°13 : Plano 3D de la Estructura



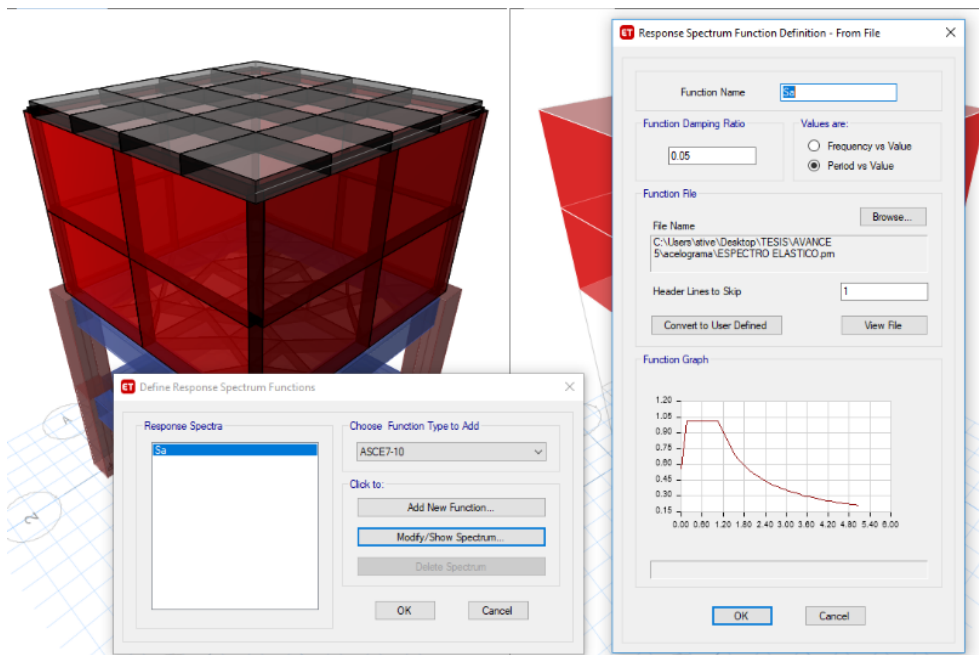
A continuación, en la figura se destaca la ubicación del resultado de porcentaje del cortante basal, ya nombrado anteriormente en los resultados manuales.

FIGURA N°14 : Porcentaje cortante Basal



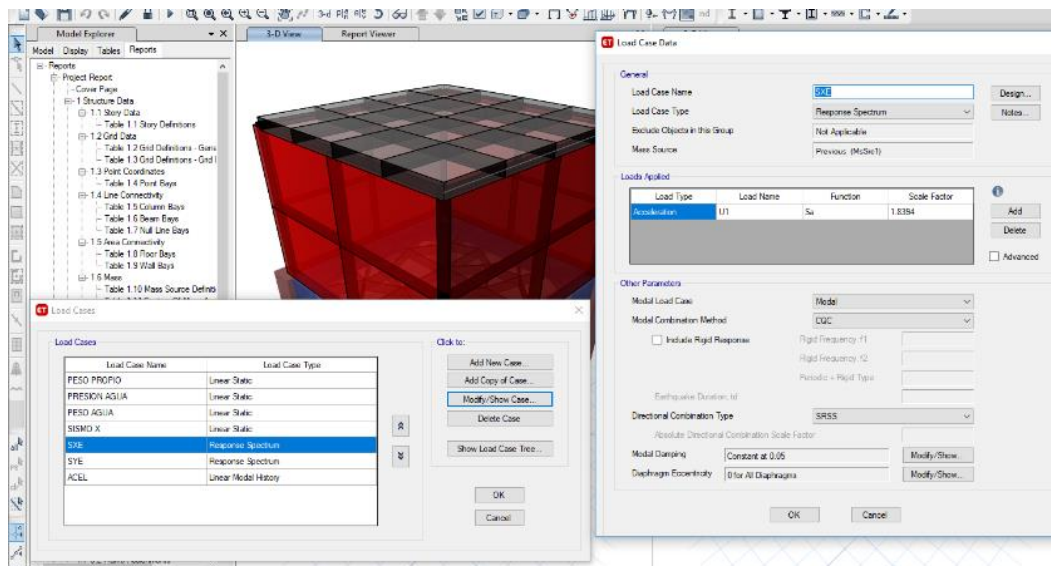
En la siguiente figura se puede visualizar la implementación del espectro elastico en aceleracion S_a al software ya calculado. Se implemento una relación de amortiguación de 5% según la norma NEC 2013.

FIGURA N°15 : Implementación S_a en el ETABS.



A continuación, en la figura se observa el lugar donde se estableció el factor de escala ya calculado anteriormente, esto para el cálculo S_a en la estructura diseñada.

FIGURA N°16 : Factor escala en el ETABS.



Ya diseñada la estructura con todos los datos obtenido anteriormente y establecidos en el software, se pasará a visualizar los resultados obtenidos, para evaluar el método espectro elástico en aceleración.

A continuación, Se muestran los resultados sísmicos del software lo cual fueron calculados también manualmente y se llegaron al mismo resultado.

TABLA N°18: Peso total según el software

TABLA: Lista de peso total por sección					
Sección	Tipo de objeto	Piezas numéricas	Longitud m	Peso tonf	Número Studs
Columna	Column	8	20	17.28	
Viga	Beam	8	40	17.7408	0
Losa	Floor			30	
Muro	Wall			39.6	

4.1. Peso sísmico efectivo software

Cálculo de carga sísmica

Coficiente de cizallamiento base, C

$$C = 0.189$$

TABLA N°19: Peso Sísmico Efectivo el software

Dirección	Período utilizado (sec)	C	W (tonf)	V (tonf)
X	0	0	131.5508	24.8631

4.2. Cálculo de cortante basal

Base Shear, V

$$V = CW$$

V=24.8631

4.3. Cargas laterales

FIGURA N°17 : Carga laterales

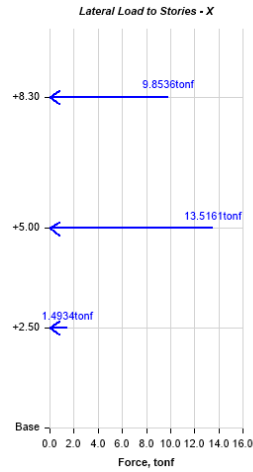


TABLA N°20: Cargas laterales según el nivel

Story	Elevation	X-Dir	Y-Dir
	m	tonf	tonf
+8.30	8.3	9.8536	0
+5.00	5	13.5161	0
+2.50	2.5	1.4934	0
Base	0	0	0

En la siguiente figura se observará desplazamiento de la estructura con todas sus cargas establecidas.

FIGURA N°18 : Desplazamiento sísmico

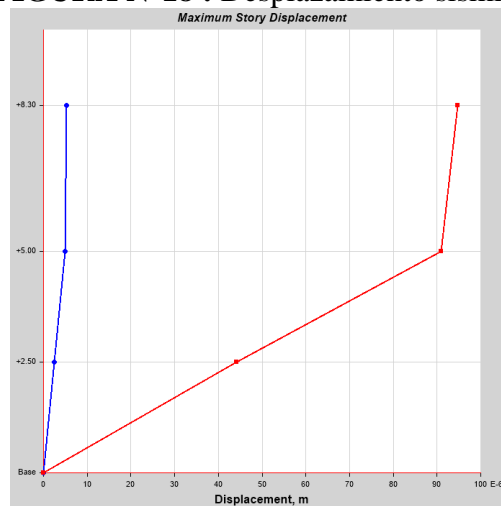
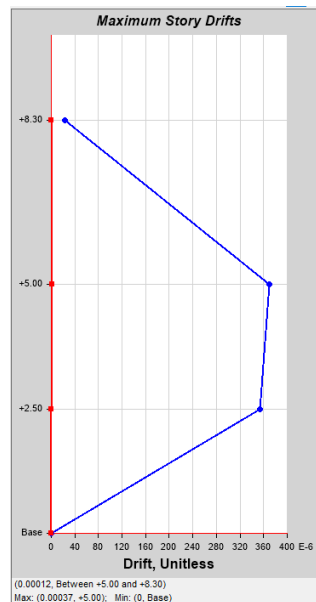


TABLA N°21: Valores de respuesta del desplazamiento sísmico

Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m		m	m
+8.30	8.3	Top	0.000005	0.000095
+5.00	5	Top	0.000005	0.000091
+2.50	2.5	Top	0.000002	0.000044
Base	0	Top	0	0

4.4. Sismo estático máxima:

FIGURA N°19 : Sismo estático máxima:



Según la norma NEC-2013 la máxima permitida para concreto y estructura metálica es del 2% , la cual se puede determinar mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta m = 0.75 * R * Si$$

$$0.02 = 0.75 * 8 * Si$$

$$Si = 0.00333m$$

(Ecuacion N°28: Máxima permitida para concreto Desplazamiento(Si))

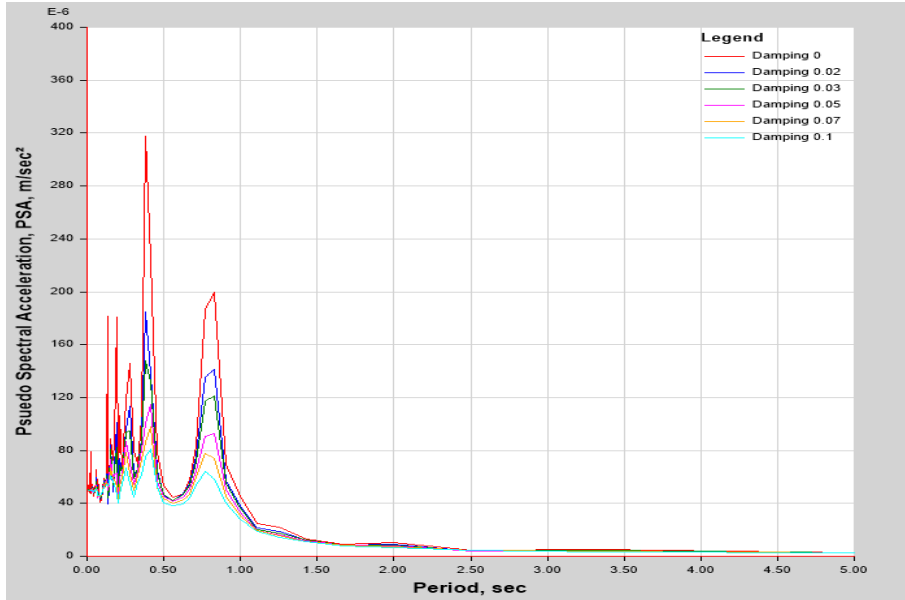
SeX debe ser menor o igual a Si, según la norma.

La estructura diseñada tiene un resultado Sismo estático máxima SeX de 0.00037 lo cual cumpliría con lo establecido, esto depende de dimensionamiento de las columnas y vigas.

A continuación, se verá el Espectro de respuesta de la historia del tiempo, lo cual nos mostrará un acelerograma donde se puede visualizar los puntos más altos de vibración en la estructura.

Responde a la dirección : X

FIGURA N°20: Acelerograma



En ANEXO N°7 se podrá ver la tabla de tabulación de Valores del espectro de respuesta.

En el ANEXO N°8 se encontrará las figuras y más especificaciones correspondientes a la estructura, como son las cortantes, momentos y la axial.

4.5. Presupuesto Referencial

Se tomará 5.00 cm de recubrimiento.

4.5.1. Planilla De Volumen De Hormigón Y Acero

Columnas

# Cantidad	Altura h (m)	Área (m2)	Volumen (m3)
4.00	5.00	0.36	7.20

Vigas

# Cantidad	Altura h (m)	Área (m2)	Volumen (m3)
4.00	5.00	0.21	4.20

Elementos

Elementos	Dimensiones	Losa maciza	Volumen
	Área (m2)	Espesor (m)	(m3)
Zapatas	5.76	0.3	1.728
Losa	25.00	0.25	6.25
Tapa	25.00	0.25	6.25
Muro	100.00	0.25	25.00

Acero de Refuerzo

Elementos	Peso	Peso
	kg	Ton
Acero	4575.65	4.57565

4.5.2. Presupuesto Referencial Del Tanque Y Sistema De Abastecimiento

MOVIMIENTO DE TIERRAS

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
01	REPLANTEO Y NIVELACION	HORA	16.00	20	\$ 320.00
02	LIMPIEZA Y DESBROCE	HORA	8.00	20	\$ 160.00
03	EXCAVACION MAQUINA RETROEXCAVADORA	HORA	12.00	40	\$ 480.00
04	DESALOJO	VIAJES	7.00	20	\$ 140.00
05	MATERIAL PIEDRA BOLA	M3	19.6	8.75	\$ 171.50
06	MATERIAL FILTRANTE	M3	14.7	2.5	\$ 36.75
07	MATERIAL MEJORAMIENTO	M3	24.5	2.5	\$ 61.25
08	VIAJE MATERIAL	VIAJE	8	25	\$ 200.00
09	APLANADORA (MAQUINA)	HORA	16	4.375	\$ 70.00
				SUB TOTAL	\$ 1,639.50

ESTRUCTURA

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
10	CIMENTACIÓN	M3	19.6	95.19	\$ 1,865.72
11	ZAPATAS	M3	14.7	95.19	\$ 1,399.29
12	HORMIGON EN LOSA	M3	6.25	97.75	\$ 610.94
13	HORMIGON EN MURO	M3	25.00	97.75	\$ 2,443.75
14	HORMIGO TAPA	M3	6.25	97.75	\$ 610.94
15	HORMIGON VIGAS	M3	4.20	98.04	\$ 411.77
16	HORMIGON COLUMNAS	M3	7.20	98.04	\$ 705.89
17	ACERO DE REFUERZO	Kg	4575.65	2.593	\$ 11,864.66
				SUB TOTAL	\$ 19,912.96

MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
18	TUBERIA PVC 2 1/2"	M	23.6	14.00	\$ 330.40
19	CODO 45° 2 1/2"	Und	1	1.33	\$ 1.33
20	CODO 90° 2 1/2"	Und	6	1.31	\$ 7.86
21	AMPLIADOR 2 A 2 1/2"	Und	1	1.70	\$ 1.70
22	REDUCTOR 3 A 2 1/2"	Und	1	1.70	\$ 1.70
23	MEDIDOR DE AGUA Macro	Und	1	200.00	\$ 200.00
24	VALVULA DE CORMPUERTA ABIERTA	Und	2	5.25	\$ 10.50
25	ENTRADA DE BOMBA Y SALIDA	Und	2	32.00	\$ 64.00
26	TAPON HEMBRA 2 1/2"	Und	1	0.80	\$ 0.80
27	ADAPTADOR MACHO	Und	1	1.25	\$ 1.25
28	VALVULA FLOTADOR	Und	1	84.00	\$ 84.00
29	BOMBA DE AGUA 15 Hp	Und	1	2400.00	\$ 2,800.00
30	TE PASO DIRECTO 2 1/2"	Und	1	1.61	\$ 1.61
SUB TOTAL					\$ 3,505.15

SUB TOTAL	\$ 25,057.61
12% IVA	\$ 3,006.91
TOTAL, REFERENCIAL	\$ 28,064.52

DISCUSIÓN

Los tanques elevados son estructuras hidráulicas de hormigón armado básicas y elementales para una determinada comunidad, puesto que sirven y cumplen un rol muy importante dentro de la misma, satisfaciendo así las necesidades del recurso agua propiamente dicho, aunque por lo general no siempre es así ya que en su mayoría carecen de estos tipos de estructuras y se abastecen de agua no potable.

La problemática en el sitio La Piñonada radica en la ausencia de un tanque elevado es por ello el enfoque y la propuesta misma establecida de diseñarlo siguiendo la metodología de la norma NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción), basada en el peligro sísmico, esto debido tanto a la ubicación geográfica como al antecedente del fuerte movimiento telúrico vivido el pasado 16 de abril de 2016. No obstante, vale añadir y recalcar que en su mayoría de casos dichos tanques tienden a sufrir fisuras o incluso llegan a colapsar debido a fallas técnicas propias de un mal diseño, montaje, análisis y estudio tanto en la infraestructura como en los cimientos que soportan dicha carga.

CONCLUSIONES

- La ciudadela San Gregorio “la Piñonada” Es un lugar cálido y árido que por estar a las afueras de la ciudad no cuentan con la Red de agua potable eficiente por lo tanto mucho de los pobladores sufren por la escasez de este recurso. Por lo cual un sistema adicional como la construcción del tanque elevado sería de una gran ayuda para esta población.
- Con respecto a diseño estructural sismo resistente de un tanque elevado se puede concluir que en el país no cuenta con los suficiente reglamentos y falta normas que regularicen los procedimientos a seguir para el diseño eficiente de este tipo de estructuras.
- Mediante el cálculo hidráulico Se pudo determinar la capacidad del tanque elevado y se concluyó que se deberá de cumplir dos funciones, la de abastecimiento y de la emergencia, esto siguiendo los reglamentos de la INEM. El sistema tendrá una capacidad de abastecimiento continuo 3 horas sin utilizar un sistema de bombeo.
- En el análisis de la estructura se concluyó que el espectro elástico o también conocido como la aceleración de la estructura S_a . va a tener un rango de aceleración muy leve con un periodo de 1.05 segundos vibración y una aceleración de la gravedad de 1.008g, esto para la zona determinada, lo cual se implanto a la estructura en el software ETABS y nos dio la conclusión que el rango de vibración no pasara 1 segundo lo cual es un rango bueno para la estructura.
- Mediante el análisis del Modelamiento en el software y la comparación con los cálculos estructurales manuales, se llegó a la conclusión que mediante las dimensiones y los métodos utilizados la estructura será sismo resistente para cualquier temblor localizado en la zona, lo cual se puedo observar que tendrá un movimiento Leve lateralmente que no afectará a la estructura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI-318, C. (2005). Requisitos De Los Reglamentos Para Concreto Estructural Y Cometario. (*Normas Para El Concreto*). America Concrete Institute, España. Obtenido De [Https://Es.Slideshare.Net](https://es.slideshare.net)
- Arroyo, D., & Terán, A. (2002). Factores De Reducción De Fuerzas Sísmicas. *Revista De Ingeniería Sísmica*, 73. Obtenido De [Https://Www.Redalyc.Org](https://www.redalyc.org)
- Emasep. (2004). El Canton Portoviejo. (*Aspecto Fisicos*). Empresa Municipal De Aseo Y Servicios Públicos, Ecuador.
- Herrera , C., & Martínez, J. (2019). Diseño Hidráulico De Un Tanque De Succión, Un Tanque De Regulacion Y Red De Distribucion Para El Abastecimiento De Agua En La Urbanizacion Rincon De Las Margaritas . (*Ingenieria Civil*). Universidad Santo Tomás, Villavicencion, Colombia.
- Inem. (1992). Normas Para Estudio Y Diseño De Sistemas De Agua. (*Código Ecuatoriano De La Construcción De Parte Ix*). Secretaria Del Agua, Ecuador. Obtenido De [Https://Www.Agua.Gob.Ec](https://www.agua.gob.ec)
- Ing Ruano, M. A. (08 De 2011). Manual Pra Diseño Estructural De Tanques Metalicos Elevados En La Republica De Guatemala. (*Diseño Estructural*). Universidad De San Carlos De Guatemala, Guatemala. Obtenido De [Http://Www.Repositorio.Usac.Edu.Gt](http://www.repositorio.usac.edu.gt)
- Ing.Mora, O. (2019). Estudio De Mecánica De Suelos Previo A La Construcion De Tanque Elevado De Hormigon Armado Para El Almacenamiento De Agua Potable. (*Estudio Spt*). Laboratorio De Suelos, Hormigones Y Asfaltos Ing. Orlando Mora Moreira, Portoviejo. Ecuador.
- Ingenieria, R. (2003). Valores De Coeficiente K De Aditamento. (*Perdidas De Carga*). Escuela Universidad De Ingenieria Tecnica Agricola De Ciudad Real, España. Obtenido De [Https://Previa.Uclm.Es](https://previa.uclm.es)
- Larraga, B. (2016). Diseño De Agua Potable Para Agosto Valencia, Canton Vinces. (*Ingenieria Civil*). Pontificia Universidad Catolica De Ecuador, Quito, Ecuador .
- Larraga, B. (2016). Diseño Del Sistema De Agua Potable Para Augusto Calencia. Canton Vinces, Provincia De Los Rios. (*Ingenieria Civil*). Pontificia Universidad Catolica Del Ecuador, Quito.
- Nec. (01 De 2013). Peligro Sismico Y Requisitos De Sismo Resistente. (*Diseño Sismico*). Ministerio De Desarrollo Urbano Y Vivienda, Ecuador. Obtenido De [Https://Www.Habitatyvivienda.Gob.Ec](https://www.habitatyvivienda.gob.ec)
- Pastillo, J. (2014). Calculo Y Diseño De Tanques Rectangulares De Hormigon Armado Con Un Sistema De Recirculacion Y Bombeo. (*Ingenieria Civil*). Universida Central De Ecuador, Quito, Ecuador .
- Peña, C. (17 De 09 De 2013). *Tablas Coeficiente De Rugosidad*. Obtenido De Scribd : [Https://Es.Scribd.Com/](https://es.scribd.com/)

- Prieto, H. (2017). Evaluación Comparativa De La Respuesta Estructural Mediante Un Análisis Hidrodinámico De Una Tanque Elevado De Sección Octogonal Frente A Uno Rectangular En El Proyecto De Saneamiento . (*Ingeniero Civil*). Universidad andina de cusco, Cusco, Peru.
- Ramírez, I. (03 de 1996). Presión Hidrodinámica En Tanques De Almacenamiento Producida Por Aceleración Horizontal. (*Diseño hidráulico*). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Mexico. Obtenido de <http://www.revistatyca.org.mx>
- Raymundo, M. (2009). Estudios Topográficos Para La Introducción De Agua Potable. (*Tesis de Topografía*). Instituto Politécnico Nacional, Mexico. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx>
- Saer, e. (2010). <http://www.gomaigsl.com/>. Obtenido de <http://www.gomaigsl.com/pdf/saer.pdf>
- Segundo-Suplemento. (2014). *Ley Orgánica De Recurso Hídrico, Usos Y Aprovechamiento Del Agua*. Asamblea nacional del Ecuador, Quito. Obtenido de <https://www.agua.gob.ec>
- Tapia, A. (2009). Análisis Del Crecimiento Poblacional y Cálculo de Caudales de Diseño. (*Cálculos hidráulicos*). Peru. Obtenido de <http://www.biblioteca.udep.edu.pe/>

ANEXOS

ANEXO N°1 : CUADROS DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA

CUADRO N°1: Requisitos Físicos Y Químicos Norma INEM 1108

Parámetro	Unidad	Límite máximo Permitido
Características físicas		
Color	Unidades de color Verdadero	15
Turbiedad	(UTC)	15
Olor	NTU	No objetable
Sabor	---	No objetable
PH	---	7-8.5
Inorgánicos		
Antimonio , Sb	Mg/l	0.02
Arsénico , As	Mg/l	0.01
Bario, Ba	Mg/l	0.7
Boro, B	Mg/l	0.5
Cadmio, Cd	Mg/l	0.003
Cianuros, CN	Mg/l	0.07
Cloro de residual*	Mg/l M	0.03 a 1.5
Cobre; Cu	Mg/l	2.0
Cromo, Cr (cromo Total)	Mg/l	0.05
Fluor, F	Mg/l	1.5
Manganeso, Mn	Mg/l	0.4
Mercurio; Hg	Mg/l	0.006
Molibdeno; Mo	Mg/l	0.07
Niquel, Ni	Mg/l	0.07
Nitatos; NO2	Mg/l	50
Plomo, Pb	Mg/l	3.0
Selenio, Se	Mg/l	0.01
Uranio, U	Mg/l	0.015

Mg/litro = P.P.M. Significa una parte de peso, del material disuelto, contenida en un millón de parte por peso, de la solución que la contiene

Residuos de desinfectantes

	UNIDAD	Límite máximo Permitido
Cloro	Mg/l l	5
Monocloramina, di y tricloramina	Mg/l l	3

Requisitos microbiológicos

	Máximo
Cloro	<1.1*
Monocloramina, di y tricloramina	<1.1*
Cryptosporidium, numero de quiste/100 litros	Ausencia
Giardia lamblia, numero de quiste/100 litros	Ausencia

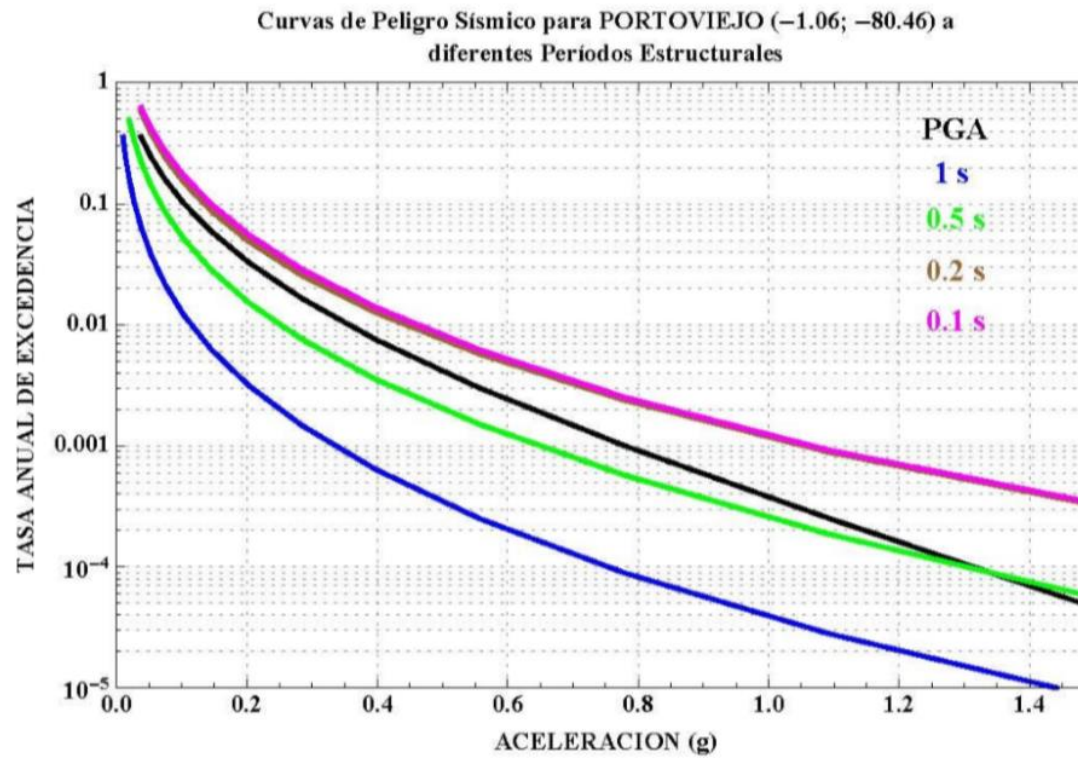
CUADRO N°2: Resultados Físicos, Químicos Y Biológicos Del Agua Potable “Planta Cuatro Equinas”

FISICO	Turbiedad	3.90 NTU
	PH	7.54 PH
	Temperatura °C	26.21 °c
	Salinidad	0.02 %
	Conductividad eléctrica	298.85 Us/cm
	Color	10.35 PtCo
	Olor	0 No Objetable
	Sabor	0 No Objetable
	Solidos	
	Suspendidas	1.05 mg/L
Disueltos	149.43 mg/L	
QUIMICO	Durezas	
	Totales	243.32 mg/L
	Cálcica	200.35 mg/L
	Alcalinidad total	238.00 mg/L
	No carbonácea	55.00 mg/L
	Magnésica	74.95 mg/L
	Cloruros	26.25 mg/L
	Aluminio AL	0.01 mg/L
	Cianuro CN	0.01 mg/L
	Cobre Cu	0.04 mg/L
	Cromo Cr ⁺⁶	0.05 mg/L
	Hierro FE	0.10 mg/L
	Nitratos NO ³	6.26 mg/L
	Nitritos NO ²	0.01 mg/L
	Sulfatos SO ⁴ 2	27.29 mg/L
	Zinc Zn	0.09 mg/L
	Fosfato PO ⁴	0.85 mg/L
	Manganeso Mn	0.01 mg/L
	Sulfuro de Hidrogeno SH ²	0.02 mg/L
	Cloro Libre Residual	1.70 mg/L
Ausencia Mono cloraminas	0.06 mg/L	
Flúor F	0.16 mg/L	
Tenso Activos	0.02 mg/L	
BIOLOGICOS	Giardia	0.0 mg/L
	Coliformes fecales	0.0 NMP/100 ml

El siguiente cuadro muestra la última muestra de agua potable realizada en enero 2020 de la planta cuatro equinas donde indica los resultados de los parámetros tomados.

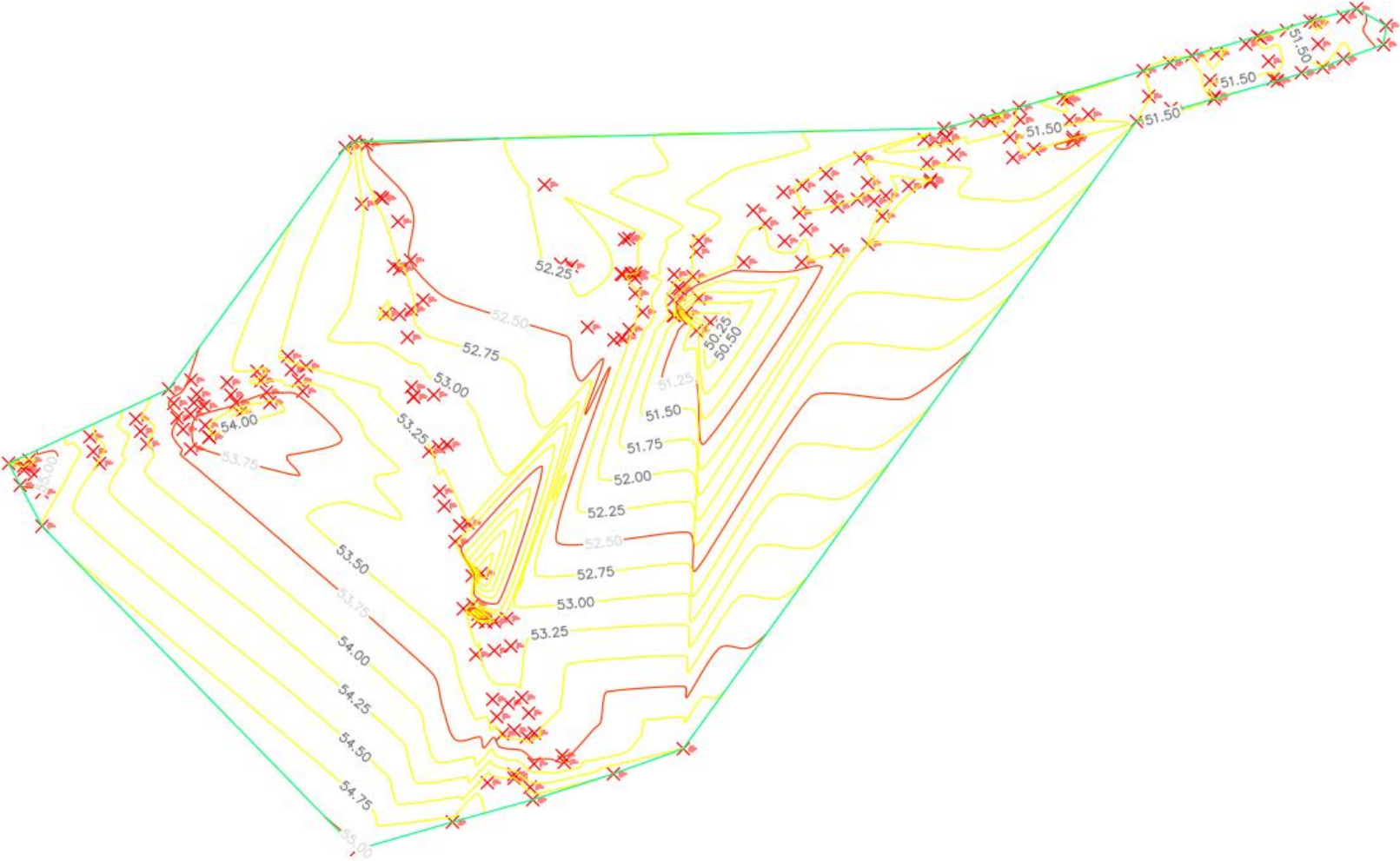
ANEXO N°2 : CURVA DE PELIGRO SISMICO

FIGURA N°21: Curva De Peligro Sísmico, Portoviejo.



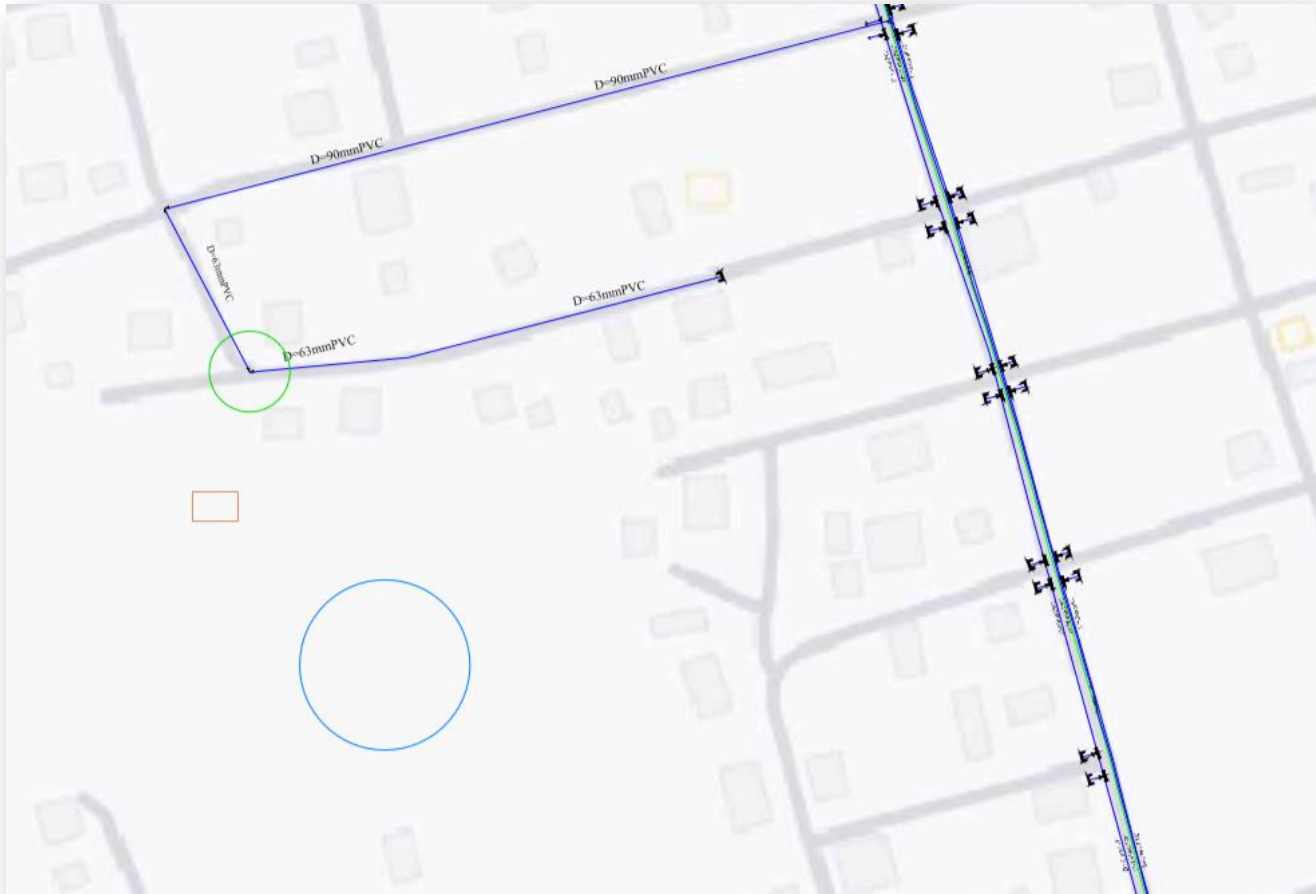
FUENTE: Normas ecuatorianas de la construcción (NEC, 2013, pág. 28)

ANEXO N°3: CURVA DE NIVEL DE ZONA DE CAPTACIÓN



ANEXO N°4: REDES DE AGUA EXISTENTE

FIGURA N°4: Zoom de la red cercana



ANEXO N°5: LOCALIZACIÓN DEL TANQUE

FIGURA N°5: Localización del Tanque



En la figura no está tomada los 24.5 m de altura

ANEXO N°6: ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA DE AGUA

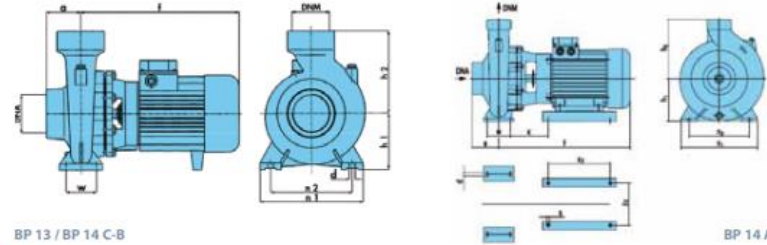


APLICACIONES:

Se utiliza en sistemas de riegos de goteo e inundación, para sacar aguas de lagos, rios, tanques y otros sistemas industriales donde se necesitan altos caudales y pequeñas alturas. Son aptas para bombear aguas moderadamente sucias.

CARACTERÍSTICAS:

- Cuerpo de bomba: Fundición
- Impulsor: Fundición / Latón
- Eje: Inox Aisi-431
- Cierre mecánico: Carbón / Cerámica
- Protección motor: IP 44, BP 3 a BP 7
- Tensión estándar: IP 55, BP 8 a BP 17
1x230V-50Hz
3x230V/400V < 4kW
3x400V/690V > 4kW
- Caudal máx. [m³/h]: 210
- Altura máx. (m): 63
- Presión máx. funcionamiento [bar]: 6
- Tº máx. Fluido [°C]: -15 / +70, BP 3 a PB 6
-15 / +120, BP 7 a BP 17
- Tº máx. Ambiente [°C]: +40
- Aspiración máx. (m): 6/7 con válvula de pie
- Instalación: Vertical / Horizontal



16



Tipo	DNA	DNA	f	a	W	n1	n2	h1	h2	d	x	x2	z2	s	kg
BP 13B	3"	2"	430	85	70	265	212	160	205	14	305	-	-	-	53
BP 13A	3"	2"	445	85	70	265	212	160	205	14	305	-	-	-	60
BP 14C-B	3"	2"	485	85	70	265	212	160	230	14	345	-	-	-	77-82
BP 14A	3"	2"	525	85	70	265	212	160	230	14	100	280	215	12	89

Tipo	Alimentación 50 Hz	P2 Nominal		m³/h	h [m]												
		kW	HP		0	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	
BP 13B	3x400-690V	5,5	7,5	h	31,5	31	30,1	28,9	27,6	26	25	23	20	18			
BP 13A	3x400-690V	7,5	10		39,4	39	38,4	37,6	36,6	36	34,5	32,8	30,5	28,5			
BP 14C	3x400-690V	9	12,5		51,2	48	48,2	47	45,5	43,8	41,5	39	36,5	33	28,7		
BP 14B	3x400-690V	11	15		57,5	55,1	54,2	53	51,5	49,8	47,5	45	42,5	39,4	35,2		
BP 14A	3x400-690V	15	20		61	59	58,2	57	55,5	54	52	49,5	47	44	40,1	35,5	

Fuente: SAER ELECTROPOMPE (Saer, 2010, pág. 16)

ANEXO N°7: TABULACIÓN DEL ACELEROGRAMA

TABLA N°22: Tabulación del Acelerograma

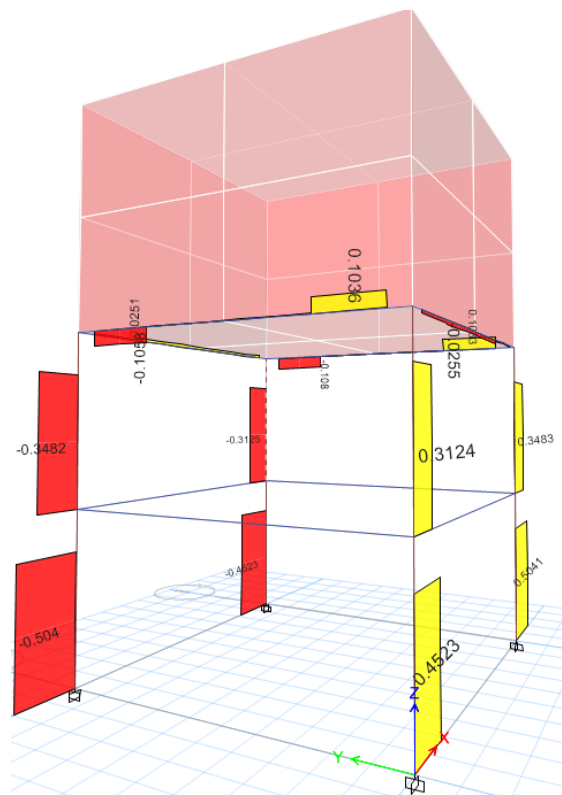
Response Spectrum Values

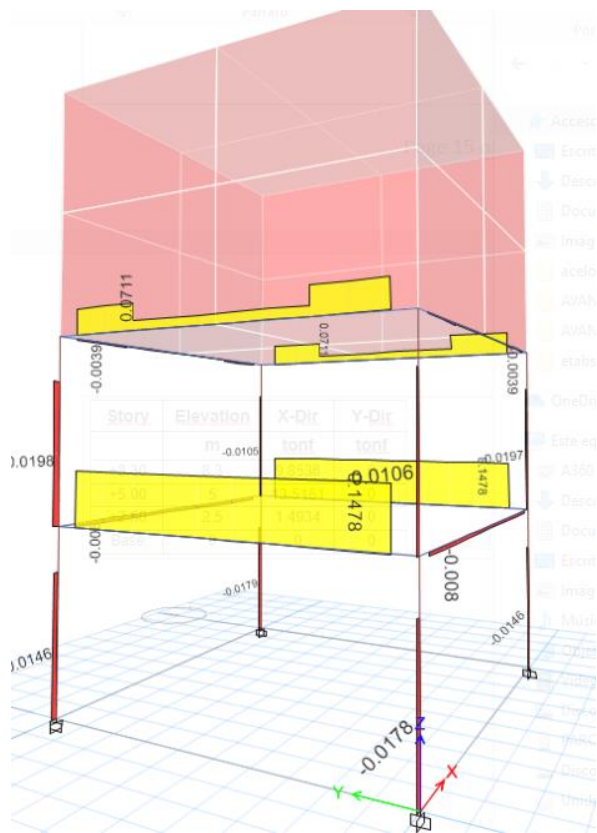
Period	Damping 0	Damping 0.02	Damping 0.03	Damping 0.05	Damping 0.07	Damping 0.1
	PSA	PSA	PSA	PSA	PSA	PSA
sec	m/sec ²	m/sec ²	m/sec ²	m/sec ²	m/sec ²	m/sec ²
0.2	2.878E-06	2.738E-06	2.674E-06	2.558E-06	2.456E-06	2.321E-06
0.3	4.885E-06	4.474E-06	4.295E-06	4.016E-06	3.785E-06	3.506E-06
0.4	4.276E-06	3.845E-06	3.992E-06	4.195E-06	4.303E-06	4.346E-06
0.5	1.016E-05	8.951E-06	8.494E-06	7.769E-06	7.224E-06	6.622E-06
0.6	9.168E-06	8.249E-06	8.21E-06	8.244E-06	8.245E-06	8.08E-06
0.7	1.298E-05	1.227E-05	1.203E-05	1.163E-05	1.128E-05	1.081E-05
0.8	2.197E-05	1.852E-05	1.767E-05	1.64E-05	1.546E-05	1.437E-05
0.9	2.485E-05	2.126E-05	2E-05	1.944E-05	1.945E-05	1.909E-05
1	4.546E-05	3.821E-05	3.601E-05	3.297E-05	3.075E-05	2.792E-05
1.1	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	4.508E-05	4.018E-05
1.2	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
1.3	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
1.4	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
1.5	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	4.694E-05	4.431E-05
1.6	4.746E-05	4.707E-05	4.653E-05	4.497E-05	4.299E-05	3.958E-05
1.8	4.492E-05	4.209E-05	4.223E-05	4.161E-05	4.044E-05	3.82E-05
2	0.0001	4.624E-05	4.649E-05	4.537E-05	4.341E-05	3.999E-05
2.2	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
2.4	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
2.6	0.0003	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
2.8	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3.3	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	4.468E-05
3.6	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
4	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
4.4	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
4.7	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	4.654E-05
5	0.0001	4.458E-05	4.356E-05	4.23E-05	4.132E-05	3.994E-05
5.147	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	4.658E-05
5.147	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	4.658E-05
5.5	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
6	0.0001	4.846E-05	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
6.5	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
7	4.898E-05	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
7.263	0.0001	3.96E-05	4.393E-05	4.964E-05	0.0001	0.0001
7.5	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
8	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
8.5	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
9	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
10	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	4.989E-05	4.955E-05
11	4.271E-05	4.483E-05	4.559E-05	4.64E-05	4.679E-05	4.708E-05
12	4.109E-05	4.275E-05	4.372E-05	4.499E-05	4.56E-05	4.601E-05
13	0.0001	4.822E-05	4.725E-05	4.61E-05	4.575E-05	4.578E-05
14	0.0001	4.486E-05	4.381E-05	4.423E-05	4.506E-05	4.589E-05
15	0.0001	4.93E-05	4.915E-05	4.885E-05	4.856E-05	4.819E-05
16.5	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
18	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
20	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	4.993E-05	4.968E-05
22	4.53E-05	4.707E-05	4.764E-05	4.814E-05	4.838E-05	4.858E-05
25	0.0001	4.983E-05	4.974E-05	4.958E-05	4.944E-05	4.926E-05

Period	Damping 0	Damping 0.02	Damping 0.03	Damping 0.05	Damping 0.07	Damping 0.1
	PSA	PSA	PSA	PSA	PSA	PSA
sec	m/sec ²	m/sec ²	m/sec ²	m/sec ²	m/sec ²	m/sec ²
28	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
33	0.0001	4.871E-05	4.868E-05	4.894E-05	4.916E-05	4.932E-05
42.126	4.76E-05	4.908E-05	4.927E-05	4.95E-05	4.963E-05	4.968E-05
42.127	4.761E-05	4.908E-05	4.927E-05	4.95E-05	4.963E-05	4.968E-05
46.282	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	4.991E-05
51.998	4.825E-05	4.941E-05	4.957E-05	4.976E-05	4.984E-05	4.984E-05
52.002	4.816E-05	4.941E-05	4.957E-05	4.976E-05	4.984E-05	4.984E-05
107.293	4.976E-05	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
117.622	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
122.927	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
123.071	4.995E-05	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

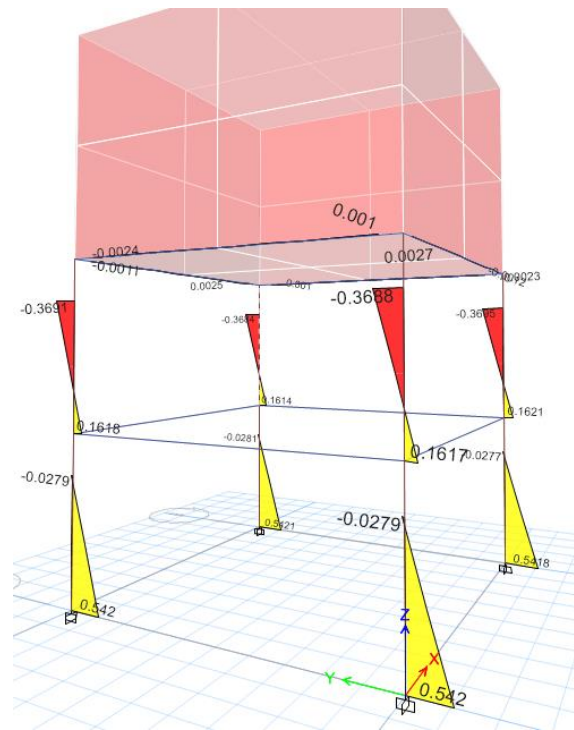
ANEXO N°8: FIGURAS DE LOS RESULTADOS DE ETABS 2018

Fuerzas Axiales de la Estructura

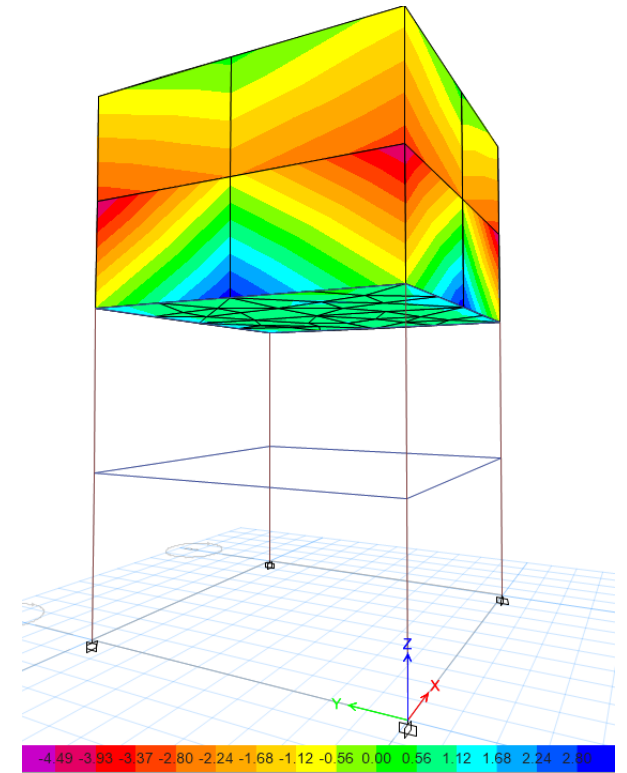




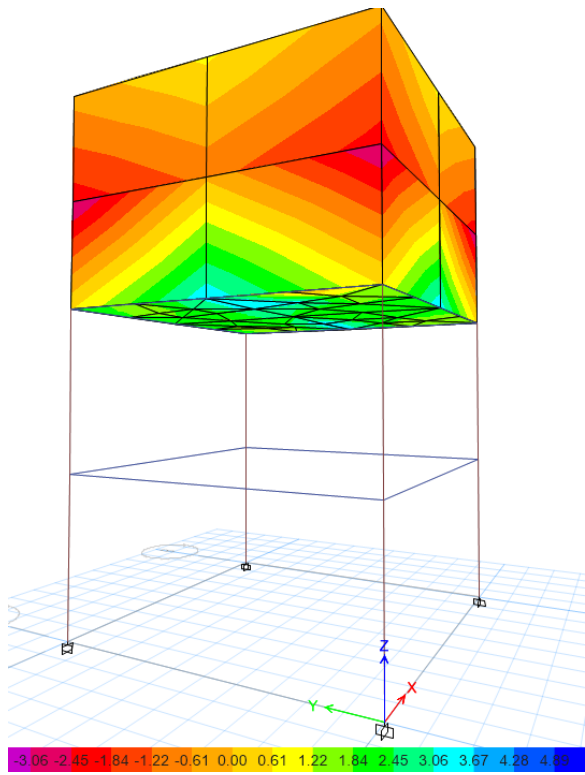
Fuerzas Cortantes de la Estructura



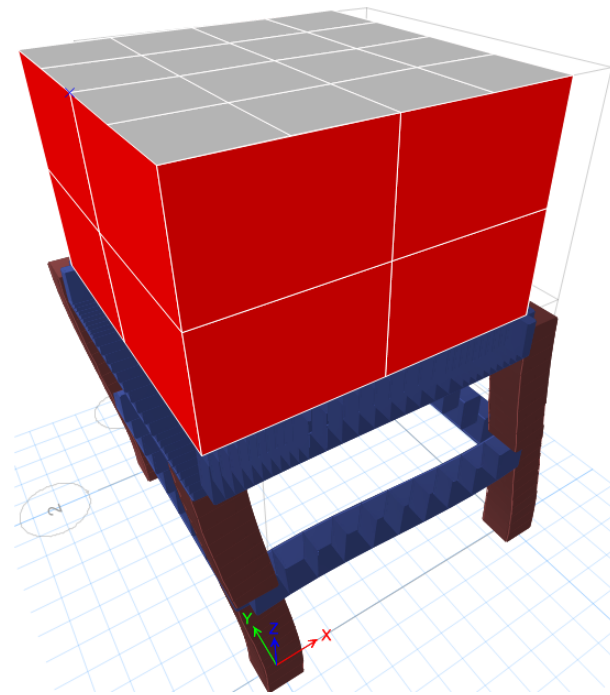
Momentos de la Estructura



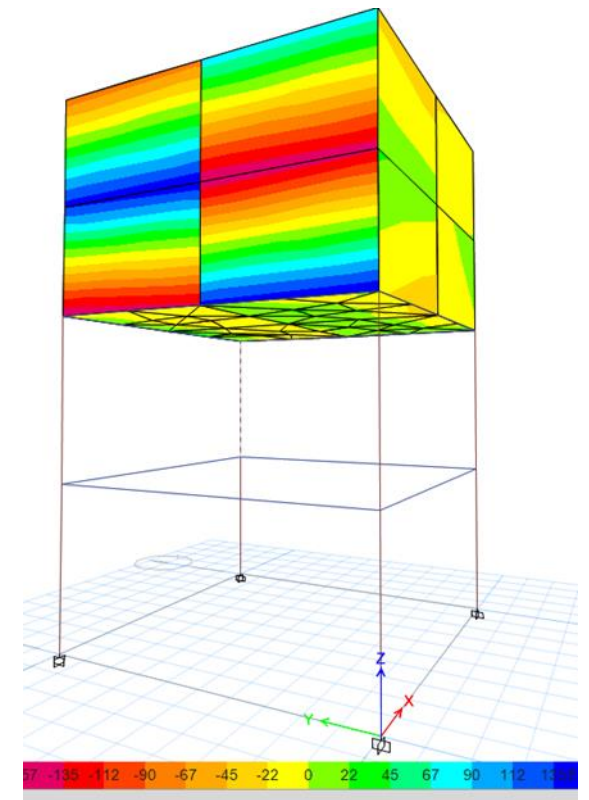
Tensión del Peso Del Agua



Tensión de la Presión Del Agua



Deformación sísmica de la estructura



Tensión sísmica

ANEXO N°9: MUESTREO SPT LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES, ASFALTOS Y EN MECÁNICA DE SUELOS ING. LUIS MORA AVENDAÑO RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS
ING. ORLANDO MORA MOREIRA
LABORATORISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
ING. LUIS MORA AVENDAÑO
RESPONSABLE TÉCNICO
Portoviejo – Manabí – Ecuador

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PREVIO A LA
CONSTRUCCION DE TANQUE ELEVADO DE HORMIGON
ARMADO PARA EL ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE
EL CUAL SERA UBICADO EN LA CIUDADELA SAN GREGORIO,
SECTOR DE LA PIÑONADA E N LA CIUDAD DE PORTOVIEJO
PROVINCIA DE MANABI.**

1. Introducción

De acuerdo a lo solicitado por los estudiantes Néstor Stiven Ospina Mejía y Alex David Cedeño Molina, realizó el estudio técnico comprende en síntesis la determinación de la propiedades física mecánica del suelo, en la ciudadela San Gregorio, sector de la Piñonada en la ciudad de Portoviejo, para lo cual se procedió a evaluar las características geotécnicas del subsuelo del sitio, definiendo el perfil estratigráfico y determinando los parámetros de resistencia y compresibilidad a utilizar en los análisis, de la estructura a edificarse. Adicionalmente, realizar una evaluación de la condición geotécnica actual, con la finalidad de dotar al calculista de valores reales del subsuelo para el posterior diseño de la cimentación del Proyecto que es motivo del presente estudio. Para la determinación del Factor de Zona “Z” tal y como lo establece el NEC (NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION) se escogerá de entre una de las seis zonas sísmicas del Ecuador, de acuerdo el mapa de la Figura 1. El valor de Z de cada zona representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad. Todo el territorio ecuatoriano está catalogado como de amenaza sísmica alta, con excepción del nororiente que presenta una amenaza sísmica intermedia y del litoral ecuatoriano que presenta una amenaza sísmica muy alta (Tabla 1). Para facilitar la determinación del valor de Z, en la Tabla 2.2 NEC se incluye un

E-mail:

orlando.mora@hotmail.es
luigi_1987_jd@hotmail.com

Teléfonos:

0998288294
0995789171

LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS
ING. ORLANDO MORA MOREIRA
LABORATORISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
ING. LUIS MORA AVENDAÑO
RESPONSABLE TÉCNICO
 Portoviejo – Manabí – Ecuador

listado de algunas poblaciones del país con el valor correspondiente. Si se ha de diseñar una estructura en una población o zona que no consta en la lista y que se dificulte la caracterización de la zona en la que se encuentra utilizando el mapa de la Figura 1, debe escogerse el valor de la población más cercana.

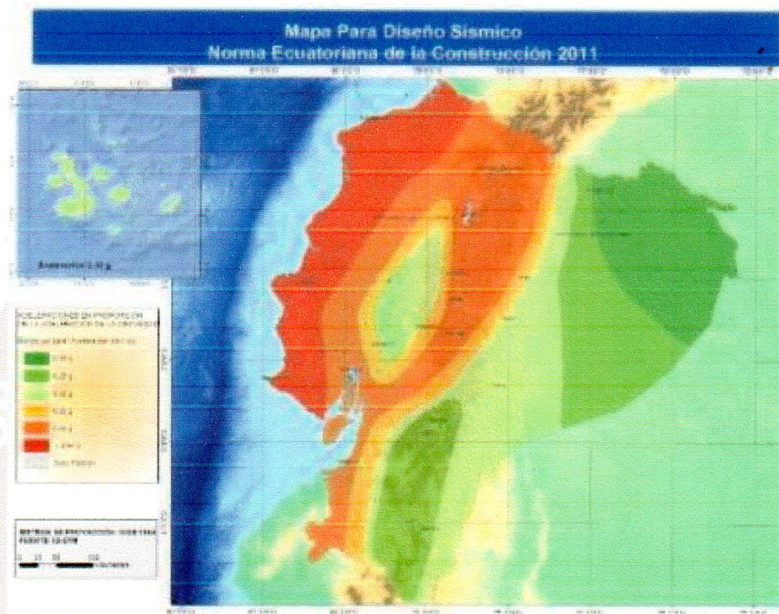


FIGURA 1. Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de la zona Z.

El mapa reconoce el hecho de que la subducción de la placa de Nazca debajo de la placa Sudamericana es la principal fuente de generación de energía sísmica en el Ecuador. A este hecho se añade un complejo sistema de fallas local superficial que produce sismos importantes en gran parte del territorio ecuatoriano.

ZONA SISMICA	I	II	III	IV	V	VI
VALOR FACTOR Z	0,15	0,25	0,3	0,35	0,4	$\geq 0,50$
CARACTERIZACION DEL PELIGRO SISMICO	INTERMEDIA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	MUY ALTA

TABLA 1. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada. NEC Capítulo 2.

E-mail:

orlando.mora@hotmail.es
luisgi_1987_jd@hotmail.com

Teléfonos:

0998288294
 0995789171

LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS
ING. ORLANDO MORA MOREIRA
LABORATORISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
ING. LUIS MORA AVENDAÑO
RESPONSABLE TÉCNICO
Portoviejo – Manabí – Ecuador

2. Generalidades

Con el objeto de conocer las propiedades físico-mecánicas, del suelo natural, se realizó un sondeo a ROTACION-PERCUSION CON ENSAYOS DE S.P.T. METODO ASTM-D-1586 ESTÁNDAR PENETRATION TEST, PESO DEL MARTILLO 140 Lbs. ALTURA DE CAIDA 75 cm con recuperación de muestras alteradas, hasta la profundidad de 6.45 mts.

Del muestreo realizado se ejecutaron los siguientes ensayos:

- Contenido de humedad, ASTM D-2216
- Granulometría. ASTM D-422
- Límites de Atterberg ASTM D-4318


Los resultados obtenidos en estos ensayos, se utilizaron para realizar la clasificación de los suelos de acuerdo al sistema unificado de clasificación de suelo (SUSC), según las normas ASTM D-2487, en los anexos se presentan los reportes de los ensayos de laboratorio.

3. Nombre de Proyecto.

Construcción de tanque elevado de hormigón armado, para el almacenamiento y distribución de agua potable, a los habitantes del sector.

4. Objetivos del Estudio.

Realizar un reconocimiento geológico del sitio en estudio.

→ Efectuar el ensayo en base a una exploración mecánica (perforación a rotación y/o percusión). 

E-mail:

orlando.mora@hotmail.es
luigi_1987_jd@hotmail.com

Telefonos:

0998288294
0995789171

LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS
ING. ORLANDO MORA MOREIRA
LABORATORISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
ING. LUIS MORA AVENDAÑO
RESPONSABLE TÉCNICO
Portoviejo – Manabí – Ecuador


- Ejecutar ensayos de laboratorio.
- . – Determinar características y recomendaciones de los estratos a cimentar.
- Evaluar las características geotécnicas del subsuelo del sitio, definiendo el perfil estratigráfico y determinando los parámetros de resistencia y compresibilidad a utilizar en los análisis, de las estructuras a edificarse. Adicionalmente, realizar una evaluación de la condición geotécnica actual, con la finalidad de dotar al calculista de valores reales del subsuelo para el posterior diseño de la cimentación, del Proyecto que es motivo del presente estudio.

5. Características del sitio.

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO EXISTENTE

*** Sondeo Realizado, Coordenadas 0555663 - 9881594** - En este sondeo, el perfil estratigráfico es heterogéneo, donde desde el inicio hasta el final del sondeo, nos encontramos con arcillas inorgánicas de plasticidad alta, arcillas cohesivas, elásticas, expansivas, arcillas compactas, arcillas duras, que de acuerdo a la clasificación sus corresponden al grupo de los CH, no se encontró nivel freático y la capacidad portante promedio del sondeo es igual a **2.29Kg/cm². = 22.90 ton/m²**, el perfil estratigráfico corresponde a **(D)**, de acuerdo a las normas ecuatorianas de la construcción.

CRITERIOS Y RECOMENDACIONES PARA CIMENTACION DEL TANQUE ELEVADO.

Para la ubicación de los sondeos realizados, se tiene como referencia las coordenadas UTM. 

E-mail:

orlando.mora@hotmail.es
luisgi_1987_jd@hotmail.com

Teléfonos:

0998288294
0995789171

LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS
ING. ORLANDO MORA MOREIRA
LABORATORISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
ING. LUIS MORA AVENDAÑO
RESPONSABLE TÉCNICO
Portoviejo – Manabí – Ecuador

Los resultados de los análisis de laboratorio nos indican que estamos en presencia de arcillas inorgánicas de alta plasticidad, suelos cohesivos, elásticos, expansivos, suelos compactos.

- Es de indicar que estas arcillas, en contacto con el agua sufren cambios volumétricos, que ponen en riesgo cualquier obra civil, por lo que amerita mejorar los suelos encontrados, reem placándolos con materiales granulares de cantera.
- Bajo la cimentación de la zapata del tanque elevado, se recomienda colocara una capa de 40 cm de piedra bola, seguido colocar 30 cm, de material filtrante de 2 a 4" donde se compactara tratando de que las piedras tengan el reacomodo respectivo, posteriormente se colocarán dos capas de 25 cm de material de mejoramiento, estas capas serán hidratadas y compactadas hasta obtener mínimo el 95% de la máxima densidad de laboratorio, sobre esta capa se fundirá un replantillo no menor a 10 cm en toda el área sobre el cual será colocada zapata.
- Los materiales de relleno deberán cumplir con las especificaciones generales del MOP – 001 – F.

El presente informe ha sido elaborado en base a los datos de campo y laboratorio obtenidos; esperando que el mismo tenga una acogida favorable, NOTA: Se adjunta, perfil estratigráfico, fotos y ensayos realizados.

Atentamente.

Ing. Orlando Mora Moreira
REG. PROF. N°- 643.
Ing. Civil Orlando Mora
LABORATORISTA MEC. DE SUELO
Reg. Prof. N° 643

E-mail:

orlando.mora@hotmail.es
luisgi_1987_jd@hotmail.com

Telefonos:

0998288294
0995789171

LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y ASFALTOS

ING, ORLANDO MORA MOREIRA-LAB. EN MECANICA DE SUELOS,

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELO PREVIO A LA CONSTRUCCION DE TANQUE ELEVADO DE HORMIGON ARMADO EN LA CIUDADELA SAN GREGORIO (SECTOR DE LA LA PIÑONADA),

UBICACIÓN: CIUDADELA SAN GREGORIO CARRETERA PORTOVIEJO - MANTA

FECHA: DICIEMBRE DEL 2019,

PROFUND.: 0,45 - 0,75 m

SONDEO: P-1

GOLPES SUEL. HUM. SUEL. SECO CÁPSULA W% RESULTADOS

1.- CONTENIDO DE AGUA	47,50	41,06	11,60	21,86	21,65
	44,51	38,58	10,91	21,43	

2.- LÍMITE LÍQUIDO	10	28,04	19,45	10,79	99,19	89,32
	23	24,70	18,49	11,60	90,13	
	40	25,55	18,93	11,08	84,33	

3.- LÍMITE PLÁSTICO	7,89	7,01	4,39	33,59	33,67
	7,64	6,79	4,26	33,60	
	7,22	6,52	4,45	33,82	

4.- GRANULOMETRÍA

5.- CLASIFICACIÓN

PES. INICIAL 100,00 (H/D) D
PESO INICIAL PARA CÁLCULOS = 82,21

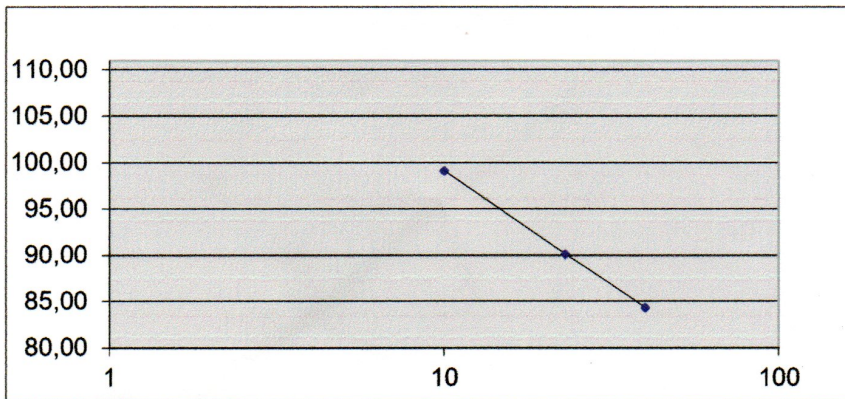
GRAVA	0
ARENA	8
FINOS	92

TAMIZ	PES. RET.	% RETEN.	% PASA
	ACUMULADO		
1"	0,00	0	100
3/4"	0,00	0	100
1/2"	0,00	0	100
3/8"	0,00	0	100
No. 4	0,00	0	100
No. 10	0,08	0	100
No. 40	0,34	0	100
No. 200	6,20	8	92

WI =	89
Wp =	34
lp =	55

RESUMEN	
SUCS :	CH
AASHTO:	A-7-5
IG(86):	60
IG(45):	20

OBSERVACIONES: NINGUNA



(Firma manuscrita)

(Firma manuscrita)

ING. ORLANDO MORA MOREIRA
LAB. EN MECANICA DE SUELOS

ING. LUIS MORA AVENDANO,
RESPONSABLE TECNICO

LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y ASFALTOS

ING, ORLANDO MORA MOREIRA-LAB. EN MECANICA DE SUELOS,

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELO PREVIO A LA CONSTRUCCION DE TANQUE ELEVADO DE HORMIGON ARMADO EN LA CIUDADELA SAN GREGORIO (SECTOR DE LA LA PIÑONADA),

UBICACIÓN: CIUDADELA SAN GREGORIO CARRETERA PORTOVIEJO - MANTA

FECHA: DICIEMBRE DEL 2019,

PROFUND.: 1,15 - 1,45 m

SONDEO: P-1

	GOLPES	SUEL. HUM.	SUEL. SECO	CÁPSULA	W%	RESULTADOS
1.- CONTENIDO DE AGUA		48,58	41,32	11,32	24,20	
		45,94	39,15	10,86	24,00	24,10

	12	28,06	18,82	10,82	115,50	
2.- LÍMITE LÍQUIDO	22	25,08	17,70	11,13	112,33	
	32	28,11	19,13	10,99	110,32	
						111,63

	8,38	7,26	4,19	36,48	
3.- LÍMITE PLÁSTICO	8,62	7,45	4,20	36,00	
	8,20	7,15	4,36	37,63	
					36,71

4.- GRANULOMETRÍA

5.- CLASIFICACIÓN

PES. INICIAL 100,00 (H/D) D
PESO INICIAL PARA CÁLCULOS = 80,58

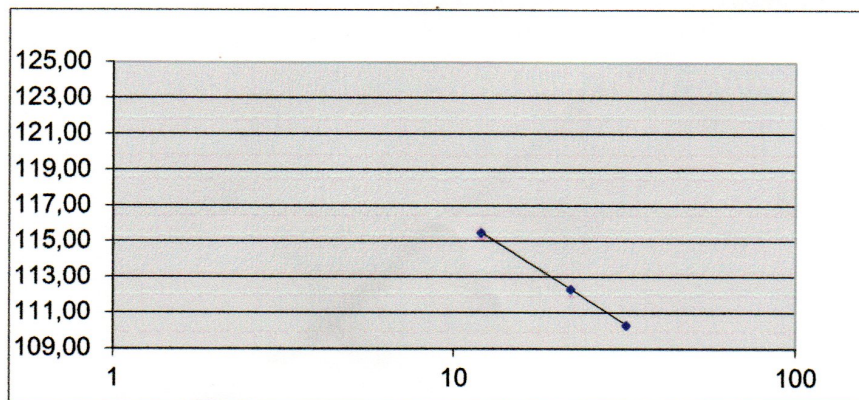
GRAVA	0
ARENA	9
FINOS	91

TAMIZ	PES. RET.	% RETEN.	% PASA
	ACUMULADO		
1"	0,00	0	100
3/4"	0,00	0	100
1/2"	0,00	0	100
3/8"	0,00	0	100
No. 4	0,00	0	100
No. 10	0,00	0	100
No. 40	0,04	0	100
No. 200	7,02	9	91

W _i =	112
W _p =	37
l _p =	75

RESUMEN	
SUCS :	CH
AASHTO:	A-7-5
IG(86):	81
IG(45):	20

OBSERVACIONES: NINGUNA



[Signature]

[Signature]

ING. ORLANDO MORA MOREIRA
LAB. EN MECANICA DE SUELOS

ING. LUIS MORA AVENDANO,
RESPONSABLE TECNICO

LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y ASFALTOS

ING, ORLANDO MORA MOREIRA-LAB. EN MECANICA DE SUELOS,

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELO PREVIO A LA CONSTRUCCION DE TANQUE ELEVADO DE HORMIGON ARMADO EN LA CIUDADELA SAN GREGORIO (SECTOR DE LA LA PIÑONADA),

UBICACIÓN: CIUDADELA SAN GREGORIO CARRETERA PORTOVIEJO - MANTA

FECHA: DICIEMBRE DEL 2019,

PROFUND.: 2,15 - 2,45 m

SONDEO: P-1

GOLPES SUEL. HUM. SUEL. SECO CÁPSULA W% RESULTADOS

1.- CONTENIDO DE AGUA		42,51	35,3	11,08	29,77	
		43,06	35,87	11,17	29,11	

2.- LÍMITE LÍQUIDO	10	27,71	19,19	10,96	103,52	
	22	26,91	19,04	10,86	96,21	
	35	25,25	18,60	11,38	92,11	

3.- LÍMITE PLÁSTICO		8,38	7,31	4,26	35,08	
		7,91	6,94	4,20	35,40	
		7,88	7,02	4,66	36,44	

4.- GRANULOMETRÍA

5.- CLASIFICACIÓN

PES. INICIAL 100,00 (H/D) D

PESO INICIAL PARA CÁLCULOS = 77,26

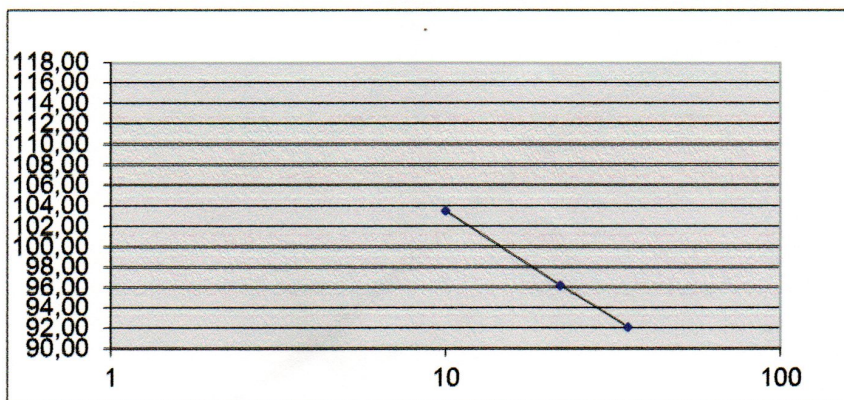
GRAVA	0
ARENA	11
FINOS	89

TAMIZ	PES. RET.	% RETEN.	% PASA
	ACUMULADO		
1"	0,00	0	100
3/4"	0,00	0	100
1/2"	0,00	0	100
3/8"	0,00	0	100
No. 4	0,00	0	100
No. 10	0,86	1	99
No. 40	1,36	2	98
No. 200	8,53	11	89

W_I =	95
W_p =	36
I_p =	59

RESUMEN	
SUCS :	CH
AASHTO:	A-7-5
IG(86):	62
IG(45):	20

OBSERVACIONES: NINGUNA



(Handwritten signature)

ING. ORLANDO MORA MOREIRA
LAB. EN MECANICA DE SUELOS

(Handwritten signature)

ING. LUIS MORA AVENDANO,
RESPONSABLE TECNICO

LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y ASFALTOS

ING, ORLANDO MORA MOREIRA-LAB. EN MECANICA DE SUELOS,

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELO PREVIO A LA CONSTRUCCION DE TANQUE ELEVADO DE HORMIGON ARMADO EN LA CIUDADELA SAN GREGORIO (SECTOR DE LA LA PIÑONADA),

UBICACIÓN: CIUDADELA SAN GREGORIO CARRETERA PORTOVIEJO - MANTA

FECHA: DICIEMBRE DEL 2019,

PROFUND.: 3,15 - 3,45 m

SONDEO: P-1

	GOLPES	SUEL. HUM.	SUEL. SECO	CÁPSULA	W%	RESULTADOS
1.- CONTENIDO DE AGUA		50,19	40,92	11,56	31,57	
		57,52	46,53	11,45	31,33	31,45

2.- LÍMITE LÍQUIDO	10	23,22	16,74	11,28	118,68	
	23	23,87	17,23	11,28	111,60	
	39	23,63	17,20	11,19	106,99	110,83

3.- LÍMITE PLÁSTICO	7,02	6,28	4,24	36,27	
	7,07	6,31	4,23	36,54	
	7,11	6,35	4,32	37,44	36,75

4.- GRANULOMETRÍA

5.- CLASIFICACIÓN

PES. INICIAL 100,00 (H/D) D
PESO INICIAL PARA CÁLCULOS = 76,07

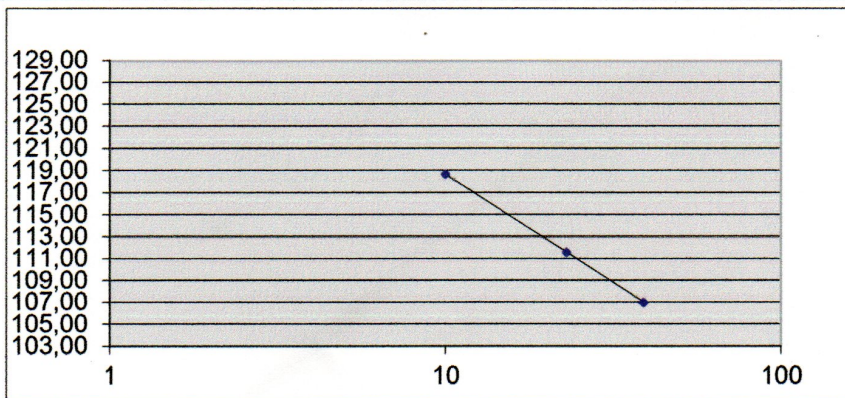
GRAVA	0
ARENA	16
FINOS	84

TAMIZ	PES. RET.	% RETEN.	% PASA
	ACUMULADO		
1"	0,00	0	100
3/4"	0,00	0	100
1/2"	0,00	0	100
3/8"	0,00	0	100
No. 4	0,00	0	100
No. 10	0,07	0	100
No. 40	0,30	0	100
No. 200	12,52	16	84

W _i =	111
W _p =	37
I _p =	74

RESUMEN	
SUCS :	CH
AASHTO:	A-7-5
IG(86):	71
IG(45):	20

OBSERVACIONES: NINGUNA



[Handwritten Signature]

ING. ORLANDO MORA MOREIRA
LAB. EN MECANICA DE SUELOS

[Handwritten Signature]

ING. LUIS MORA AVENDANO,
RESPONSABLE TECNICO

LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y ASFALTOS

ING, ORLANDO MORA MOREIRA-LAB. EN MECANICA DE SUELOS,

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELO PREVIO A LA CONSTRUCCION DE TANQUE ELEVADO DE HORMIGON ARMADO EN LA CIUDADELA SAN GREGORIO (SECTOR DE LA LA PIÑONADA),

UBICACIÓN: CIUDADELA SAN GREGORIO CARRETERA PORTOVIEJO - MANTA

FECHA: DICIEMBRE DEL 2019,

PROFUND.: 4,15 - 4,45 m

SONDEO: P-1

	GOLPES	SUEL. HUM.	SUEL. SECO	CÁPSULA	W%	RESULTADOS
1.- CONTENIDO DE AGUA	49,92	37,51	10,99		46,79	
	48,25	36,42	11,22		46,94	46,87

2.- LÍMITE LÍQUIDO	12	18,66	11,05	4,20	111,09	
	25	16,87	10,43	4,32	105,40	
	38	18,15	11,23	4,44	101,91	
						105,30

3.- LÍMITE PLÁSTICO	8,49	7,37	4,39	37,58	
	8,78	7,54	4,26	37,80	
	8,47	7,30	4,22	37,99	37,79

4.- GRANULOMETRÍA

PES. INICIAL 100,00 (H/D) D
PESO INICIAL PARA CÁLCULOS = 68,09

TAMIZ	PES. RET.	% RETEN.	% PASA
	ACUMULADO		
1"	0,00	0	100
3/4"	0,00	0	100
1/2"	0,00	0	100
3/8"	0,00	0	100
No. 4	0,00	0	100
No. 10	0,08	0	100
No. 40	0,31	0	100
No. 200	8,14	12	88

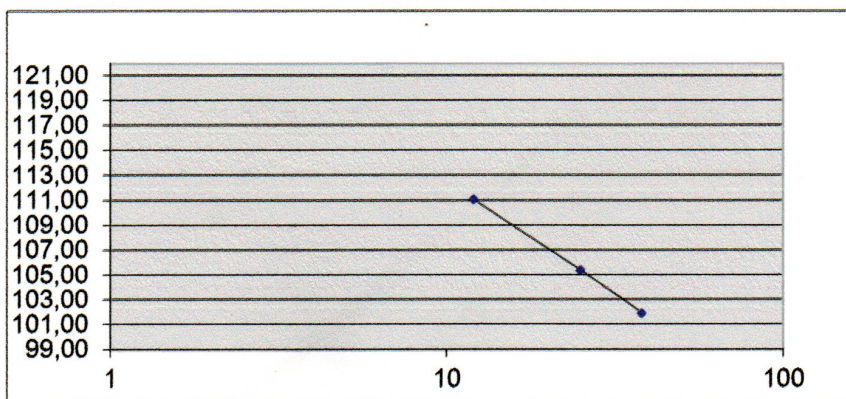
5.- CLASIFICACIÓN

GRAVA	0
ARENA	12
FINOS	88

W_i =	105
W_p =	38
l_p =	67

RESUMEN	
SUCS :	CH
AASHTO:	A-7-5
IG(86):	69
IG(45):	20

OBSERVACIONES: NINGUNA



(Handwritten signature)

ING. ORLANDO MORA MOREIRA
LAB. EN MECANICA DE SUELOS

(Handwritten signature)

ING. LUIS MORA AVENDANO,
RESPONSABLE TECNICO

LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y ASFALTOS

ING. ORLANDO MORA MOREIRA-LAB. EN MECANICA DE SUELOS,

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELO PREVIO A LA CONSTRUCCION DE TANQUE ELEVADO DE HORMIGON ARMADO EN LA CIUDADELA SAN GREGORIO (SECTOR DE LA LA PIÑONADA),

UBICACIÓN: CIUDADELA SAN GREGORIO CARRETERA PORTOVIEJO - MANTA

FECHA: DICIEMBRE DEL 2019,

PROFUND.: 5,15 - 5,45 m

SONDEO: P-1

GOLPES	SUEL. HUM.	SUEL. SECO	CÁPSULA	W%	RESULTADOS
1.- CONTENIDO DE AGUA	65,47	47,54	10,55	48,47	
	63,22	46,21	11,33	48,77	48,62
2.- LÍMITE LÍQUIDO	10	18,47	11,02	4,31	111,03
	21	18,22	10,97	4,12	105,84
	34	17,25	10,65	4,21	102,48
					104,63
3.- LÍMITE PLÁSTICO	10,36	8,67	4,21	37,89	
	9,41	8,03	4,36	37,60	
	9,22	8,01	4,81	37,81	37,77

4.- GRANULOMETRÍA

PES. INICIAL 100,00 (H/D) D
PESO INICIAL PARA CÁLCULOS = 67,29

TAMIZ	PES. RET.	% RETEN.	% PASA
	ACUMULADO		
1"	0,00	0	100
3/4"	0,00	0	100
1/2"	0,00	0	100
3/8"	0,00	0	100
No. 4	0,00	0	100
No. 10	0,00	0	100
No. 40	0,41	1	99
No. 200	7,11	11	89

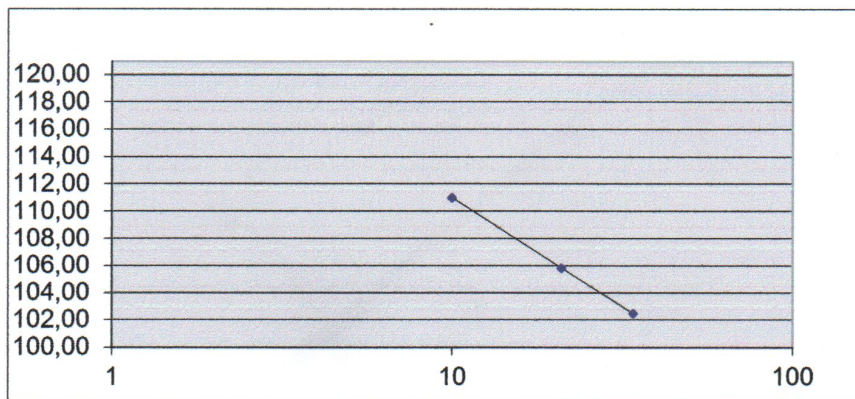
5.- CLASIFICACIÓN

GRAVA	0
ARENA	11
FINOS	89

W _i =	105
W _p =	38
l _p =	67

RESUMEN	
SUCS :	CH
AASHTO:	A-7-5
IG(86):	71
IG(45):	20

OBSERVACIONES: NINGUNA



(Firma manuscrita)

ING. ORLANDO MORA MOREIRA
LAB. EN MECANICA DE SUELOS

(Firma manuscrita)

ING. LUIS MORA AVENDANO,
RESPONSABLE TECNICO

LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y ASFALTOS

ING, ORLANDO MORA MOREIRA-LAB. EN MECANICA DE SUELOS,

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELO PREVIO A LA CONSTRUCCION DE TANQUE ELEVADO DE HORMIGON ARMADO EN LA CIUDADELA SAN GREGORIO (SECTOR DE LA LA PIÑONADA),

UBICACIÓN: CIUDADELA SAN GREGORIO CARRETERA PORTOVIEJO - MANTA

FECHA: DICIEMBRE DEL 2019,

PROFUND.: 6,15 - 6,45 m

SONDEO: P-1

	GOLPES	SUEL. HUM.	SUEL. SECO	CÁPSULA	W%	RESULTADOS
1.- CONTENIDO DE AGUA	63,18	46,32	10,88	47,57		
	62,08	45,87	11,65	47,37		47,47

2.- LÍMITE LÍQUIDO	9	24,18	13,95	4,58	109,18	
	18	20,00	12,19	4,73	104,69	
	31	19,33	11,81	4,37	101,08	
						102,50

3.- LÍMITE PLÁSTICO	10,28	8,67	4,28	36,67	
	9,89	8,39	4,19	35,71	
	10,11	8,59	4,37	36,02	36,14

4.- GRANULOMETRÍA

5.- CLASIFICACIÓN

PES. INICIAL 100,00 (H/D) D
PESO INICIAL PARA CÁLCULOS = 67,81

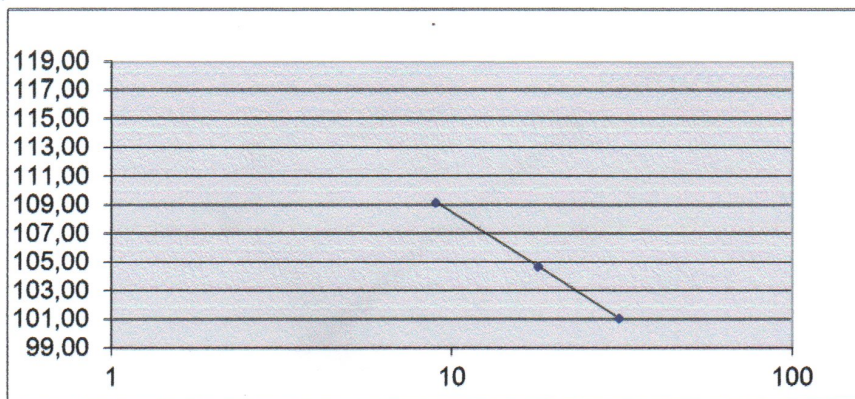
GRAVA	0
ARENA	10
FINOS	90

TAMIZ	PES. RET.	% RETEN.	% PASA
	ACUMULADO		
1"	0,00	0	100
3/4"	0,00	0	100
1/2"	0,00	0	100
3/8"	0,00	0	100
No. 4	0,00	0	100
No. 10	0,00	0	100
No. 40	0,44	1	99
No. 200	6,66	10	90

W _i =	103
W _p =	36
l _p =	67

RESUMEN	
SUCS :	CH
AASHTO:	A-7-5
IG(86):	71
IG(45):	20

OBSERVACIONES: NINGUNA



(Firma manuscrita)

(Firma manuscrita)

ING. ORLANDO MORA MOREIRA
LAB. EN MECANICA DE SUELOS

ING. LUIS MORA AVENDANO,
RESPONSABLE TECNICO

LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS
ING. ORLANDO MORA MOREIRA
LABORATORISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
ING. LUIS MORA AVENDAÑO
RESPONSABLE TÉCNICO
Portoviejo – Manabí – Ecuador



E-mail:
orlando.mora@hotmail.es
luigi_1987_jd@hotmail.com

Teléfonos:
0998288294
0995789171