



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO
ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R7 - PACHITEA, CAPACIDAD 2,300

M³ - PIURA, PIURA, ABRIL 2018

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

BACH. ROBERTO WALTER AZABACHE RIOS.

ASESOR:

MGTR. CARMEN CHILÓN MUÑOZ

PIURA – PERU

2018

1. Título de la tesis.

Determinación y evaluación de las patologías de concreto armado del reservorio elevado R7 - Pachitea, capacidad 2,300 m³ - Piura, Piura, abril 2018

2.Hoja de firma del jurado y asesor

MGTR. MIGUEL ÁNGEL CHAN HEREDIA
PRESIDENTE DEL JURADO

MGTR. WILMER OSWALDO CÓRDOVA CÓRDOVA
MIEMBRO DEL JURADO

ING. ORLANDO VALERIANO SUÁREZ ELÍAS
MIEMBRO DEL JURADO

MGTR. CARMEN CHILÓN MUÑOZ
ASESOR

3.Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por apoyarme en todo momento, a mi musa, a los profesionales que me han apoyado a crecer a lo largo de vida profesional y que siempre me motivaron a salir adelante.

DEDICATORIA

Se lo dedico a mis padres, ya que es el mejor regalo que les puedo brindar, a mi
musa, que con su motivación logre culminar esta etapa de mi vida universitaria, a mi
abuela que está en cielo.

4.Resumen y Abstract

RESUMEN

El objetivo general de este proyecto de investigación es “Determinar y Evaluar las patologías del concreto armado del Reservorio Elevado R7 - Pachitea, capacidad 2,300 M³ – Piura, Piura”, y así determinar el estado de la estructura del reservorio elevado.

En nuestra investigación se mostrará una introducción a la de la problemática existente y su mejoras o posibles soluciones.

La metodología de investigación que se empleó a este proyecto de investigación es descriptiva – cualitativo. Su objetivo general es: “Determinar y Evaluar las patologías del concreto armado del reservorio elevado R7 - Pachitea, capacidad 2,300 M³ – Piura, Piura.”

La población o universo estuvo dada por toda la estructura del reservorio elevado R7- Pachitea.

Se tomaron muestras, para obtener los resultados y presentar el análisis de resultados de cada muestra realizada.

Al término de la investigación se presentan las conclusiones y recomendaciones con posibles soluciones a las patologías identificadas.

Se encontraron en la estructura, las siguientes patologías:

- a) Eflorescencia del concreto: con 9.94% en “Cupula” y 4.03% en la “E. Soporte”

- b) Humedad: con 7.28% en “Cupula” 0.32% en “E. Soporte”
- c) Corrosión: con 4.31% en “Cupula”.
- d) Fisuras: con 0.10% en estructura de soporte y 0.42% en cupula.
- e) Cangrejeras: con 0.12% de afectación en la estructura de soporte.

Concluyendo que el grado de severidad total de la estructura con las muestras obtenidas, nos dan a conocer un nivel de Severidad medio, para lo cual probablemente por las dificultades obtenidas para conseguir más muestras, se podría encontrar mayor área afectada, la cual nos indicaría un nivel de severidad mayor.

ABSTRACT

The general objective of this research project is "To determine and evaluate the pathologies of the reinforced concrete of the R7 High Reservoir - Pachitea, capacity 2,300 M3 - Piura, Piura", and thus determine the state of the structure of the elevated reservoir.

Our research will show an introduction to the existing problem and its improvements or possible solutions.

The research methodology used in this research project is descriptive - qualitative. Its general objective is: "To determine and evaluate the pathologies of the reinforced concrete of the elevated reservoir R7 - Pachitea, capacity 2,300 M3 - Piura, Piura."

The population or universe was given by the entire structure of the elevated reservoir R7- Pachitea.

Samples were taken to obtain the results and present the results analysis of each sample carried out. At the end of the investigation, the conclusions and recommendations are presented with possible solutions to the pathologies identified.

The following pathologies were found in the structure:

- a) Efflorescence of concrete: with 9.94% in "Cupula" and 4.03% in "E. Support"
- b) Humidity: with 7.28% in "Cupula" 0.32% in "E. Support"
- c) Corrosion: with 4.31% in "Cupula".
- d) Fissures: with 0.10% in support structure and 0.42% in dome.
- e) Cangrejas: with 0.12% of involvement in the support structure.

Concluding that the degree of total severity of the structure with the samples obtained, give us to know a level of Severity medium, for which probably by the difficulties obtained to get more samples, we could find more affected area, which would indicate a higher severity level.

CONTENIDO

	Pág.
1. Título de la tesis.....	II
2. Hoja de firma del jurado y asesor	III
3. Agradecimiento y Dedicatoria	IV
4. Resumen y Abstract	VI
5. Contenido.....	X
6. Índice de gráficos, tablas y anexos	XI
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISION DE LA LITERATURA	3
2.1. MARCO TEORICO	3
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	3
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	14
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	26
2.2. BASES TEÓRICAS	28
2.2.1. RESERVORIO	28
2.2.2. CLASIFICACION DE LOS RESERVORIOS	28
2.2.3. CONCRETO Y SU CLASIFICACION	30
2.2.4. PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO	31
III. METODOLOGIA	44
3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACION	44
3.2. POBLACION Y MUESTRA	45
3.3. TECNICAS E INSTRUMENTOS	46
3.4. PLAN DE ANALISIS	46
3.5. MATRIZ DE CONSISTENCIA	47
3.6. PRINCIPIOS ETICOS	49
IV. RESULTADOS	49
4.1. RESULTADOS	49
4.2. ANALISIS DEL RESULTADO	69
V. CONCLUSIONES	71

5.1 ASPECTOS COMPLEMENTARIOS	71
5.1.1. CONCLUSIONES	71
5.1.2. RECOMENDACIONES.....	73
5.2. REFERENCIAS.....	74
5.3. ANEXOS.....	76

INDICE DE GRÁFICOS, TABLAS Y ANEXOS

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01: Reservorio enterrado o Subterráneo.	28
Gráfico N° 02: Reservorio Apoyado.....	29
Gráfico N° 03: Reservorio Elevado.	30
Gráfico N° 04: Decoloración en la superficie de concreto.	32
Gráfico N° 06: Agrietamiento por contracción plástica.....	33
Gráfico N° 07: Pulverización superficial del concreto.	34
Gráfico N° 08: Descascaramiento de las superficies de concreto.....	34
Gráfico N° 09: Delaminación de las superficies de concreto terminada con llana	35
Gráfico N° 10: Resquebrajamiento de las superficies de concreto	36
Gráfico N° 11: Eflorescencia del concreto.....	36
Gráfico N° 12: Daño por cavitación.....	37
Gráfico N° 13: Humedad en concreto.....	37
Gráfico N° 14: Distorsión en concreto.....	38
Gráfico N° 15: Retracción plástica.	38
Gráfico N° 16: Retracción hidráulica.....	39
Gráfico N° 17: Congelamiento y deshielo.	40
Gráfico N° 18: Ataque de aguas puras.....	40
Gráfico N° 19: Ataque por soluciones acidas.	41
Gráfico N° 20: Corrosión.....	42
Gráfico N° 21: Fisuras.	42

Gráfico N° 22: Grietas.	43
Gráfico N.º 23: Cangrejeras.	43
Gráfico N° 24: Diseño de la Investigación	44
Gráfico N° 25: Plano Tridimensional De Reservorio R7-Pachitea	50
Gráfico N° 26: Plano Áreas Externas De Reservorio R7-Pachitea	51
Gráficos N° 27: % de Patologías y Áreas Afectadas	53
Gráficos N° 28: % de Patologías y Áreas Afectadas	55
Gráfico N° 29: Plano Áreas Internas De Reservorio R7-Pachitea.....	56
Gráficos N° 30: % de Patologías y Áreas Afectadas	58
Gráficos N° 31: % de Patologías y Áreas Afectadas	60
Gráficos N° 32: % de Patologías y Áreas Afectadas	62
Gráficos N° 33: % de Patologías y Áreas Afectadas	64
Gráficos N° 34: % de Patologías y Áreas Afectadas	66
Gráficos N°35: Resumen del Área Afectada	68

INDICE DE TABLAS

Tabla N°01: Rango de Severidad del Concreto	45
Tabla N°02: Matriz de Consistencia	47
Tabla N° 03: Evaluación de Muestra 1	52
Tabla N° 04: Evaluación de Muestra 2	54
Tabla N° 05: Evaluación de Muestra 3	58
Tabla N° 06: Evaluación de Muestra 4	60
Tabla N° 07: Evaluación de Muestra 5	61
Tabla N° 08: Evaluación de Muestra	63
Tabla N° 09: Evaluación de Muestra	65
Tabla N°10: Resumen de Muestras	67

INDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 01 : Planos de Ubicación Y Localización del Reservorio R-7	77
ANEXO N° 02 : Planos de reservorio elevado R-7	78
ANEXO N° 03 : Fotografía externa del reservorio elevado R-7	79
ANEXO N° 04 : Fotografía externa e identificación de patología	80
ANEXO N° 05 : Hoja de muestra.....	81
ANEXO N° 06 : Plano general de ubicación de patología	82

I. INTRODUCCIÓN

Las obras de ingeniería no solo se diseñan con el fin de cubrir la necesidad del momento, sino al contrario se diseñan con el fin de cumplir más del requerimiento establecido, así como lo son las obras de agua potable, las cuales son diseñadas proyectando un incremento poblacional, el cual pueda satisfacer a la mayor cantidad de pobladores, dentro de los primeros 10 o 40 años.

La presente investigación se ha previsto en analizar los diferentes tipos de patologías con el fin de dar a conocer las condiciones en las que esta estructura se encuentra y evaluar de manera óptima para que así los requerimientos de mejora puedan ser atendidos.

El Reservorio Elevado R7 cuya capacidad es de 2,300 M³, fue construido en 1966, cuenta con 52 años de antigüedad y aún está en funcionamiento y es el cual abastece agua a las zonas de A.H. Pachitea, A.H. las Palmeras, Urb. Santa Isabel, Urb. Angamos, Zona del mercado, Barrio Norte, ubicado en la esquina de la AV. Antonio Eguiguren y la Ca. Las Casuarinas, Nor este del casco central de la ciudad en el A.H. Pachitea, provincia de Piura, departamento de Piura.

La situación comprende la salud de la población, ya que presentan en la actualidad índices patológicos, exposición del acero y falta de limpieza, tanto en la cupula como en la estructura del reservorio, lo cual puede generar una mezcla contaminante, transmitiendo el agua potable de un color rojizo o marrón con aroma a este óxido, que genera el acero desgastado con partículas de musgos o algas en el agua que se reparte en estas zonas, generando alguna enfermedad de la piel o gastrointestinales, lo que se traduce como pérdida y ausentismo de los

pobladores a sus centros de trabajo y escuela correspondientemente por causa de las enfermedades antes mencionadas.

Por ello la presente investigación nos permitirá evaluar de manera visual las condiciones en las que se encuentra la estructura, y parte de la cupula donde se almacena el agua antes de ser repartida a las zonas mencionadas.

Para desarrollar la presente investigación **se planteó el siguiente problema**, ¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías de concreto armado del reservorio elevado R7 de Pachitea de 2,300m³, nos permitirá obtener el nivel de severidad de dicha estructura? **El objetivo general** de la presente tesis es Determinar y evaluar las patologías del concreto armado en el reservorio elevado R7 de 2,300 m³ de Pachitea, Piura. Los **objetivos específicos**; identificar y determinar los tipos de patologías. Analizar los tipos de patologías existentes en la estructura de concreto armado, obtener el nivel de severidad y condición de servicio de la estructura de concreto armado del reservorio elevado R7 de 2,300 M³de Pachitea, Piura.

La **metodología** fue visual, descriptiva, de corte transversal y no experimental, dicha metodología nos permitirá la recopilación de información y así poder llegar a las conclusiones de la presente investigación.

Se justifica por la necesidad de conocer la condición del estado de la estructura de concreto armado del reservorio elevado R7 de 2,300 M³de Pachitea, Piura.

Esta investigación nos permitirá hallar el nivel de severidad en el que se encuentra la estructura, el cual definirá la acción a tomar con la estructura ya sea reparación o renovación de las áreas afectadas con las patologías encontradas.

II. REVISION DE LA LITERATURA

2.1.MARCO TEORICO

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

“EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ESTRUCTURAL DEL TANQUE ELEVADO DE AGUA INDUSTRIAL Y POTABLE DE SIDOR UBICADO EN MATANZAS, ESTADO BOLÍVAR”

AUTOR: Flores S. Roberto (2005)¹

En su tesis: Evaluación de la capacidad estructural del tanque elevado de agua industrial y potable de Sidor ubicado en matanzas, estado Bolívar, nos dice los Cisternas de concreto armado y metálicos presentan con el tiempo problemas de corrosión del acero muchas veces en toda la estructuras o en los elementos estructurales más importantes, dicha patología se debe conocer más a fondo para saber cómo contrarrestar el problema, sabiendo que la corrosión es la interacción de un metal con el medio que lo rodea, produciendo el deterioro de sus propiedades tanto físicas como químicas. Se crean dos zonas, la anódica, donde se produce la disolución del metal (corrosión) y la catódica, donde el metal permanece inmune. El acero por su parte es una aleación o combinación de hierro y carbono (alrededor de 0,05% hasta menos de un 2%), aunque a veces se agregan otros componentes para darle otras características. Ya que es básicamente hierro altamente refinado, su fabricación comienza con la reducción de hierro, produciéndose el arrabio, el cual se convierte más

tarde en acero, el hierro puro, por tanto, es uno de los elementos del acero y no se encuentra libre en la naturaleza ya que reacciona con facilidad con el oxígeno del aire para formar óxido de hierro (herrumbre). Por tanto, las estructuras de este tipo se ven afectadas por la corrosión, o formación de herrumbre, pudiendo dar lugar a su destrucción. El mismo autor afirma que en las cisternas también existen diversas patologías producidas por la corrosión, en su tesis hace mención a algunas de ellas. a. Corrosión uniforme: la corrosión química o electroquímica actúa uniformemente sobre toda la superficie del metal. b. Corrosión localizada: se produce en algunos sectores del metal, es la más peligrosa. c. Corrosión intergranular: se produce en los límites del metal, ocasiona pérdidas de resistencia del material. Común en aceros inoxidable. d. Corrosión por picadura: se producen hoyos o agujeros por agentes químicos, se puede encontrar en la superficie del metal y se presenta como túneles pequeños y a escala microscópica. e. Corrosión por esfuerzo: producida por los esfuerzos externos a la que se es sometido el material. También puede ser causado por esfuerzos internos, producidos por remaches, pernos. f. Corrosión por fatiga: pérdida de la capacidad del metal para resistir los esfuerzos, rompe la película de óxido produciendo una mayor exposición. g. Corrosión por fricción: se produce por el roce entre dos metales produciendo así un daño material de los metales. El calor de la fricción elimina el óxido. h. Corrosión selectiva: proceso donde es eliminado un elemento debido a una interacción química (ejemplos más conocidos: desincificación, grafítica) i. Corrosión bajo tensión:

ocurre cuando el metal es sometido a la acción de tensiones, aparece como fisuras. j. Corrosión -erosión: causada por un tipo de corrosión y abrasión (causados generalmente por líquidos y gases). k. Corrosión atmosférica: producida por una acción agresiva por el ambiente sobre los metales (efecto simultáneo del aire y el agua). l. Corrosión galvánica: ocurre cuando metales diferentes entran en contacto, ambos metales poseen potenciales eléctricos diferentes lo cual favorece la aparición de un metal como ánodo y otro como cátodo, a mayor diferencia de potencial el material con más activo será el ánodo (efectos superficie).

“ESTUDIO PATOLÓGICO TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE”

AUTOR: Parra V. Carlos (2016)²

Dentro del contrato 014 de 2016 de “AMPLIACIÓN DE REDES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE LOS MUNICIPIOS DE NUQUÍ Y TADÓ. EN EL DEPARTAMENTO DE CHOCO”, inversiones que buscan ampliar la cobertura de la red de distribución de acueducto en barrios que no estuvieron contemplados en el alcance del Contrato 186 de 2013. De otra parte, se incluye entre el alcance del contrato 014, la realización del Estudio de Patología del Tanque de agua tratada en concreto reforzado, el cual presenta una serie de lesiones que impiden su utilización en la actualidad, estudios que fueron contratados con el Ing. Civil Carlos A. Parra Valencia por la empresa Espina & Delfín

Colombia. Además, la NSR – 10 entre otras mejoras significativas respecto a la versión anterior, establece en el capítulo A–10 la necesidad de realizar un estudio de actualización a las estructuras construidas antes de su vigencia, con el propósito de que una estructura que se refuerce siguiendo los requisitos allí presentados debe ser capaz de resistir temblores pequeños sin daño, temblores moderados sin daño estructural pero con algún daño en elementos no estructurales y un temblor fuerte sin colapso. En otras palabras, es necesario realizar un estudio para evaluar la capacidad de respuesta de la estructura ante los nuevos requisitos expresados en esta normativa.

El presente trabajo, va encaminado a identificar las diferentes lesiones del paciente, así como también incluye realizar el diagnóstico general a partir del planteamiento de las posibles causas que puedan estar generando las lesiones, y en base a ello, diseñar una propuesta de intervención, que permita mantener la estabilidad de la edificación. Al igual que lo anterior se ajustará la estructura portante del paciente a las exigencias de la Norma Sismo resistente del 10 (NSR – 10) y el Ras 2000.

CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO

- ✓ La resistencia promedio obtenida de 15.5 Mpa y 16.94 Mpa del concreto utilizado en la construcción del tanque, no cumple con la resistencia mínima exigida en la NSR-10 para concretos de baja permeabilidad en contacto de agua, el cual establece una resistencia mínima de 28 Mpa.

- ✓ El acero de refuerzo encontrado consistente en barras de acero liso, cumple con la separación máxima exigida en este tipo de obras, pero al revisar éste el tipo de acero no es aceptado por la NSR-10.
- ✓ Las fisuras longitudinales encontradas, son debidas al proceso constructivo del tanque, éstas afectan el aspecto estético del tanque, pero no afectan la estabilidad del mismo.
- ✓ Las fisuras verticales en los bordes, son debidas exclusivamente a la falta de acero de refuerzo en las esquinas que amarre y absorba los esfuerzos que pueden producirse por la retracción del concreto y por los esfuerzos de bordes, producidos en condiciones de uso del tanque.
- ✓ Las fisuras verticales ubicadas en los centros de los muros que dan hacia el tanque nuevo y hacia la antena de telecomunicaciones, pueden definirse como grietas en los muros; aclarando que en la auscultación realizada no se pudieron evidenciar las grietas en el interior del tanque, pero al realizar la prueba de estanqueidad se pudo observar el afloramiento constante de agua por éstas.
- ✓ Las fisuras mencionadas, fueron ocasionadas posiblemente por la falla de la estructura de soporte del tanque hacia la vía de acceso. En la elaboración de este estudio patológico, no evidenció fallas en los taludes, ni se encontró material tipo arcilla expansivas o similares que pudieran afectar la estabilidad del tanque; se cree entonces que, en el proceso de construcción del tanque, la falta de compactación del material utilizado como sub base produjo que

éste se consolidara en forma lenta durante muchos años, produciendo un asentamiento diferencial hacia dicho costado.

- ✓ Se pudo observar que la losa en concreto reforzado aligerada con casetones de esterilla que sirve como tapa del tanque, presenta gran deterioro; al chequear el índice de sobre esfuerzo de la tapa encontramos que para un $F'c$ igual a 15.83 Mpa, la placa no está en condiciones de soportar su propio peso ni las cargas externas provenientes del uso propio o de eventuales fuerzas sísmicas; por tanto y basado en los resultados obtenidos, se debe demoler este elemento.
- ✓ El índice de sobre esfuerzo en el fondo de los muros del tanque es de 2.38, sobrepasando de manera significativa el esfuerzo admisible; de igual forma, en el fondo el índice de sobre esfuerzo en los bordes laterales de los muros del tanque sobrepasa el esfuerzo admisible, con valores alrededor de 2.55; en consecuencia, de lo expresado, se concluye que el espesor de los muros es insuficiente para los esfuerzos actuantes.
- ✓ La prueba de estanqueidad practicada al tanque, dejó ver entre otras lesiones, que la falla en el sistema estructural del tanque ha afectado de manera marcada su estabilidad.
- ✓ Se descarta el reforzamiento del tanque con algún tipo de recubrimiento impermeable, dado que al estar afectada la estabilidad del mismo no se puede garantizar que el recubrimiento perdure en el tiempo garantizando un adecuado comportamiento del estado de servicio.

- ✓ Se descarta el uso del tanque como formaleta para construir otro tanque en su interior, dado que no hay forma de establecer el comportamiento futuro de las fallas encontradas.
- ✓ El tanque debe ser retirado de su uso, toda vez que el gran volumen de agua perdido, puede afectar e inestabilizar los taludes y zonas cercanas a causa de la saturación del suelo.
- ✓ Demoler el tanque existente en concreto reforzado y en su reemplazo construir uno con la capacidad y cotas acorde al modelo hidráulico realizado, que garantice la continuidad y las presiones necesarias para el correcto funcionamiento del sistema.

“DIAGNOSTICO, PATOLOGÍA E INTERVENCIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE ACUEDUCTO INTERVEREDAL DEL MUNICIPIO DE TÁMARA DEPARTAMENTO DE CASANARE”

AUTOR: Barrea C. Juan (2017)³, Colombia es un país que presenta una problemática de infraestructura vial crítica, en nuestro caso las vías de accesos al Municipio de Támara, se encuentran en mal estado y aún más el desplazamiento desde el casco urbano a las diferentes veredas donde se están ubicados los tanques de almacenamiento de agua potable que escogimos para realizar este estudio, en el momento de la construcción se presentan problemas para el traslado de los materiales y más para la obtención del agua óptima para realizar la mezcla diseñada del concreto que se utilizó, tanques que fueron contruidos en los años 2015 y 2016 y presentando patologías que

interfieren con el diseño y su funcionalidad, exteriorizando lesiones a simple vista como lo son las fisuras, grietas filtraciones y eflorescencias. Los tanque se encuentran en sitios de topografías bastantes pronunciadas, lo cual conlleva a saturaciones de los suelos y fallas en sus estructuras geológicas, de igual forma por lo anterior y por su ubicación genera inquietud de cómo sería la respuestas sismo-resistente bajo las solicitudes y recomendaciones del decreto 1400 de 1984 modificado por la ley 400 de 97 – decreto 33 de 19987 (NSR – 98) y más aún la segunda modificación con el decreto 926 de 2010 (NSR – 10) y sus actualizaciones decreto 092 de 2011 y decreto 340 de 2012, siendo las estructuras mencionadas de gran importancia, en la norma citada podría clasificarse según su uso en el grupo IV - Edificaciones indispensables de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo para atender la emergencia y preservar la salud¹ , por lo anterior se hace necesaria ser evaluada de acuerdo con la normatividad actual con el objeto de conocer su grado de vulnerabilidad y los daños patológicos presentados.

Por lo mencionado debemos tener en cuenta varios aspectos como lo son la ubicación topográfica y geográfica de los tanques, hasta entonces y durante este periodo no están en funcionamiento por no haberse concluido las obras de captación, aducción y conducción del agua, presentando ataques químicos, biológicos, microbiológicos, físicos, mecánicos, y/o corrosión al acero de refuerzo estructural, por lo que debe acudir al estudio patológico y enfocar una intervención. Desde el punto de vista legal y social, el proyecto para la

rehabilitación y mantenimiento de la estructura de almacenamiento de agua potable, es derecho fundamental ya que se debe garantizar continuidad, calidad y cobertura tal como lo establece la constitución política colombiana “el agua potable constituye un derecho fundamental en la medida que, el agua constituye fuente de vida y la falta del servicio atenta directamente a la vida de las personas. El servicio domiciliario de acueducto y la salubridad pública,” es un derecho constitucional fundamental y como tal debe ser objeto de protección” 2 . El realizar éste trabajo como una oportunidad de demostrar los conocimientos adquiridos durante nuestra formación académica de la especialización en Patología de la Construcción y analizar factores propios patológicos que generan daño en las estructuras, la realización de una metodología para generar soluciones (intervenciones) adecuadas a las necesidades específicas del paciente. Dentro de los trabajos establecidos en la intervención se debe garantizar materiales de construcción que no crean afectación o impacto negativo al medio ambiente y no pongan a futuro el riesgo la calidad del agua potable. El medio ambiente se ha convertido en una parte esencial hoy en día y se debe dar cumplimiento a los lineamientos establecidos en la legislación ambiental Colombiana, donde se tiene que dar un uso adecuado a los recursos naturales durante la intervención y mantenimiento del tanque, así como en la operación del servicio de acueducto, donde se procura no causar daños al medio ambiente y buscar el desarrollo sostenible de la comunidad. Durante la limpieza y desinfección del tanque de almacenamiento tras

un tiempo prudencial de operación de la estructura, se debe dar un buen uso eficiente del recurso hídrico y reutilizarlo en otros fines, con el fin de minimizar los efectos colaterales producidos por el calentamiento global.

CONCLUSIONES

- Observamos en las muestras esclerométricas tomadas in situ, el comportamiento que arrojan según se ubicación, las placas (tapas) de los tanques arrojan los menores valores registrados, las caras o paredes de los tanques dependiendo su ubicación presentan comportamientos diferentes, por ejemplo las caras occidentales y orientales arrojan menores valores que las caras sur y norte, como consecuencia de la exposición directa de los rayos del sol, lo cual generó presencia de agrietamiento por contracción plástica, incremento de la permeabilidad, reducción a su resistencia a compresión, reducción a su durabilidad y un fraguado acelerado.
- Encontramos eflorescencia en algunos tanques, aspecto de color verde en sus caras laterales debido a la presencia de organismos y microorganismos de origen vegetal o animal sobre las estructuras de concreto, no solamente pueden afectar el confort ambiental y la estética de las construcciones, sino que también puede producir una gran variedad de daños y defectos de carácter físico, mecánico, químico o biológico, lo antepuesto a la creencia de la utilización de agua no óptima para la mezcla por la ubicación de los tanques. Lo anterior permite identificar cuatro tipos de

degradación ambiental: biofísico, biomecánico, bioquímico y biológico propiamente dicho. Los dos primeros, afectan principalmente la permeabilidad, la resistencia y la rigidez del concreto; mientras que, los dos segundos, provocan la transformación de los compuestos del cemento endurecido y/o los agregados del concreto. A manera de ejemplo, la vegetación situada sobre una estructura puede retener agua sobre la superficie del concreto o realizar cambio de temperatura, conduciendo a la saturación del material y por lo tanto a causar daños físicos por acción de ciclos de "Humedecimiento o calor".

- En el momento que se efectuó el desencofrado, no se realizó el sellado apropiado de los separadores metálicos de la formaleta, que están empotrados dentro del concreto, por tal motivo se están presentando oxidación de los refuerzos y elementos metálicos, contaminando las propiedades fisico-químicas del concreto, reduciendo su capacidad de permeabilidad presentando a futuro posibles filtraciones.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO DE LOS RESERVORIOS APOYADOS DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE AREQUIPA DENOMINADOS R-2 Y R-10 A CARGO DE LA E.P.S. SEDAPAR S.A., PROVINCIA DE AREQUIPA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA”

AUTOR: Tejada D. Luis (2015)⁴

Objetivos

La presente tesis tuvo como objetivo Determinar y Evaluar las Patologías del Concreto de los Reservorios Apoyados de Agua Potable de la Ciudad de Arequipa denominados R-2 y R-10 a cargo de la E.P.S. SEDAPAR S.A., provincia de Arequipa, departamento de Arequipa, Junio 2015.

El reservorio R-2 tiene una capacidad de 2,000 m³, es de forma circular y está construido de concreto armado, tiene una altura de 4.80 m., un diámetro de 24.00 m. y la longitud del perímetro de su muro es de 77.60 m. de longitud.

El reservorio R-10 tiene una capacidad de de 3,890 m³, es de forma circular y está construido de concreto armado, tiene una altura de 4.80 m., un diámetro de 34.80 m. y la longitud del perímetro de su muro es de 109.33 m. de longitud.

Por ello en la presente tesis se determinó y evaluó las patologías del concreto de los dos reservorios que están a cargo de la E.P.S. SEDAPAR S.A., el área total tomada de los dos reservorios es de 897.26 m², los cuales se constituyen de muros de concreto armado.

Para mayor comprensión en la Determinación y Evaluación de las Patologías en los reservorios R-2 y R-10 que están a cargo de la E.P.S. SEDAPAR S.A., dividimos el R-2 en 24 tramos y el R-10 en 30 tramos, los mismos que se especifican en los planos y las áreas son de la siguiente manera:

R-2

- ❖ Evaluación; Tramo 1 = 11.34 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 2 = 18.90 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 3 = 11.34 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 4 = 18.90 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 5 = 11.34 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 6 = 18.90 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 7 = 11.34 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 8 = 18.90 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 9 = 11.88 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 10 = 19.80 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 11 = 11.88 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 12 = 19.80 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 13 = 11.88 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 14 = 19.80 m²

- ❖ Evaluación; Tramo 15 = 11.88 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 16 = 19.80 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 17 = 11.70 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 18 = 19.50 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 19 = 11.70 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 20 = 19.50 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 21 = 11.70 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 22 = 19.50 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 23 = 11.70 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 24 = 19.50 m²

Sub Total Área = 372.48 m²

R-10

- ❖ Evaluación; Tramo 1 = 17.28 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 2 = 17.28 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 3 = 17.28 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 4 = 17.28 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 5 = 17.28 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 6 = 17.28 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 7 = 17.28 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 8 = 17.28 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 9 = 17.28 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 10 = 17.28 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 11 = 17.28 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 12 = 17.28 m²

- ❖ Evaluación; Tramo 13 = 17.28 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 14 = 17.28 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 15 = 17.28 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 16 = 17.28 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 17 = 17.28 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 18 = 17.28 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 19 = 17.28 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 20 = 17.28 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 21 = 17.28 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 22 = 17.28 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 23 = 17.28 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 24 = 17.28 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 25 = 17.28 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 26 = 17.28 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 27 = 17.28 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 28 = 17.28 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 29 = 20.47 m²
- ❖ Evaluación; Tramo 30 = 20.47 m²

Sub Total Área = 524.78 m²

Teniendo como: **Total Área Evaluada = 897.26 m²**

Dichos tramos fueron analizados a detalle de la parte externa, aplicando métodos como cálculo de áreas. Logrando así identificar de esa manera las diferentes fallas, patologías y cuantificar el estado actual de los mismos.

Así la presente tesis, se encuentra estructurada de la siguiente manera:

La primera etapa constituye al marco teórico, donde se documentan las diferentes bases teóricas, con ello dándose a conocer las diferentes definiciones, características y patologías y/o daños encontrados que afectan a los muros de los reservorios. A demás de ello los diferentes antecedentes internacionales, nacionales y locales relacionados con la investigación.

La segunda etapa constituye a la metodología aplicada, tales como diseño de la investigación, población, muestra, etc., estas se desarrollan fundamentalmente mediante el muestreo, descripción y cálculo de las áreas afectadas, porcentaje de daños, estadística del estado actual de los elementos de concreto, causa y efecto de los agentes patológicos ubicados, los criterios de inspección, etc.

Por lo tanto, en este resumen se da a conocer los resultados obtenidos en la evaluación realizada en todos los tramos de los reservorios (Tramos de 1 al 54 = 897.26 m²). Las cuales se han dividido en veinticuatro (24) tramos en el R-2 y treinta (30) tramos en el R-10, estos fueron evaluados de manera externa. Obteniendo de esta forma las áreas afectadas, los niveles de severidad y las patologías en el concreto de los reservorios R-2 y R-10 a cargo de la E.P.S. SEDAPAR S.A. ubicados en los distritos de Mariano Melgar y Miraflores respectivamente, en la provincia de Arequipa, departamento de Arequipa.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo de investigación de, Determinación y Evaluación de las Patologías del Concreto de los Reservorios Apoyados de Agua Potable de la Ciudad de Arequipa Denominados R-2 y R-10 a cargo de la E.P.S. SEDAPAR S.A., realizado con el objetivo de obtener el estado actual (Nivel de Severidad) y nivel de servicio, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

En el Reservoirio R-2.- Tiene un perímetro de 77.60 metros de longitud, que encierra un área de 372.48 m², conformada por un muro de concreto armado con una altura de 4.80 metros, la cual se dividió en 24 tramos para su mejor estudio y evaluación.

En el Reservoirio R-10.- Tiene un perímetro de 109.33 metros de longitud, que encierra un área de 524.78 m², conformada por un muro de concreto armado con una altura de 4.80 metros, la cual se dividió en 30 tramos para su mejor estudio y evaluación. Realizada.

Se concluye que ambas estructuras (reservorios) cuentan con diversas patologías con niveles de severidad, leve, moderado y severo en diferentes tramos según los cuadros realizados. Esta variedad de patologías está dada por la antigüedad de las construcciones y por el tipo de obra para las que fueron hechas (hidráulicas), y por estar permanentemente en contacto con el agua, el mayor porcentaje de patologías son de tipo filtración y ataques por agua, llegando a tener un nivel de severidad alto.

En el reservorio R-2 al reunir todos los porcentajes de patologías se ha calculado un nivel moderado llegando a Tener el 36.98% de patologías del área total.

En el reservorio R-2, a causa de los daños en juntas y agrietamientos en los mismos, se producen gran cantidad de patologías del tipo filtración por lo que según lo evaluado se ha obtenido hasta un nivel severo.

En el reservorio R-10 al reunir todos los porcentajes de patologías se ha calculado un nivel moderado llegando a Tener el 39.04% de patologías del área total.

En el reservorio R-10, existe gran cantidad de patologías del tipo fisuras y grietas por lo que existe gran cantidad de filtración cuyo nivel de severidad en algunos tramos llega a ser severo.

Cabe resaltar que todas las patologías encontradas también tienen como causa la ubicación sísmica en la que se encuentra la ciudad de Arequipa, ya que por la antigüedad de los reservorios estos han soportado más de 5 sismos mayores de 7 grados en la escala de Richter, esto ha ayudado a producir asentamientos, fisuras entre otros.

“ANÁLISIS PATOLÓGICO DEL RESERVORIO DE CONCRETO ARMADO R4 DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA”

AUTOR: Infante M. Danny (2017)⁵, El concreto es un material que por su misma composición, es propenso a sufrir patologías que pueden

afectar al funcionamiento y seguridad de la estructura, el reservorio R4, es una estructura de almacenamiento de agua que tiene estas patologías, las cuales han afectado en gran manera al reservorio que ahora se encuentra inoperativo, con lo cual parte de la población de Cajamarca, específicamente el sector de Mollepampa, se encuentra con graves problemas de abastecimiento de agua, ya que la cantidad y la calidad del agua no es adecuada. Es por ello que el objetivo es determinar cuáles han sido las causas de las patologías del reservorio R4, para ello se siguió una secuencia que empezó desde la recopilación de información verbal y escrita que pueda existir, la visita al reservorio R4, observación del estado y toma de datos, para la identificación y evaluación de las lesiones encontradas y finalmente plantear una posible solución de reparación, lo cual permita de nuevo el funcionamiento del reservorio R4. Se encontró que la principal patología del reservorio R4, se encuentra en la losa de fondo, por el corte que se ha realizado en ella para una junta que la separe de la pared, y el suelo que se compone principalmente de arcillas con grava, además se encontró pequeñas fisuras en la pared y en la losa que no representan un problema de gran magnitud, ya que de acuerdo a los ensayos con esclerómetro el concreto tiene una resistencia adecuada mayor al de su diseño; el descascaramiento de la pintura externa de la cúpula y la pared, representa un problema estético, de acuerdo a ello, se planteó una posible solución que consiste en la construcción de una losa anclada en la losa anterior y revestir internamente el reservorio

con geomembrana para evitar filtraciones al exterior. Palabras Claves: Patologías, reservorio, causas, reparación, Cajamarca.

CONCLUSIONES

- El reservorio se encuentra en regular estado con posibilidad de una reparación, que debe ser estudiada a mayor profundidad por especialistas en el tema, ya que el concreto de la pared, la losa y la cúpula se encuentran en buen estado, como lo muestra el ensayo realizado con esclerómetro, el corte de la losa de fondo ha debilitado la estructura y especialmente este elemento estructural, y el sello de poliuretano se ha descascarado y provoca la filtración de agua al exterior.
- De acuerdo al estudio patológico realizado se identificó que la falla más importante presente en el reservorio R4, se encuentra en la losa de fondo y fue causada por acciones indirectas, estas fallas fueron debidos a un diseño incorrecto del reservorio, ya que no se consideró una junta de separación entre la losa y la pared, el corte de la losa para la apertura de junta que separa la losa de fondo y la pared, posterior al vaciado monolítico de estos elementos ha debilitado la estructura y ha causado el aumento de la fisuración aledaña al corte.
- Se encontró fisuración, fisuras > 0.1 mm en la losa de fondo del tanque, estas fisuras fueron generadas por el corte realizado para la apertura de la junta.

- Se identificó que el sellado del corte que fue realizado en la losa de fondo con poliuretano no funciona para poder repararla, ya que como se ha podido observar la acción del movimiento relativo de la losa ha hecho que este empiece a deteriorarse.
- Existen fallas en la parte exterior del reservorio como lo son el descascaramiento de la pintura tanto de la pared exterior, así como también la tapa, que son debidas a acciones directas del clima, pero esto no significa un nivel de riesgo alto para la estructura, solo es cuestión de estética.
- El concreto de la pared del reservorio presenta una resistencia alta de 303 kg/cm^2 , de acuerdo al ensayo con esclerómetro superior al de su diseño original, por lo cual la pared es segura y no representa un peligro para el funcionamiento de la estructura.
- Los ensayos con esclerómetro realizados en la losa de fondo y en la cúpula del reservorio muestran unas resistencias de 247 kg/cm^2 , y 258 kg/cm^2 respectivamente lo cual en la cúpula es superior a la resistencia de su diseño original y en la losa se encuentra casi igual 245 kg/cm^2 , por lo que la resistencia del concreto es adecuada.
- El estudio de suelos, muestra una capacidad portante de 0.57 kg/cm^2 , y está compuesto principalmente de arcillas con grava, con lo que este terreno tiene que haber sido mejorado para realizar la cimentación de la estructura.

- El muro de contención viene cumpliendo con su función estructural, de manera correcta, presenta pequeñas deformaciones a lo largo de su estructura, las cuales son imperceptibles y esto no representa un riesgo para la estructura del muro, así como también para el reservorio R4.

“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO REFORZADO DEL RESERVORIO APOYADO CIRCULAR SAN BARTOLO”

AUTOR: Chimoy A. Edwin (2016)⁶, El presente informe de tesis tiene como objetivo general determinar y evaluar las patologías del concreto reforzado del reservorio apoyado circular San Bartolo, ubicado a la altura del kilómetro 52 de la carretera Panamericana sur, distrito de San Bartolo, provincia de Lima, región Lima, en enero del 2016. El problema de investigación es el siguiente: ¿en qué medida la determinación y evaluación de patologías del concreto reforzado del reservorio apoyado circular San Bartolo ubicado a la altura del kilómetro 52 de la panamericana sur, distrito de San Bartolo, provincia de Lima, región Lima, permitirá establecer un diagnóstico de su estado actual? La metodología de investigación empleada fue descriptivo cualitativa. Su objetivo general fue determinar y evaluar las patologías que presentan las estructuras de albañilería confinada antes mencionada. La población o universo estuvo conformada por la infraestructura del reservorio apoyado circular San Bartolo, la muestra

fue constituida por la estructura del concreto reforzado del reservorio apoyado circular San Bartolo. Se identificaron y cuantificaron las patologías por su tipo y severidad; de este modo se estableció un diagnóstico su estado. Se emplearon la técnica de la observación y, como instrumento de recolección de datos, una ficha de evaluación, que luego fue procesada. Se concluyó que el 80,73 % del reservorio apoyado circular en estudio presenta patologías, siendo las más recurrentes la erosión, la eflorescencia y el agrietamiento. Por lo tanto, el nivel de severidad es severo y el estado actual del reservorio en estudio es malo.

Palabras clave: patologías, tipos de patologías y patologías en estructura de reservorio.

CONCLUSIONES

Los tipos de patologías que presentan en el concreto reforzado del reservorio apoyado circular San Bartolo ubicado a la altura del kilómetro 52 de la Panamericana sur, distrito de San Bartolo, provincia de Lima, región Lima, son fundamentalmente: erosión (9), con 35,78 %; eflorescencia (8), con 8,75%; agrietamiento (1) con 2,64 %; fisura (12), con 1,16 %; y delaminación (4) del concreto, con 0,75 %. El nivel de severidad de las patologías es severo en el concreto reforzado del reservorio apoyado circular San Bartolo ubicado a la altura del kilómetro 52 de la Panamericana sur, distrito de San Bartolo, provincia de Lima, región Lima. De acuerdo con los resultados de la investigación, el estado actual las estructuras del

concreto reforzado del reservorio apoyado circular San Bartolo ubicado a la altura del kilómetro 52 de la Panamericana sur, distrito de San Bartolo, provincia de Lima, región Lima, es mala debido a que los tipos de patologías presentes compromete la estructura principal.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

“EVALUACION, ANALISIS Y DIAGNOSTICO DE LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE- EL ARENAL”

AUTOR: EL Arenal EPS GRAU S.A (2015)⁷

El servicio de Evaluación, Análisis y Diagnóstico de las estructuras de concreto de la Planta de Tratamiento de Agua Potable- El arenal- EPS GRAU S. nos da alcances para poder identificar y caracterizar los defectos y/o daños en la planta de Tratamiento de Agua Potable El arenal, se sacudirá a la Evaluación del concreto de las estructuras, esta etapa constituye el fundamento para acertar en la rehabilitación, un diagnostico apropiado garantiza el éxito de los procesos de intraversión en la estructura, una misma ,manifestación de daño puede asociarse a razones diferentes debido a la naturaleza de las mismas, la inapropiada interpretación del funcionamiento estructural de intervención, lo mismo sucede si el profesional que diagnostica no está debidamente capacitado. Para llevar a cabo el servicio se requiere de los siguientes trabajos en la PTAP El arenal.

Trabajos de Ingeniería a nivel de campo:

- ✓ Visita de campo a la Zona de estudio.
- ✓ Evaluación y diagnóstico de algún tipo de patología en la edificación
- ✓ Escaneos de reforzamiento de los elementos del concreto armado
- ✓ Extracción de testigos de concreto utilizando sonda perforadora o sierra de disco.
- ✓ Mediciones de Fisuras estructurales
- ✓ Verificar mediante nivelación si existen asentamientos diferenciales en las estructuras.

Trabajos de Ingeniería a nivel de Gabinete

- ✓ Digitalización de los planos existentes.
- ✓ Revisión de la estructura de la edificación existente.
- ✓ Metrado de cargas de la edificación existente
- ✓ Informe final del estado actual de la edificación, adjunto a una memoria de cálculo, el cual contendrá conclusiones, recomendaciones e interpretación de datos de laboratorio.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. RESERVORIO

Reyes S. Edwin, Franco A. Ángel, (2011)⁸, Son sistemas estructurales de almacenamiento y regulación de líquidos, forman parte fundamental en una red de abastecimiento comprendida completamente por otros sistemas como las redes de impulsión, conducción, aducción y distribución. Para su construcción precisan fundamentalmente la aplicación de la Ingeniería Civil, complementada por la Ingeniería Hidráulica.

Los reservorios se clasifican entre sí por una amplia gama de factores, dependiendo de los líquidos y su aplicación, la capacidad, la ubicación y el tipo de materiales para su construcción.

2.2.2. CLASIFICACION DE LOS RESERVORIOS

✓ **Reservorios Enterrados o Subterráneos**

Normalmente denominados cisternas, es un tipo de estructura de almacenamiento que no está ligada directamente con el sistema de distribución de una red de agua, en casi la totalidad de casos es un almacenamiento primario el cual deriva a otra estructura de regulación.



Gráfico N° 01: Reservorio enterrado o Subterráneo.

Fuente: Propia

✓ **Reservorios Apoyados**

Se usan cuando la presión del sistema puede ser obtenida de la topografía de la zona de servicio y no de la estructura de almacenamiento en sí.



Gráfico N° 02: Reservorio Apoyado.

Fuente: Propia

✓ **Reservorios Elevados**

Aguilar T. Royer (2015)⁹, Los reservorios elevados son estanques de almacenamiento de agua que se encuentran por encima del nivel del terreno natural y son soportados por columnas y pilotes o por paredes.

Desempeñan un rol importante en los sistemas de distribución de agua, tanto desde el punto de vista económico, así como del funcionamiento hidráulico del sistema y del mantenimiento de un servicio eficiente. Los reservorios elevados en las zonas rurales cumplen dos propósitos fundamentales:

Compensar las variaciones de los consumos que se producen durante el día y mantener las presiones de servicio en la red de distribución.



Gráfico N° 03: Reservoirio Elevado.

Fuente: Propia

2.2.3. CONCRETO Y SU CLASIFICACION

El concreto lo obtenemos utilizando materiales como: agua, cemento, y agregados. Los materiales a usar en la preparación del concreto deben de estar libres de impurezas y cumplir con los estándares de calidad. La mezcla de estos materiales nos permite obtener una masa sólida y trabajable.

Tipos de concreto, Norma E.060

Se clasifican en:

- Concreto Simple: Concreto que tiene una baja cantidad de acero o que tienen más baja cantidad de lo normal.
- Concreto Armado: Este concreto requiere una cantidad igual o mayor a lo que nos especifica la norma, al juntar estos dos materiales obtenemos un producto más resistente.

- Concreto Prefabricado: Estos elementos pueden ser de concreto simple o armado y son fabricados en un lugar diferente a su ubicación final.
- Concreto Ciclópeo: Este concreto no presenta armadura y se le agregan bloques o grandes piedras.
- Concreto Premezclado: Este concreto es mezclado en plantas mezcladoras o en camiones y son transportados a obra para su respectivo vaciado.
- Concreto Bombeado: Concreto que es impulsado por bombeo a través de tuberías hacia su ubicación final.

2.2.4. **PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO**

“Ningún material es durable o no durable por si mismo; es su interacción con el medio ambiente que lo rodea durante su vida de servicio la que determina su durabilidad” **Larry Masters**¹⁰.

✓ **Durabilidad**

Es la capacidad de mantener la utilidad de un producto, componente, ensamble o construcción, durante un periodo de tiempo. La capacidad de servicio de una estructura para realizar las funciones para las que fue diseñada y construida y estar al mismo tiempo expuesta a un entorno específico.

✓ **Decoloración en la superficie de concreto**

Esta patología es la variación del color en la superficie del concreto, se produce por el uso inadecuado de los aditivos.



Gráfico N° 04: Decoloración en la superficie de concreto.

Fuente: Universidad Peruana de Integración Global-2014

✓ **Formación de Ampollas en el Concreto**

National Ready Mixed Concrete Association (US) (2015)¹¹,

Las ampollas son protuberancias huecas de bajo perfil en la superficie del concreto. Se pueden formar en la superficie del concreto fresco cuando vacíos de aire o agua se exudación ascienden en los concretos plásticos y son atrapados bajo la superficie que ha sido sellada prematuramente durante el allanado.



Gráfico N° 05: Formación de ampollas en el concreto.

Fuente: Universidad Peruana de Integración Global-2014

✓ **Agrietamiento por Contracción Plástica**

National Ready Mixed Concrete Association (US) (2015)¹¹,

Las grietas (fisuras) por contracción (retracción) plástica se forman en la superficie del concreto fresco inmediatamente después de su vaciado y mientras permanece en estado plástico.

Las grietas por contracción plástica se presentan por la pérdida de agua antes de que este haya fraguado.



Gráfico N° 06: Agrietamiento por contracción plástica.

Fuente: Universidad Peruana de Integración Global-2014

✓ **Pulverización Superficial del Concreto**

National Ready Mixed Concrete Association (US) (2015)¹¹, La

presentación de esta patología es mediante la formación de polvo debido que la superficie del concreto se desintegra. Producen polvo bajo cualquier tipo de tráfico.

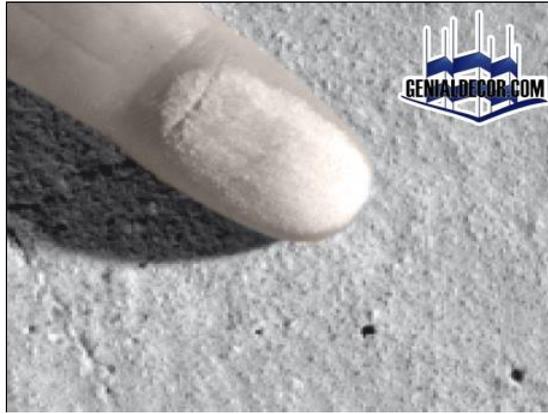


Gráfico N° 07: Pulverización superficial del concreto.

Fuente: Universidad Peruana de Integración Global-2014

✓ **Descascaramiento de las superficies de concreto**

National Ready Mixed Concrete Association (US) (2015)¹¹, es el desprendimiento de la superficie de concreto provocado por utilizar un concreto con una muy poca cantidad de aire incorporado o sin el mismo.



Gráfico N° 08: Descascaramiento de las superficies de concreto.

Fuente: Universidad Peruana de Integración Global-2014

✓ **Delaminación de las superficies de concreto terminada con llana**

National Ready Mixed Concrete Association (US) (2015)¹¹, Es muy frecuente la presencia de esta patología cuando el concreto es vaciado en una base fría y las temperaturas del ambiente se elevan durante el día.

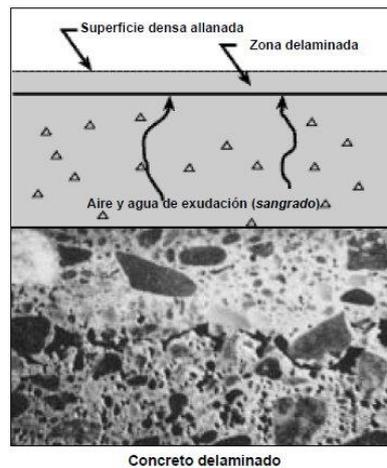


Gráfico N° 09: Delaminación de las superficies de concreto terminada con llana

Fuente: Universidad Peruana de Integración Global-2014

✓ **Resquebrajamiento de las superficies de concreto**

El resquebrajamiento es el desarrollo de una red de finas cuarteaduras o fisuras (grietas) sobre la superficie de concreto o del mortero causadas por la retracción de la capa superficial.

Este efecto es por lo general el resultado de que las reglas de las “buenas prácticas del concreto” no se hayan aplicado correctamente.



Gráfico N° 10: Resquebrajamiento de las superficies de concreto

Fuente: Universidad Peruana de Integración Global-2014

✓ **Eflorescencia del Concreto**

Es un residuo de sales con textura polvosa de color blanco tiza y se puede formar en la superficie de cualquier producto que contenga cemento, sin importar el color de éste.



Gráfico N° 11: Eflorescencia del concreto

Fuente: Universidad Peruana de Integración Global-2014

✓ **Erosión**

Desintegración progresiva de un sólido por la acción abrasiva o cavitatoria de los gases, fluidos o sólidos en movimiento.

El daño por cavitación produce picaduras en el hormigón provocadas por implosión, es decir colapso de las burbujas de vapor en un flujo de agua; estas burbujas se forman en áreas de baja presión y colapsan a medida que ingresan en áreas de mayor presión.



Gráfico N° 12: Daño por cavitación

Fuente: Propia.

✓ **Humedad**

Se produce cuando hay presencia de agua en un porcentaje mayor a lo normal.



Gráfico N° 13: Humedad en concreto.

Fuente: Propia.

✓ **Distorsión**

Cambio de alineamiento no deseado en una estructura.



Gráfico N° 14: Distorsión en concreto.

Fuente: Propia.

✓ **Retracción plástica**

Cambios diferenciales de volumen entre capas de concreto y pérdida rápida de humedad por:

- ❖ Temperatura.
- ❖ Humedad ambiental.
- ❖ Velocidad del viento.

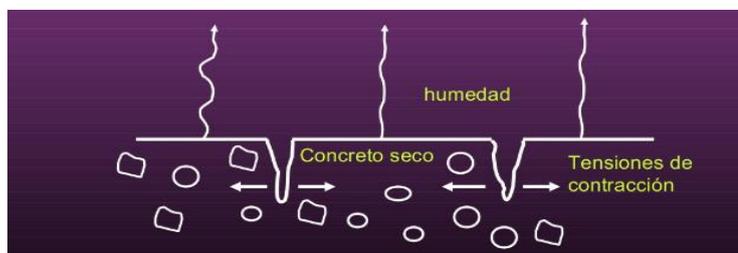


Gráfico N° 15: Retracción plástica.

Fuente: Propia.

✓ **Retracción Hidráulica**

Son fisuras que surgen durante las primeras horas, después del hormigonado, producto de la pérdida de su agua por evaporación. Esta disminución de volumen se produce en el hormigón aun en estado plástico, sin que haya finalizado el proceso de fraguado. También suelen aparecer fisuras de retracción durante el proceso de endurecimiento, si el elemento se encuentra coartado no puede tener libre retracción, por lo tanto, las tensiones superan la resistencia a tracción del hormigón apareciendo fisuras que la seccionan.

La retracción hidráulica trae como consecuencias grietas debido al cambio de volumen, es decir encogimiento por pérdida de humedad en combinación con restricciones del suelo u otra estructura.



Gráfico N° 16: Retracción hidráulica.

Fuente: Propia.

✓ **Congelamiento y Deshielo**

Aumento de la porosidad, escamacion y desagregación superficial.



Gráfico N° 17: Congelamiento y deshielo.

Fuente: Propia.

✓ **Reacciones químicas**

- Ataque por aguas puras: aumento de la porosidad, disminución de la resistencia, disminución de la alcalinidad del hormigón y corrosión de la armadura, exposición de los áridos en la superficie del hormigón.



Gráfico N° 18: Ataque de aguas puras.

Fuente: Propia.

- Ataque por soluciones acidas: Exposición de los áridos por la lixiviación de la pasta de cemento, aumento de la porosidad del hormigón, disminución de la resistencia, disminución del pH del hormigón y corrosión de la armadura.



Gráfico N° 19: Ataque por soluciones acidas.

Fuente: Propia.

✓ **Corrosión**

National Ready Mixed Concrete Association (US) (2015)¹¹, La terminología de la ASTM(G15) define la corrosión como “la reacción química o electroquímica entre un material, usualmente un metal y su medio ambiente, que produce un deterioro del material y de sus propiedades”. Para el acero embebido en el concreto (hormigón), la corrosión da como resultado la formación de óxido que tiene 2 a 4 veces el volumen del acero original y la pérdida de sus óptimas propiedades mecánicas. La corrosión produce además descascaramiento y vacíos en la superficie del acero de refuerzo, reduciendo la capacidad resistente como resultado de la sección transversal.



Gráfico N° 20: Corrosión.

Fuente: Propia.

✓ **Fisuras**

Son aquellas aberturas que solo afectan superficialmente al concreto.



Gráfico N° 21: Fisuras.

Fuente: Propia.

✓ **Grietas**

Son a diferencia de las fisuras, aberturas de mayor profundidad lo cual pone en peligro la estructura.



Gráfico N° 22: Grietas.

Fuente: Propia.

✓ **Cangrejas**

Son los espacios vacíos que quedan en el concreto que no fue bien vaciado y aparecen generalmente en vigas, columnas y placas de concreto con armadura de acero, se recomienda en uso de vibradores que al ser introducidos en el concreto esparcen el mismo de manera uniforme para no quedar obstruidos en la armadura de acero ya que esto debilita estructuralmente la viga o columna.



Gráfico N.º 23: Cangrejas.

Fuente: Propia.

III. METODOLOGIA

3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

El diseño de la investigación empleado nos indicó como iniciar la investigación con el fin de recopilar toda la información necesaria para responder al problema de investigación.

Para el diseño de la investigación es de tipo descriptivo, no experimental y de corte transversal.

Es descriptivo porque describirá la realidad del lugar a investigar sin alterarla, no experimental porque se estudiará el problema y se analizará sin necesidad de acudir a un laboratorio. Es de corte transversal porque se está analizando en un periodo definido de marzo del 2018.

Se realizo un siguiendo el método de muestreo para así determinar la condición en la que se encuentra la estructura de concreto a investigar.

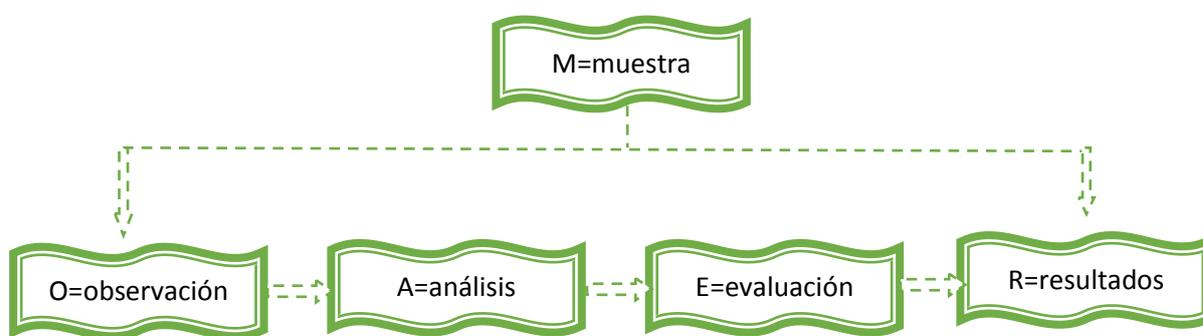


Gráfico N° 24: Diseño de la Investigación

Fuente: Elaboración Propia.

RANGO DE SEVERIDAD DEL CONCRETO		
% AFECTACIÓN A LA ESTRUCTURA (M2)		DESCRIPCION
De 0% ≤ 15%	BAJO	Estructura de concreto con bajo porcentaje de patologías el cual quiere mantenimiento
> 15% ≤ 35%	MEDIO	Estructura de concreto con porcentaje medio o moderado de patologías el cual quiere rehabilitación
>35% ≤ 100%	ALTO	Estructura de concreto con porcentaje alto de patologías el cual quiere demolición

Tabla N° 01: Rango de Severidad del Concreto

Fuente: Elaboración Propia.

3.2. POBLACION Y MUESTRA

a) Universo y Población

Para la presente investigación la población está dada por los Reservorios Elevados del Departamento de Piura y Provincia de Piura.

b) Muestra

La muestra estuvo conformada por la estructura del reservorio elevado R7-Pachitea de 2,300 m³, Piura- Piura.

MUESTREO

Para el muestreo de las evaluaciones se tomaron 7 muestras detalladas en planos y evaluación de patologías que se encontraron en el reservorio elevado R7- Pachitea- Piura, Piura-Abril 2018.

3.3. TECNICAS E INSTRUMENTOS

Se utiliza la observación visual y una ficha de datos para la respectiva evaluación que se realizara en el lugar de investigación.

3.4. PLAN DE ANALISIS

El plan de análisis comprende lo siguiente:

El análisis se realizará, teniendo el conocimiento general de la ubicación del área que está en estudio, evaluando en dos partes la estructura para una mejor evaluación de las muestras obtenidas. Se procederá con la recopilación de información de campo, y un registro fotográfico.

3.5. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla N°02: Matriz de Consistencia

DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R7 - PACHITEA, CAPACIDAD 2,300 M3 - PIURA, PIURA, ABRIL 2018			
<u>Enunciado del problema</u>	<u>Objetivos</u>	<u>Variables</u>	<u>Metodología</u>
<p>¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías de concreto armado del reservorio elevado R7 - Pachitea de 2,300m3, nos permitirá obtener el nivel de severidad de dicha estructura?</p>	<p>Objetivos General:</p> <p>Determinar y Evaluar las patologías del concreto armado del reservorio elevado R7 - Pachitea, nos capacidad 2.300m3 – Piura, Piura.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Identificar y determinar los tipos de</p>	<p>Variable Dependiente:</p> <p>Determinación y evaluación de las patologías.</p> <p>Variable Independiente:</p> <p>La estructura de concreto armado del reservorio elevado R7- Pachitea de 2,300 m3, Piura.</p>	<p>Tipo de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Descriptiva. ➤ No experimental. ➤ De corte transversal. ➤ Cualitativo. <p>Diseño de la Investigación:</p> <p>Inspección visual, recopilación de datos, análisis y evaluación, resultados.</p> <p>Población y Muestra</p> <p>Población: Toda la estructura del reservorio elevado R7- Pachitea de</p>

	<p>patologías.</p> <p>Analizar los tipos de patologías existentes en la estructura de concreto armado, obtener el nivel de severidad y condición de servicio de la estructura de concreto armado del reservorio elevado R7 de 2,300 m³ de Pachitea, Piura.</p>		<p>2,300 m³, Piura-Piura.</p> <p>Muestra: La muestra está comprendida por toda la estructura del reservorio elevado R7- Pachitea de 2,300 m³, Piura- Piura.</p>
--	---	--	--

Fuente: Elaboración Propia.

3.6. PRINCIPIOS ETICOS

- Ética en la recolección de datos: Ser responsables y veraces cuando se realiza la toma de datos de la zona a evaluar. De modo que los resultados y análisis obtenidos serán veraces de acuerdo a lo recopilado.
- Ética para el inicio de la evaluación: Obtener los permisos respectivos y explicar de manera clara los objetivos y justificación de nuestra investigación.
- Ética en la solución de resultados: Los resultados de las muestras obtenidos serán de acuerdo a la veracidad de las áreas y los tipos de daños que la afectan. Los cálculos de las evaluaciones deben de ser concordantes con la realidad.

IV. RESULTADOS

4.1. RESULTADOS

Para hallar los resultados se elaboró unas hojas de cálculo en Excel y junto con las fotos obtenidas de las muestras y trabajadas junto con el autocad, para lograr obtener las áreas de las muestras, y así hallar el porcentaje de patología afectada en la estructura, y a su vez se elaboraron gráficos con los resultados obtenidos en las muestras tomadas, junto con un cuadro resumen mostrando el total de las áreas afectadas y no afectadas.

Para nuestras muestras se tomó el total de las áreas tanto de la Estructura de Soporte como de la cupula (Parte Externa e Interna) mediante el software Autocad elaborando una muestra tridimensional para poder obtener las áreas a utilizar del Reservorio R11 – Pachitea – Piura, Piura.

Gráfico N° 25: Plano Tridimensional De Reservoirio R7-Pachitea

Fuente: Propia

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO
ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R7 - PACHITEA, CAPACIDAD 2,300 M3 -
PIURA, PIURA, ABRIL 2018

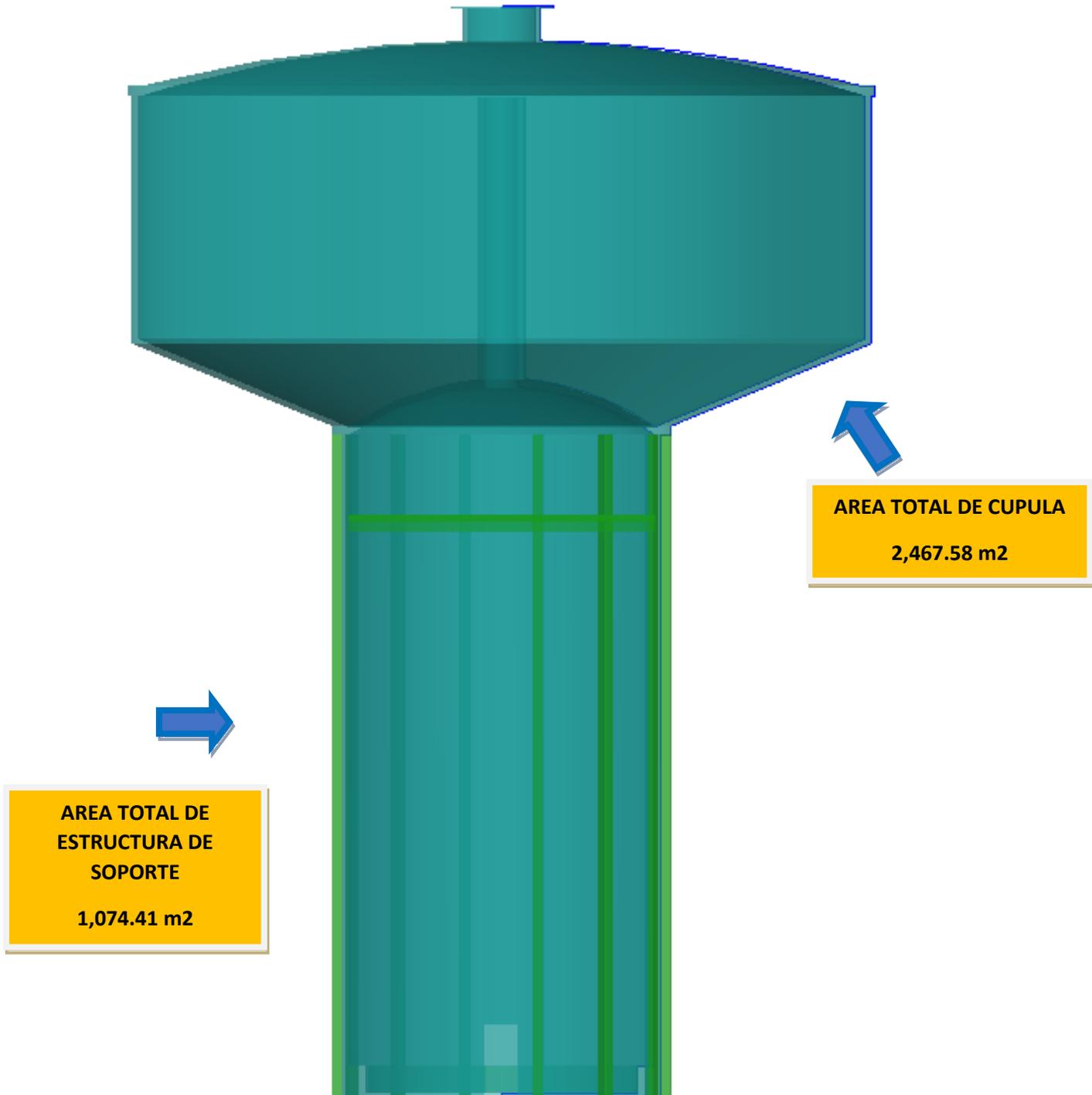
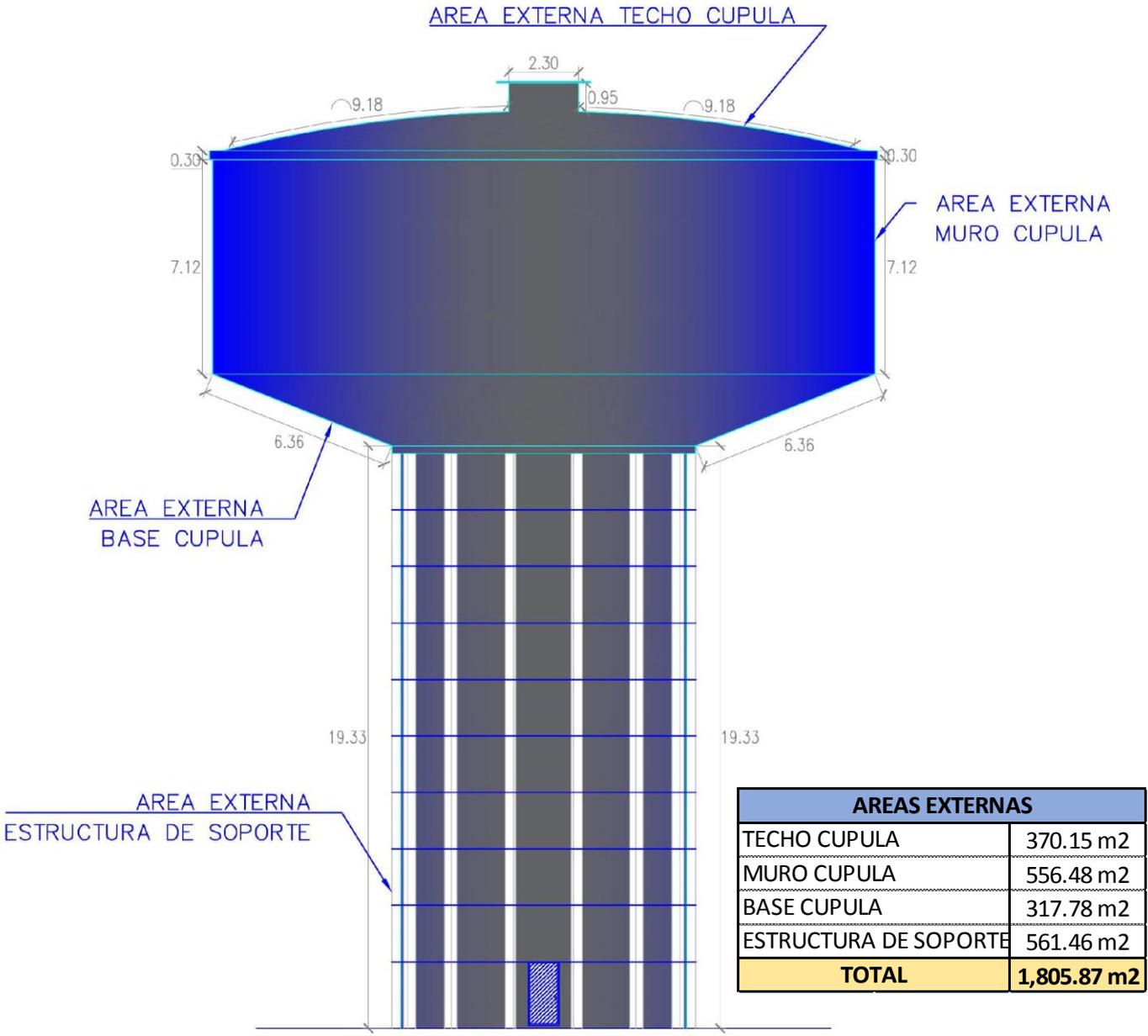
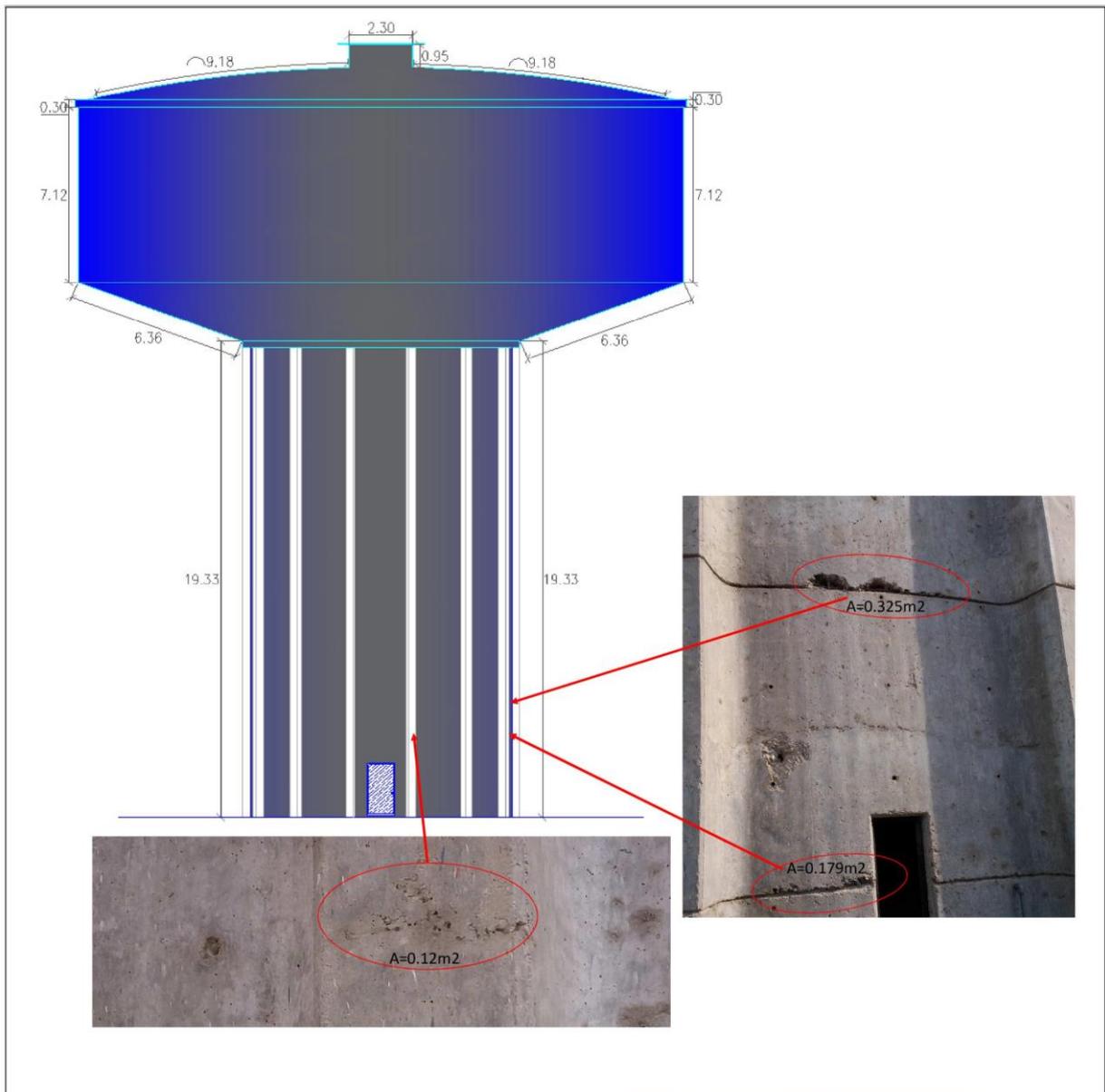


Gráfico N° 26: Plano Áreas Externas De Reservorio R7-Pachitea

Fuente: Propia



Muestra 1



MUESTRA	1				SEVERIDAD	AREA DE ELEMENTO	M2	561.46
ELEMENTO DE MUESTRA	E. SOPORTE					AREA AFECTADA	M2	0.624
AREA DE ELEMENTO	561.46					%	0.11%	
PATOLOGIAS	AREA AFECTADA		AREA NO AFECTADA		SEVERIDAD	AREA NO AFECTADA	M2	560.84
	M2	%	M2	%		%	%	99.89%
(1) Cangrejeras	0.624	0.11%	560.836	99.89%	BAJO	AREA NO AFECTADA	M2	560.84
(2) Corrosion		0.00%	561.46	100.00%	BAJO	%	99.89%	
(3) Carbonatacion del Concreto		0.00%	561.46	100.00%	BAJO			
(4) Delaminacion del concreto		0.00%	561.46	100.00%	BAJO			
(5) Eflorescencia		0.00%	561.46	100.00%	BAJO			
(6) Filtracion		0.00%	561.46	100.00%	BAJO			
(7) Fisura		0.00%	561.46	100.00%	BAJO			
(8) Humedad		0.00%	561.46	100.00%	BAJO			

AREA EXTERNA MURO DE SOPORTE = 561.46 m2

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R7 - PACHITEA, CAPACIDAD 2,300 M3 - PIURA, PIURA, ABRIL 2018



Bachiller : R. Walter Azabache Rios
 Asesor : Mg. Carmen Chilon
 Carrera : Ingenieria Civil
 Ciudad : Piura

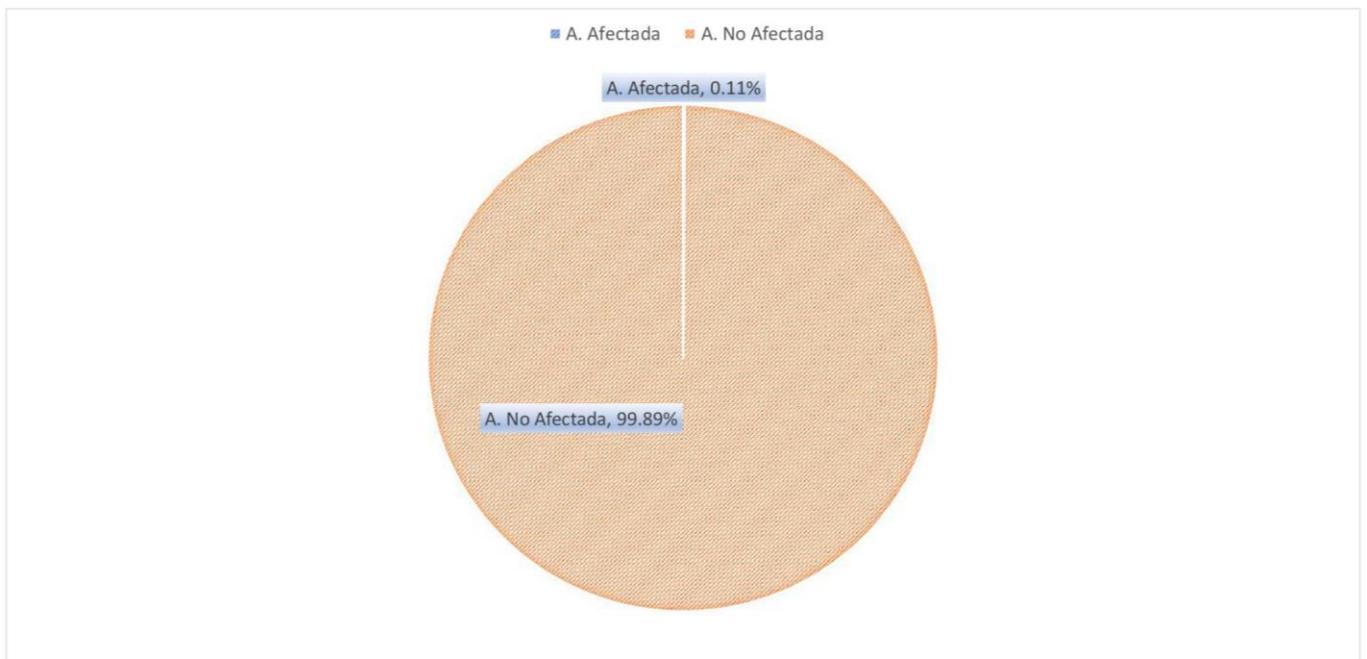
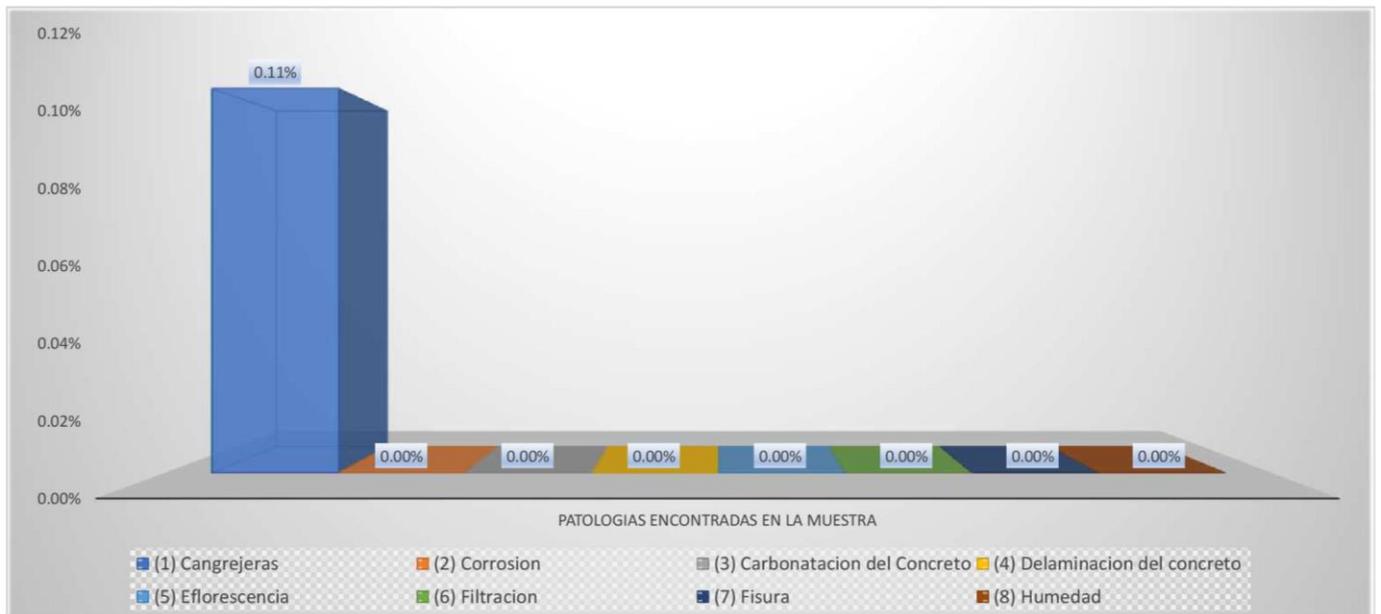
Tabla N° 03: Evaluación de Muestra 1

Fuente: Propia

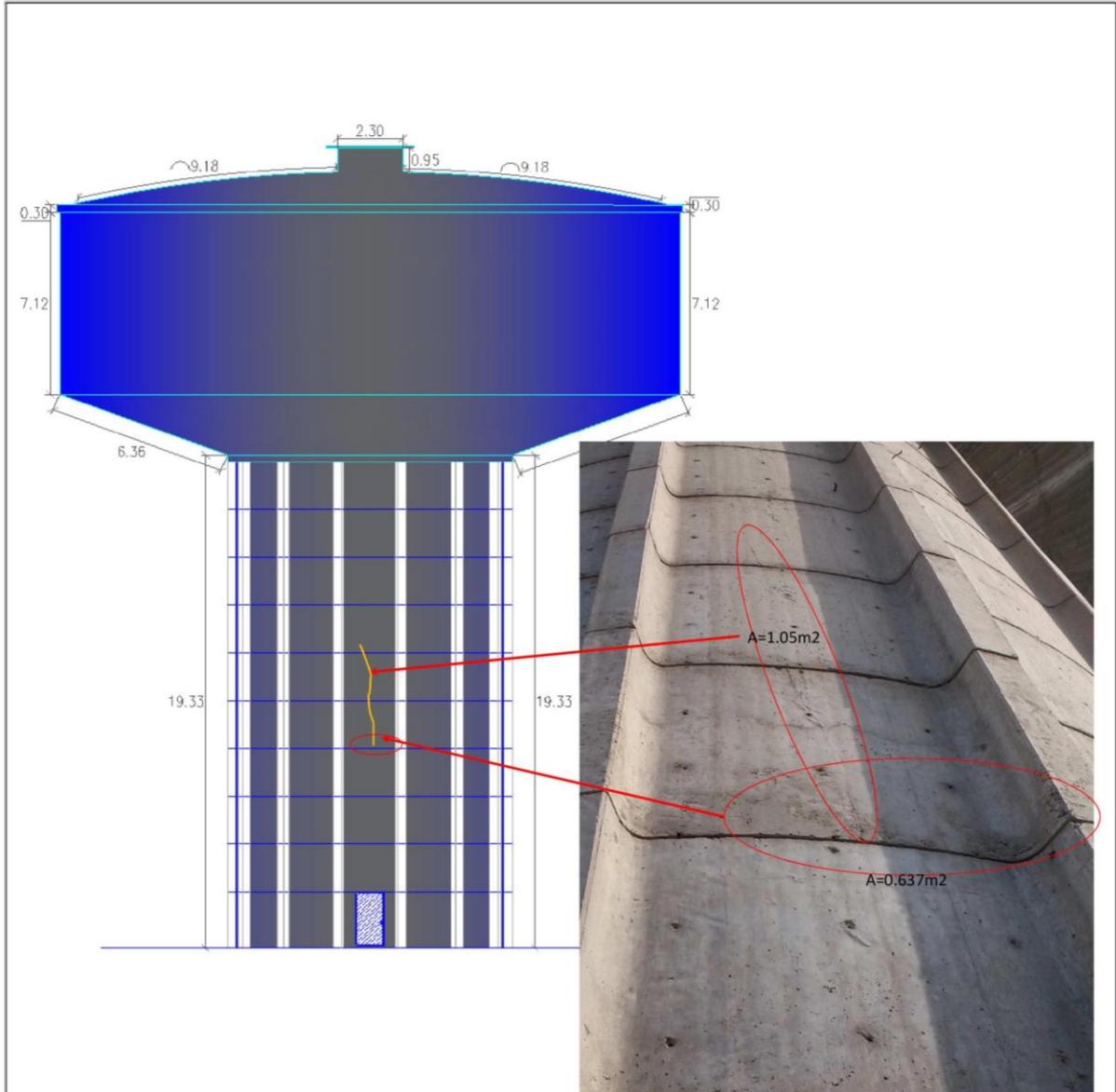
Gráficos para la Muestra N° 1

Gráficos N° 27: % de Patologías y Áreas Afectadas

Fuente: Propia.



Muestra 2



MUESTRA	2				AREA DE ELEMENTO		M2	561.46
ELEMENTO DE MUESTRA	E. SOPORTE				AREA AFECTADA		M2	1.687
AREA DE ELEMENTO	561.46				AREA NO AFECTADA		M2	559.77
PATOLOGIAS	AREA AFECTADA		AREA NO		SEVERIDAD	SEVERIDAD		BAJO
	M2	%	M2	%		M2	%	
(1) Cangrejas	0.637	0.11%	560.823	99.89%	BAJO			
(2) Corrosion		0.00%	561.46	100.00%	BAJO			
(3) Carbonatacion del Concreto		0.00%	561.46	100.00%	BAJO			
(4) Delaminacion del concreto		0.00%	561.46	100.00%	BAJO			
(5) Eflorescencia		0.00%	561.46	100.00%	BAJO			
(6) Filtracion		0.00%	561.46	100.00%	BAJO			
(7) Fisura	1.05	0.19%	560.41	99.81%	BAJO			
(8) Humedad		0.00%	561.46	100.00%	BAJO			

AREA EXTERNA MURO DE SOPORTE =	
561.46 m2	

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R7 - PACHITEA, CAPACIDAD 2,300 M3 - PIURA, PIURA, ABRIL 2018			Bachiller : R. Walter Azabache Rios Asesor : Mg. Carmen Chilon Carrera : Ingenieria Civil Ciudad : Piura
--	--	--	---

Tabla N° 04: Evaluación de Muestra 2

Fuente: Propia

Gráficos para la Muestra N° 2

Gráficos N° 28: % de Patologías y Áreas Afectadas

Fuente: Propia.

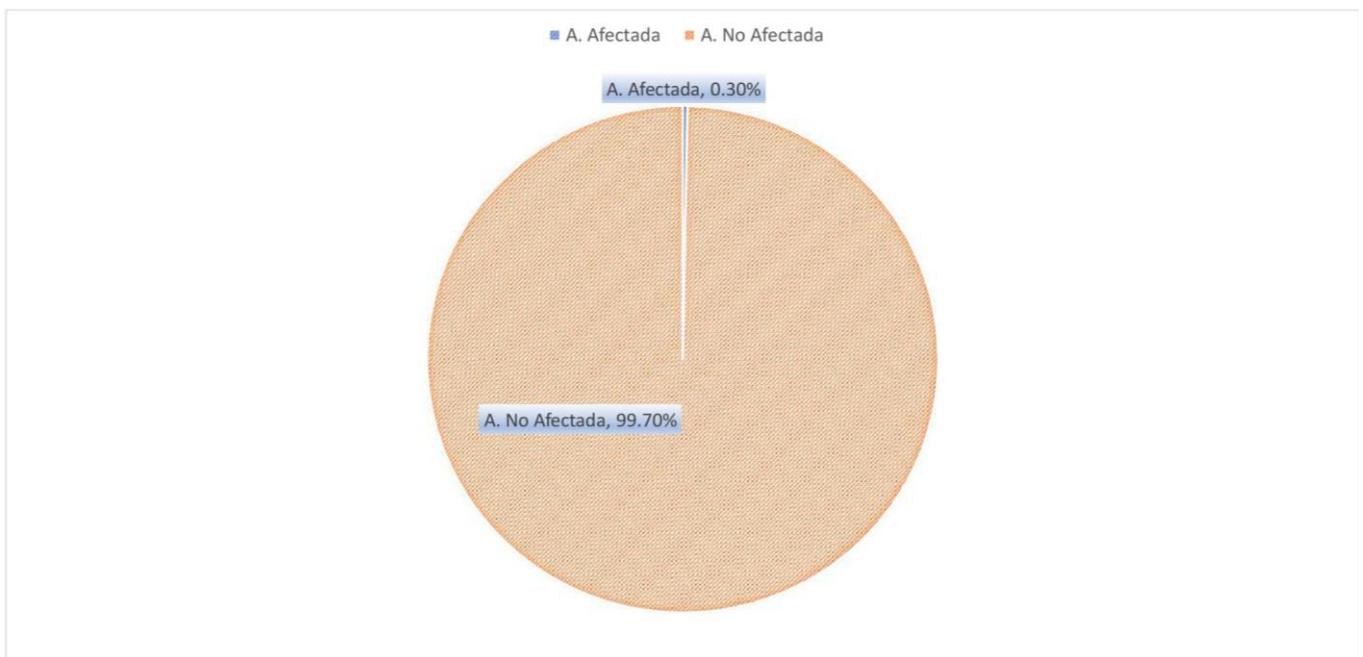
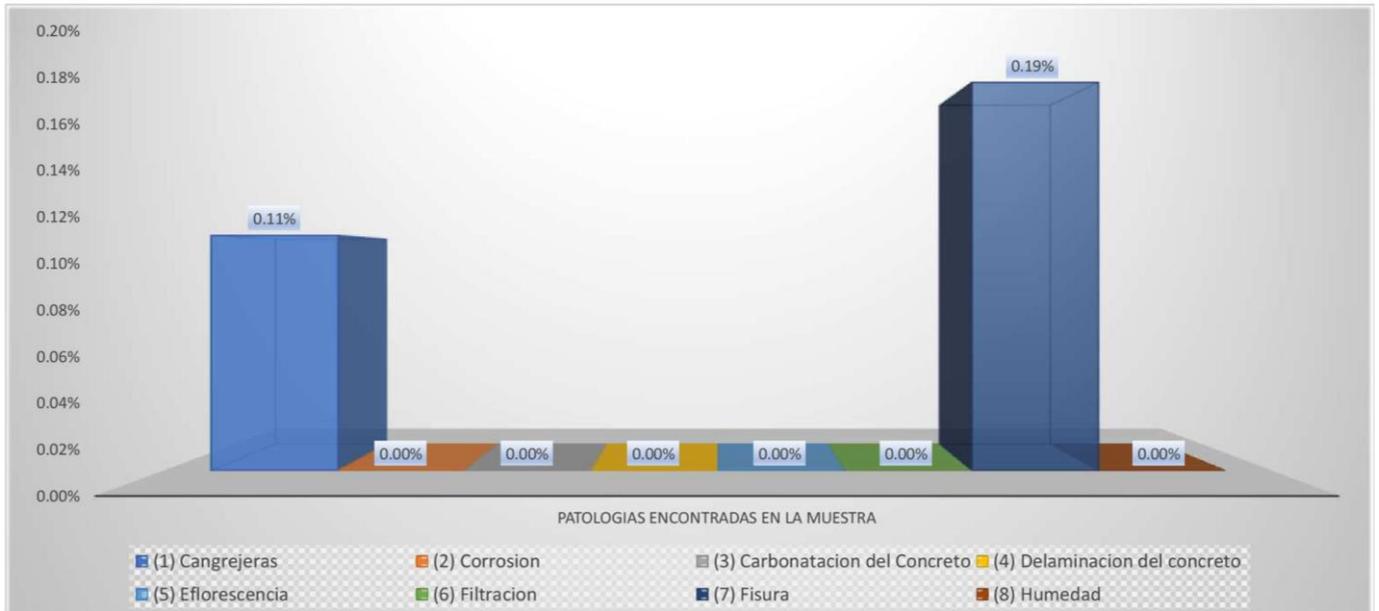
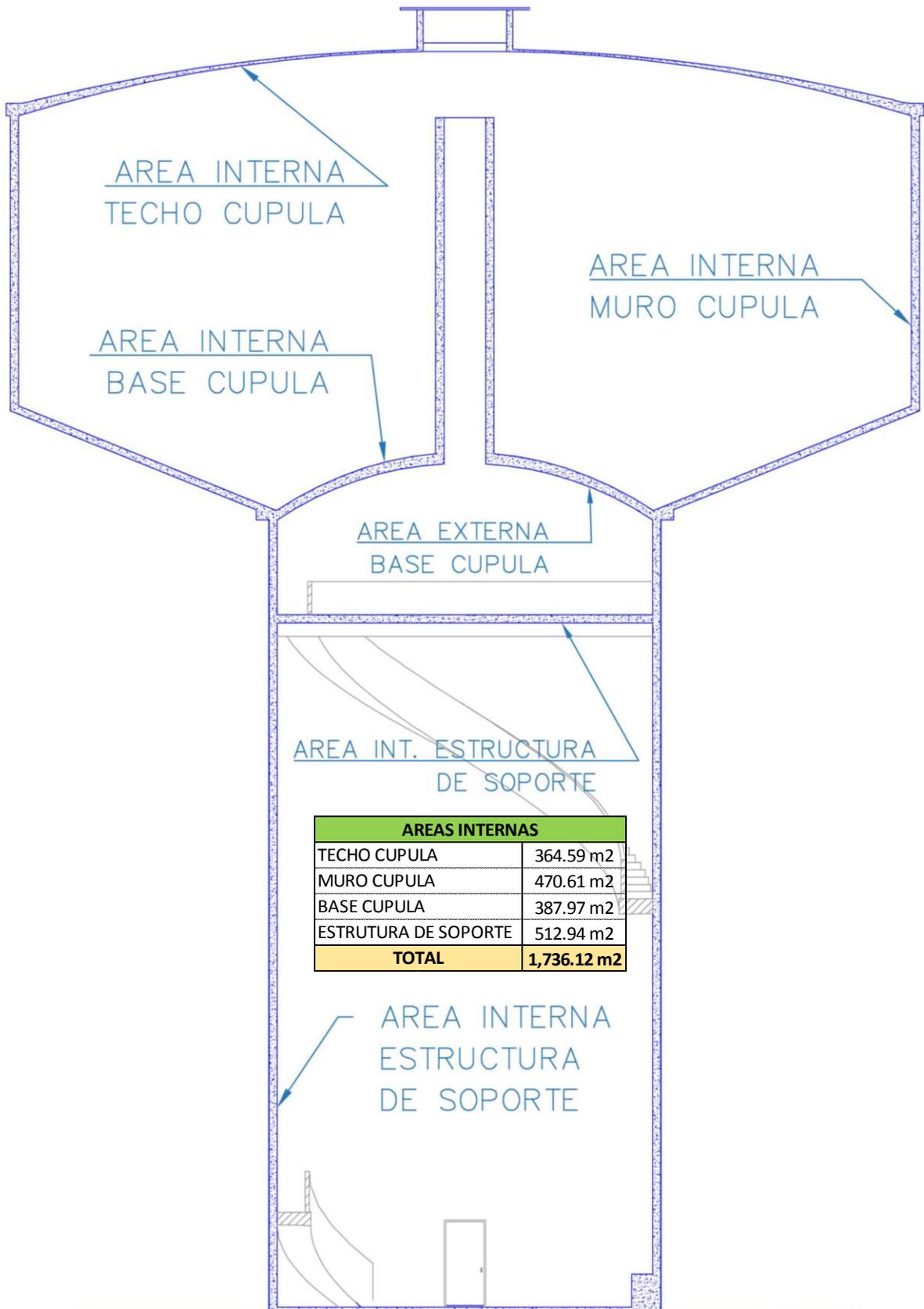
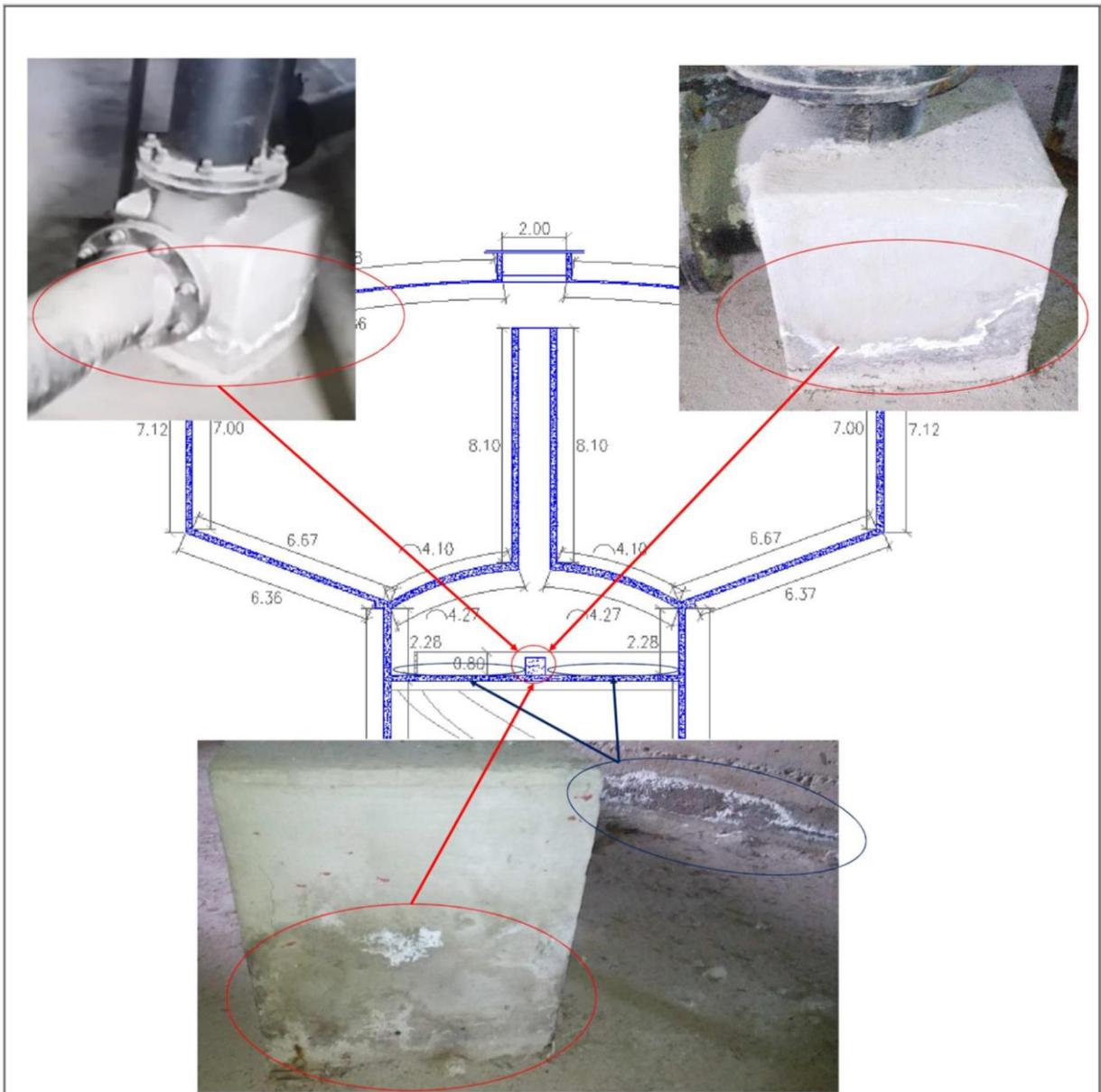


Gráfico N° 29: Plano Áreas Internas De Reservoirio R7-Pachitea
Fuente: Propia



Muestra 3



MUESTRA	3				AREA DE ELEMENTO	M2	512.94
ELEMENTO DE MUESTRA	E.SOPORTE				AREA AFECTADA	M2	5.22
AREA DE ELEMENTO	512.94				AREA NO AFECTADA	%	1.02%
PATOLOGIAS	AREA AFECTADA	AREA NO AFECTADA			SEVERIDAD	%	507.72
	M2	%	M2	%	SEVERIDAD	%	98.98%
(1) Cangrejeras		0.00%	512.94	100.00%	AREA INTERIOR DE ESTRUCTURA DE SOPORTE = 512.94 M2		
(2) Corrosion		0.00%	512.94	100.00%			
(3) Carbonatacion del Concreto		0.00%	512.94	100.00%			
(4) Delaminacion del concreto		0.00%	512.94	100.00%			
(5) Eflorescencia	1.8	0.35%	511.14	99.65%			
(6) Filtracion		0.00%	512.94	100.00%			
(7) Fisura	0.02	0.00%	512.92	100.00%			
(8) Humedad	3.4	0.66%	509.54	99.34%			

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R7 - PACHITEA, CAPACIDAD 2,300 M3 - PIURA, PIURA, ABRIL 2018	 ULADECH UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE	Bachiller : R. Walter Azabache Ríos Asesor : Mg. Carmen Chilon Carrera : Ingeniería Civil Ciudad : Piura
--	--	---

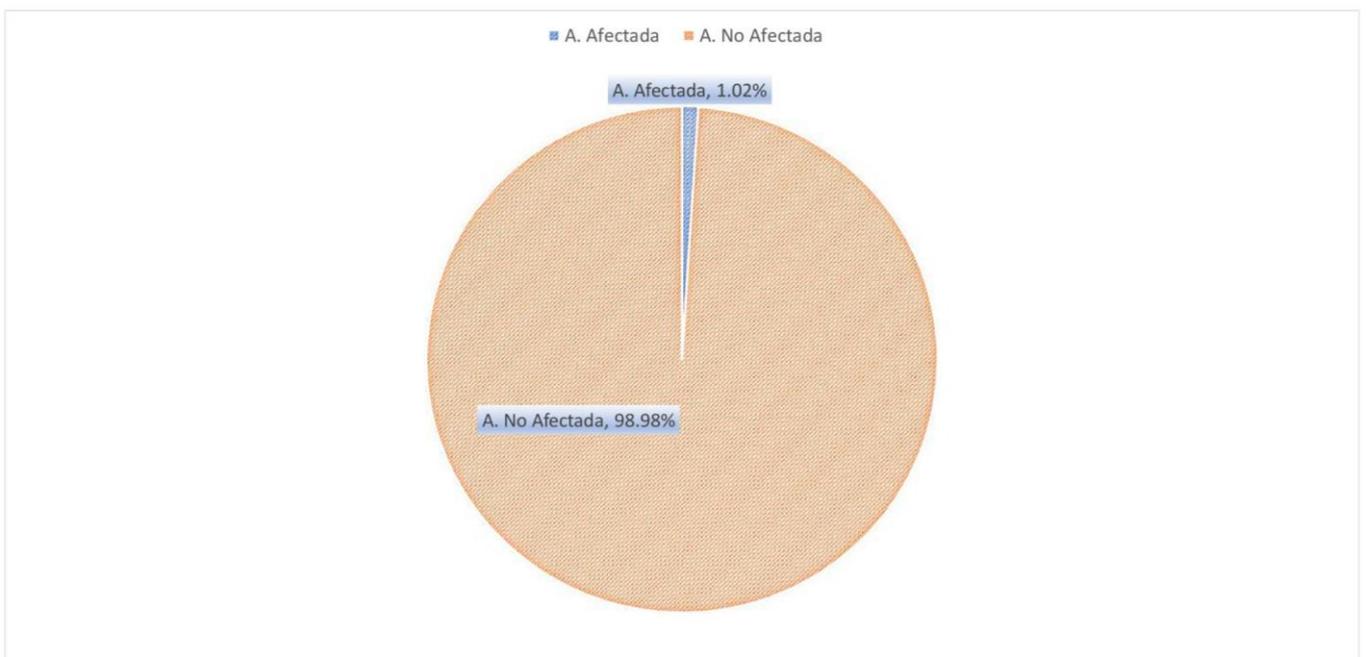
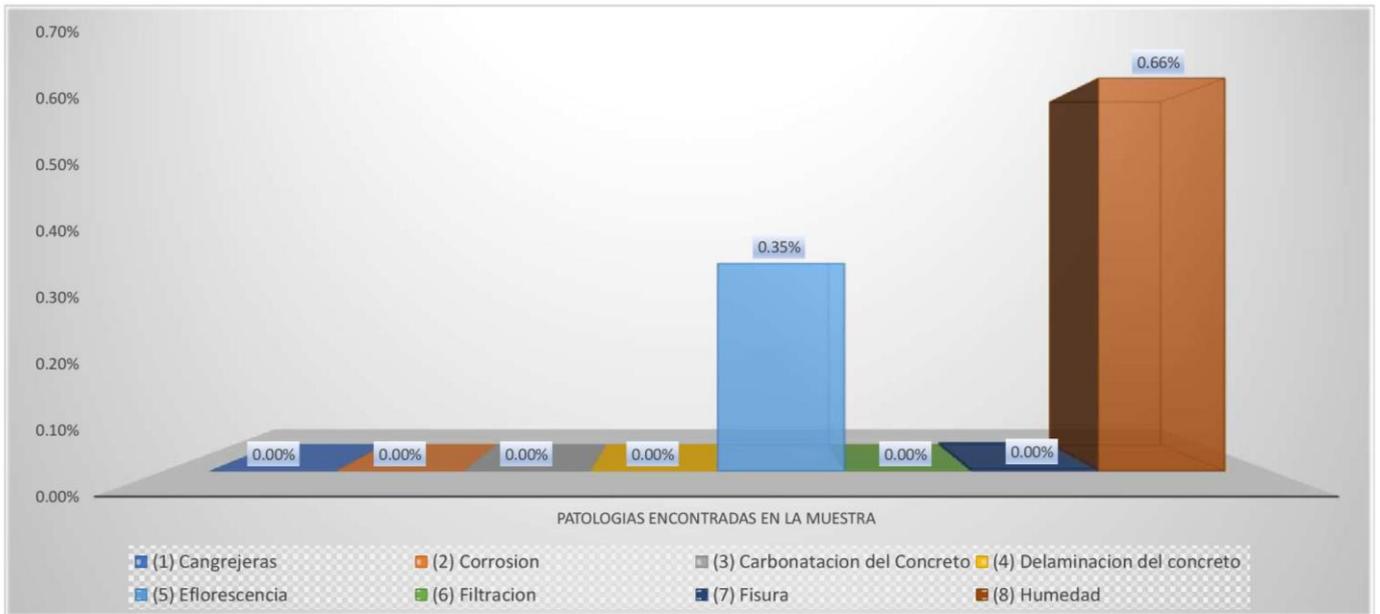
Tabla N° 05: Evaluación de Muestra 3

Fuente: Propia

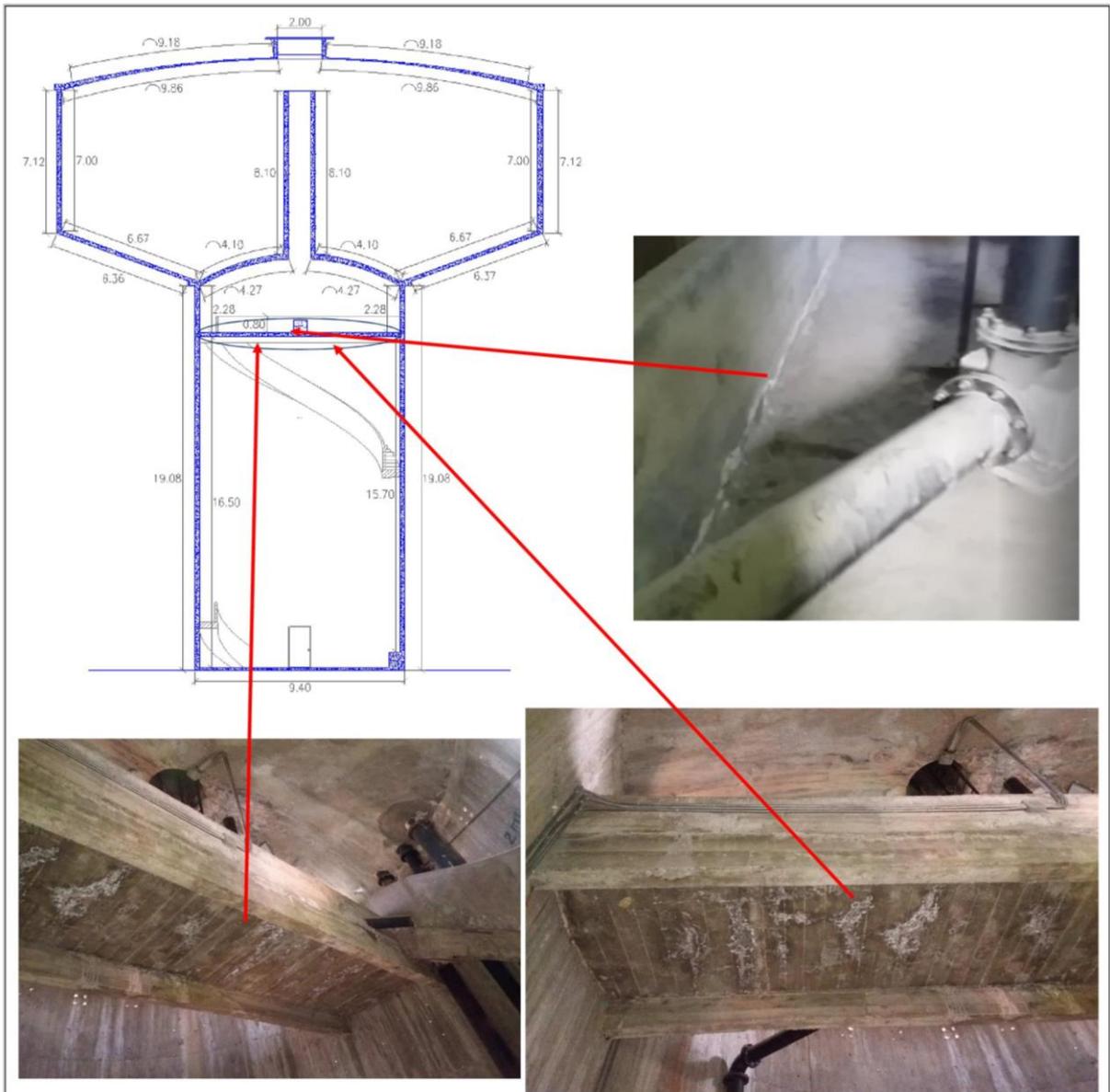
Gráficos para la Muestra N° 3

Gráficos N° 30: % de Patologías y Áreas Afectadas

Fuente: Propia.



Muestra 4



MUESTRA	4				AREA DE ELEMENTO	M2	512.94
ELEMENTO DE MUESTRA	E. SOPORTE				AREA AFECTADA	M2	41.5
AREA DE ELEMENTO	512.94				AREA NO AFECTADA	M2	471.44
PATOLOGIAS	AREA AFECTADA		AREA NO AFECTADA		SEVERIDAD		SEVERIDAD
	M2	%	M2	%			BAJO
(1) Cangrejeras	0.00%		512.94	100.00%			BAJO
(2) Corrosion	0.00%		512.94	100.00%			BAJO
(3) Carbonatacion del Concreto	0.00%		512.94	100.00%			BAJO
(4) Delaminacion del concreto	0.00%		512.94	100.00%			BAJO
(5) Eflorescencia	41.5	8.09%	471.44	91.91%			BAJO
(6) Filtracion	0.00%		512.94	100.00%			BAJO
(7) Fisura	0.00%		512.94	100.00%			BAJO
(8) Humedad	0.00%		512.94	100.00%			BAJO

AREA INTERIOR DE ESTRUCTURA DE SOPORTE = 512.94 M2

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVOIRIO ELEVADO R7 - PACHITEA, CAPACIDAD 2,300 M3 - PIURA, PIURA, ABRIL 2018



Bachiller : R. Walter Azabache Rios
 Asesor : Mg. Carmen Chilon
 Carrera : Ingenieria Civil
 Ciudad : Piura

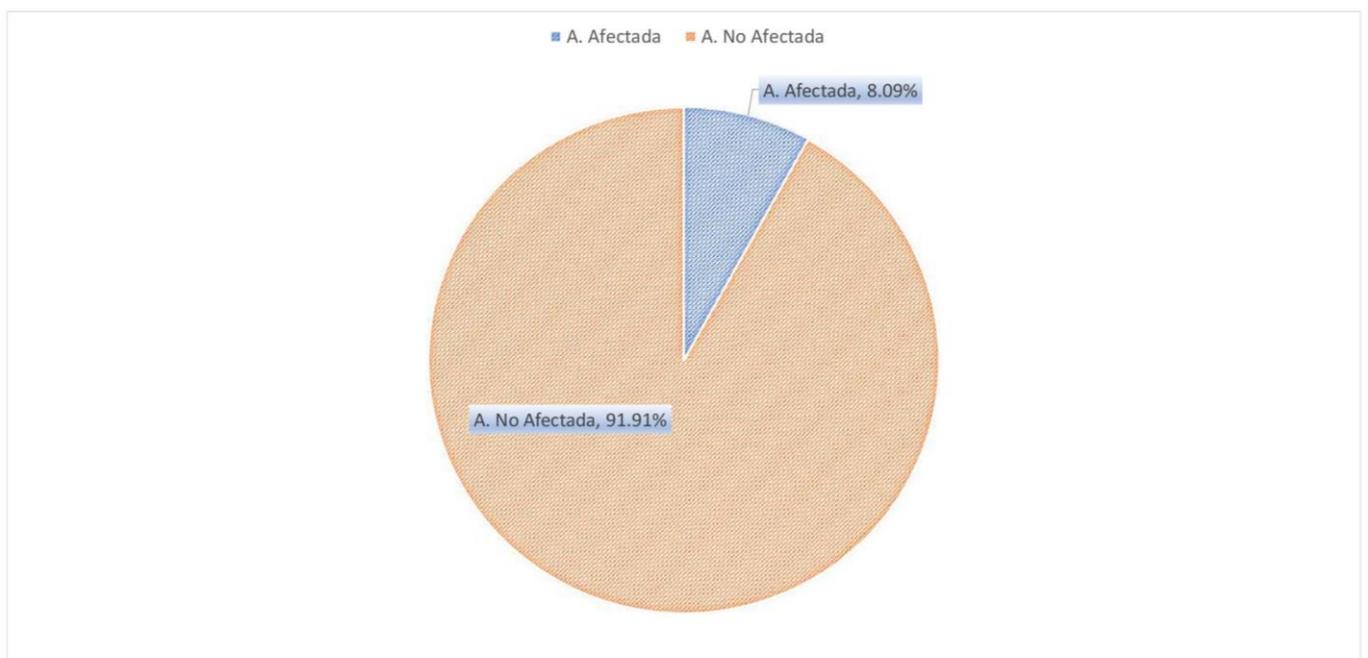
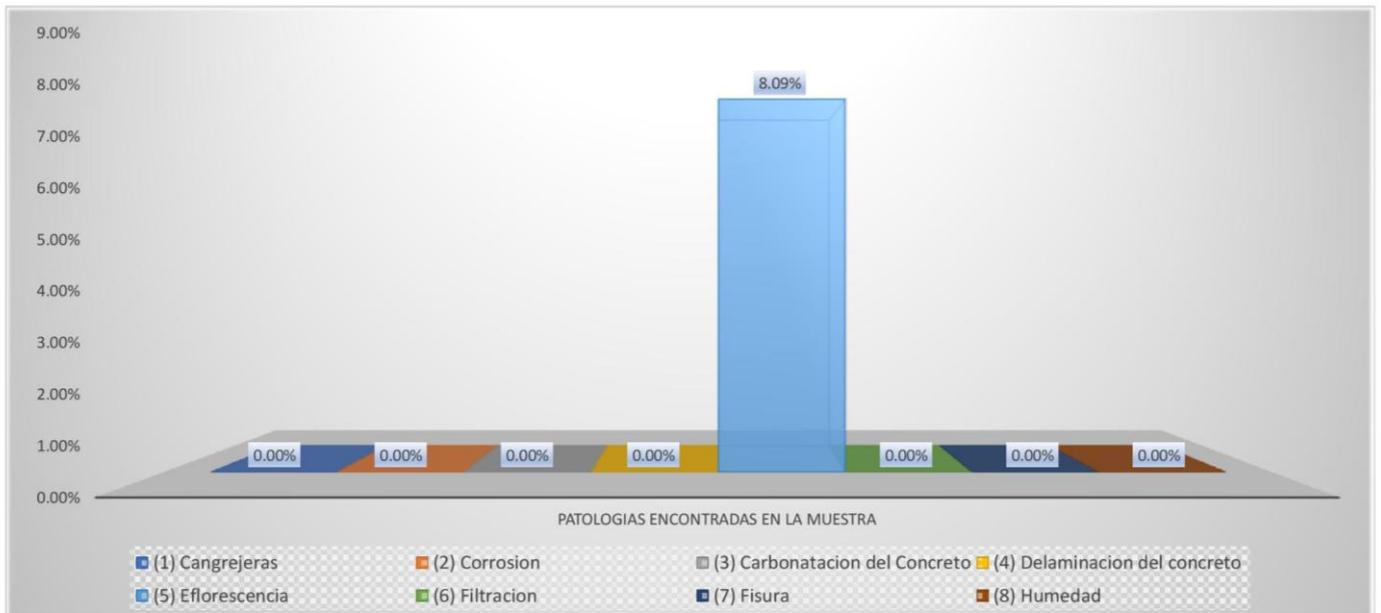
Tabla N° 06: Evaluación de Muestra 4

Fuente: Propia

Gráficos para la Muestra N° 4

Gráficos N° 31: % de Patologías y Áreas Afectadas

Fuente: Propia.



Muestra 5

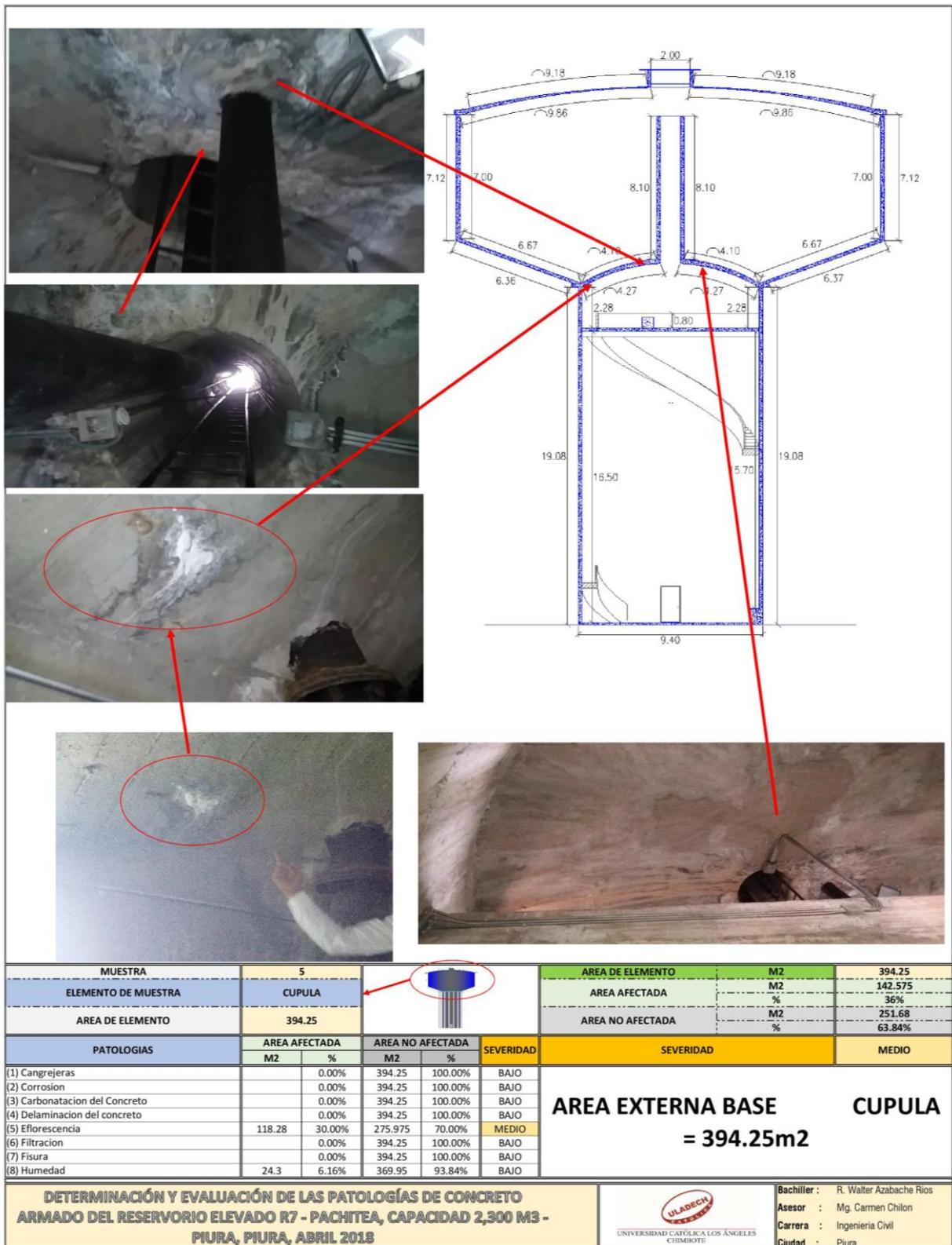


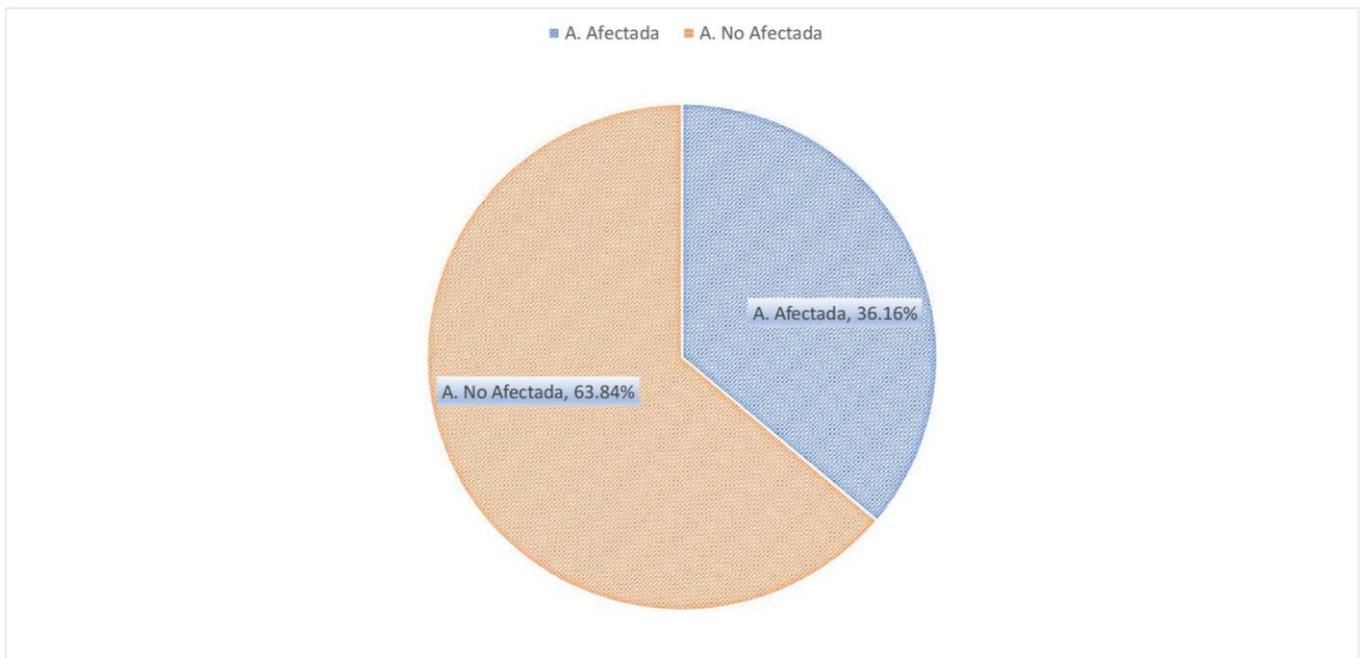
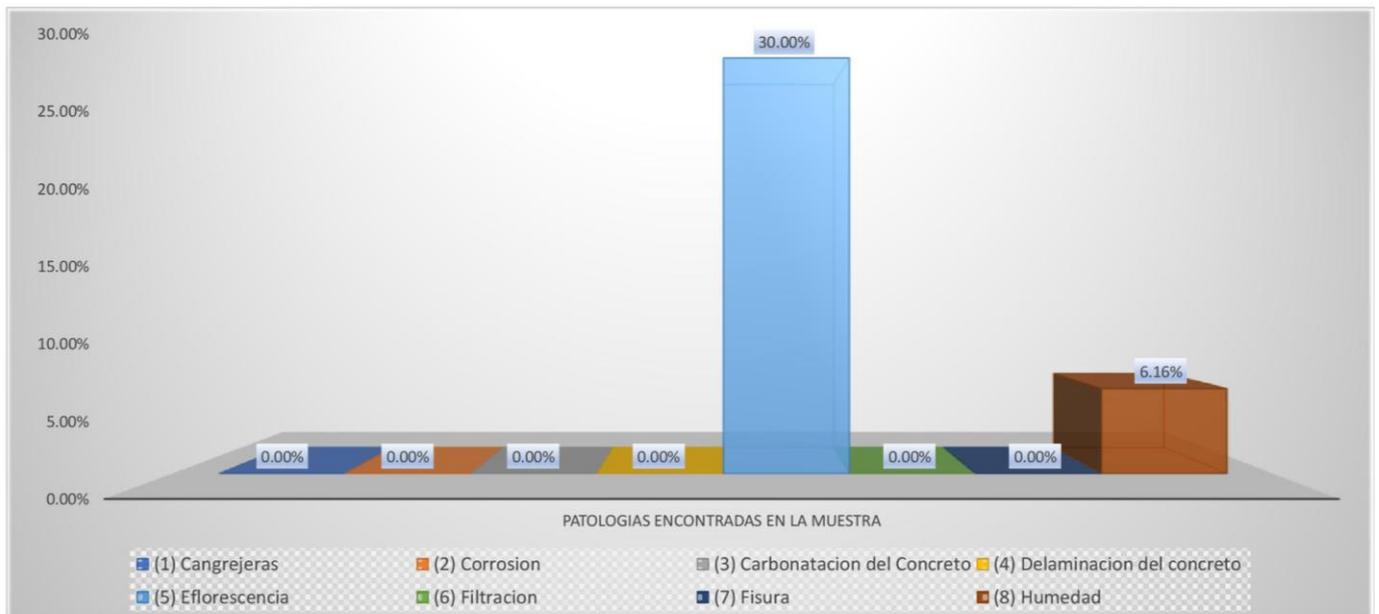
Tabla N° 07: Evaluación de Muestra 5

Fuente: Propia

Gráficos para la Muestra N° 5

Gráficos N° 32: % de Patologías y Áreas Afectadas

Fuente: Propia.



Muestra 6

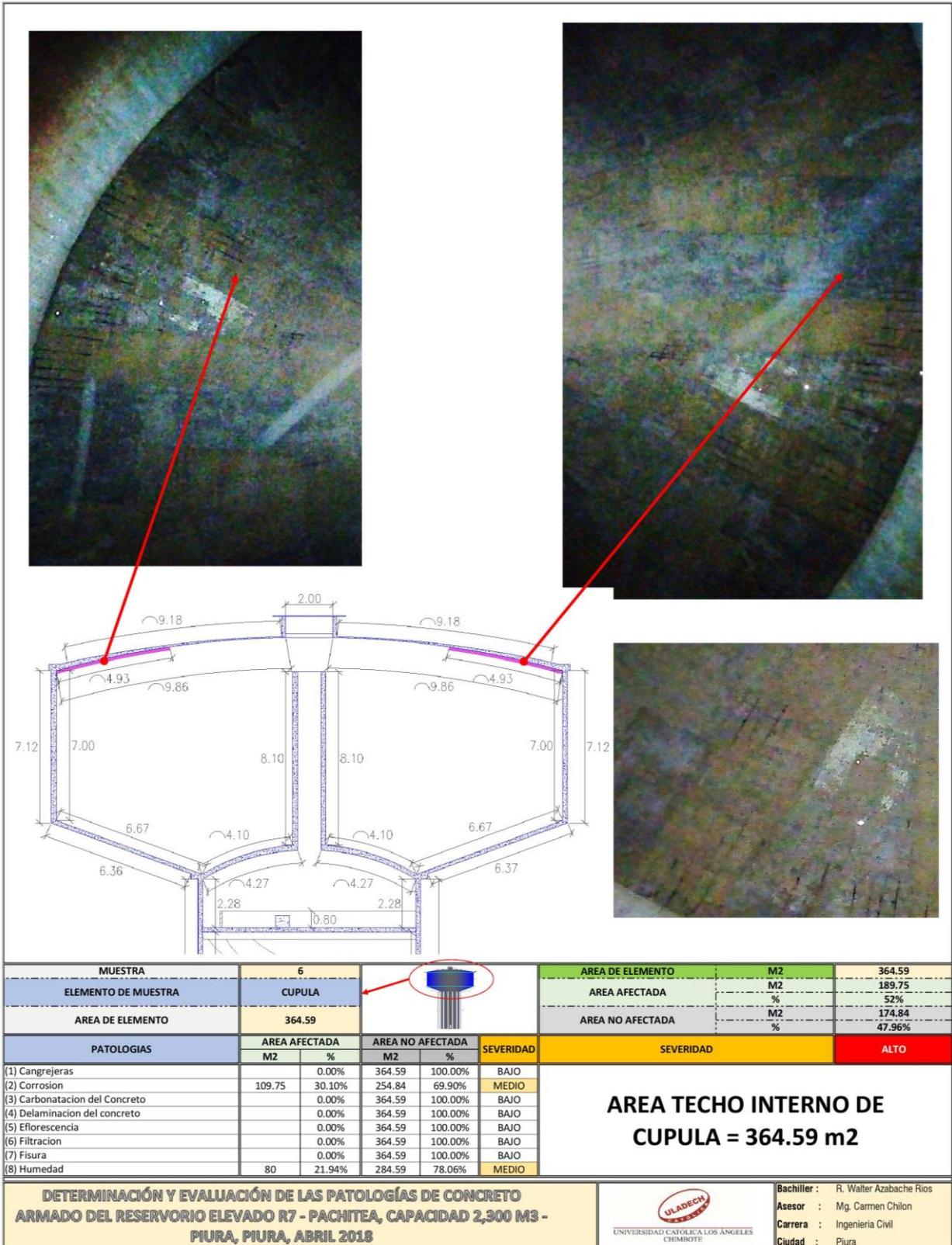


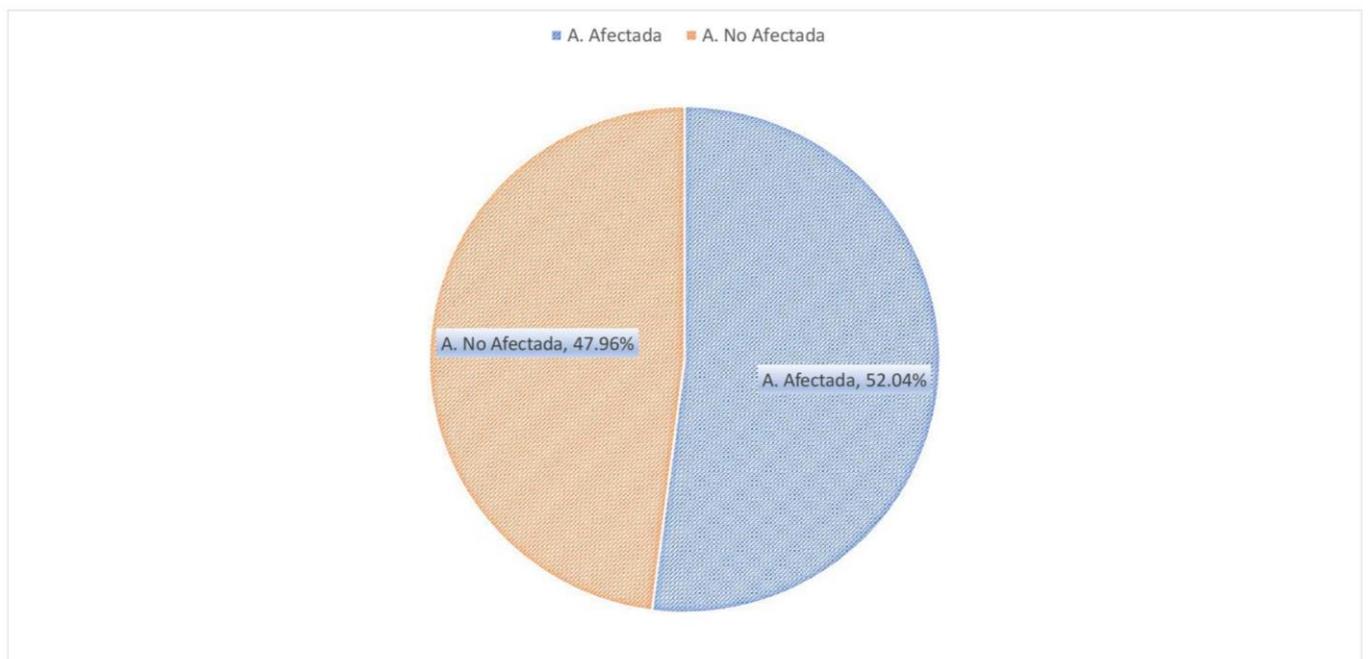
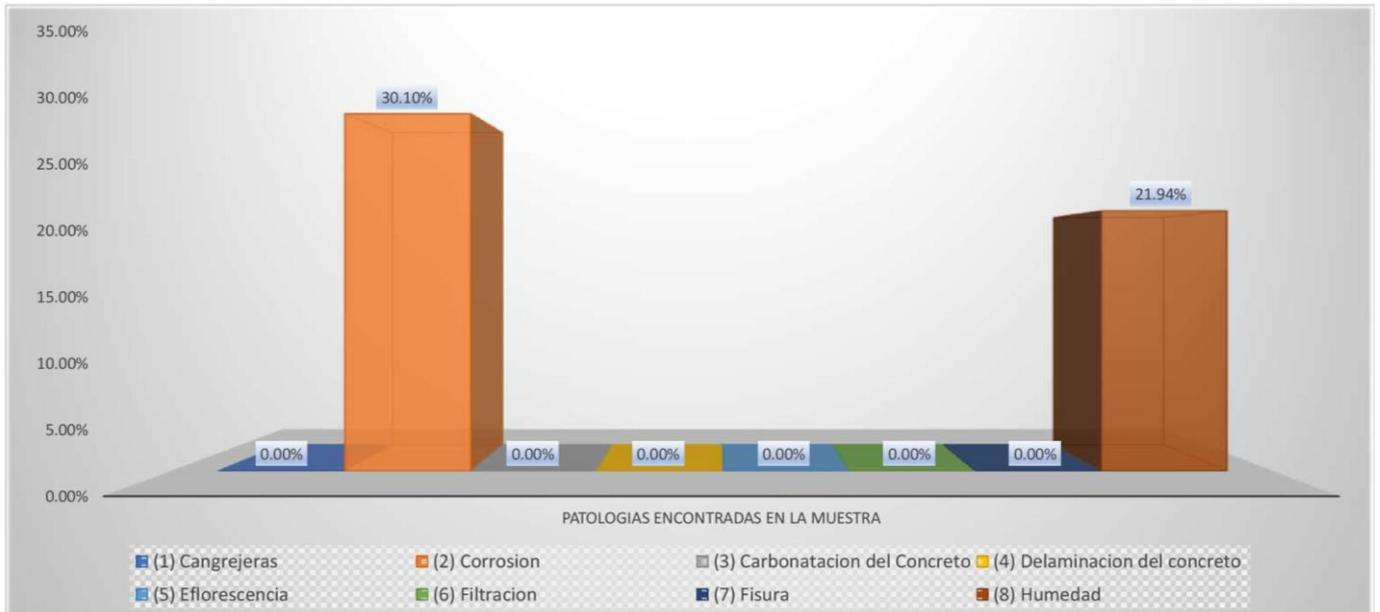
Tabla N° 08: Evaluación de Muestra 6

Fuente: Propia

Gráficos para la Muestra N° 6

Gráficos N° 33: % de Patologías y Áreas Afectadas

Fuente: Propia.



Muestra 7

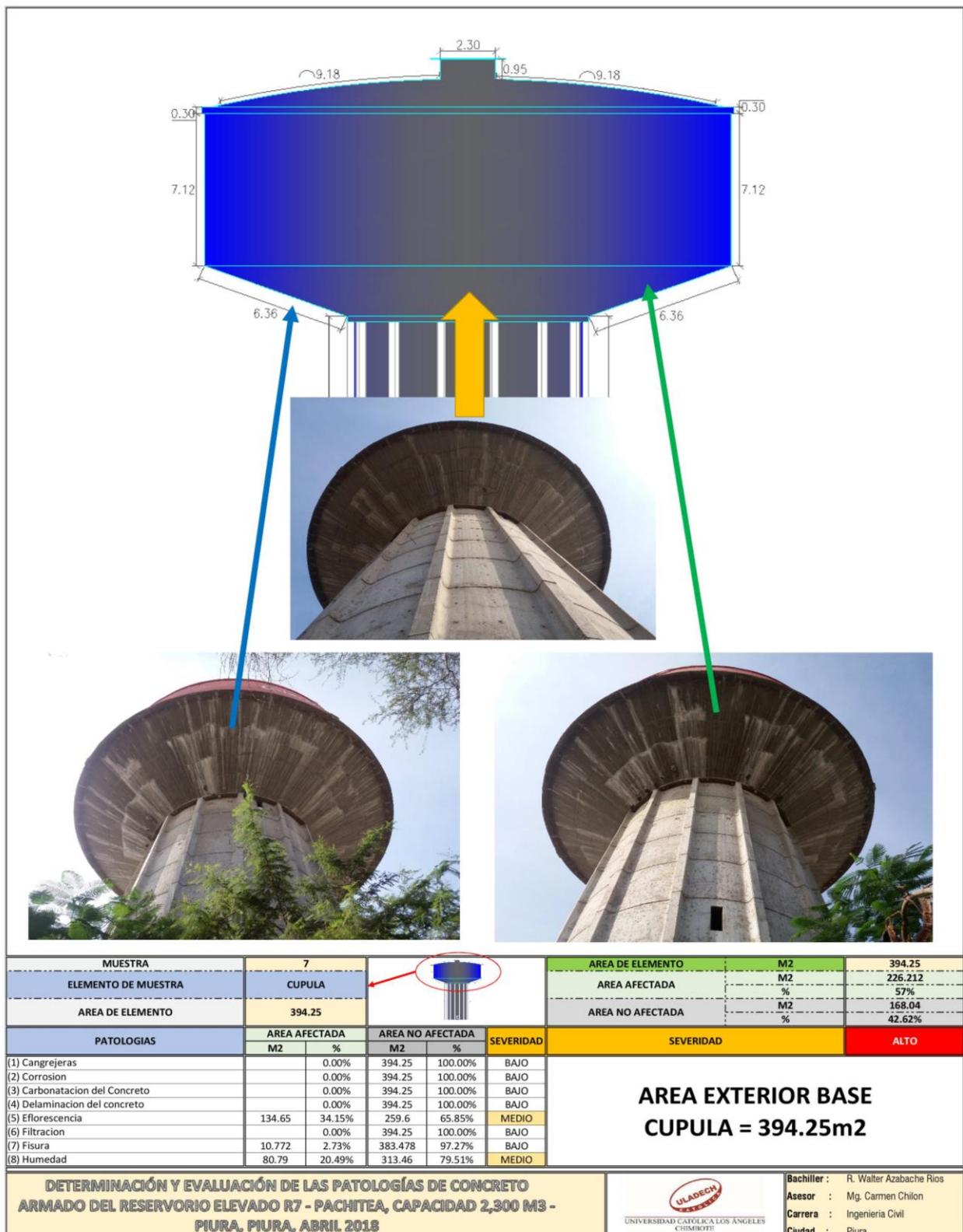


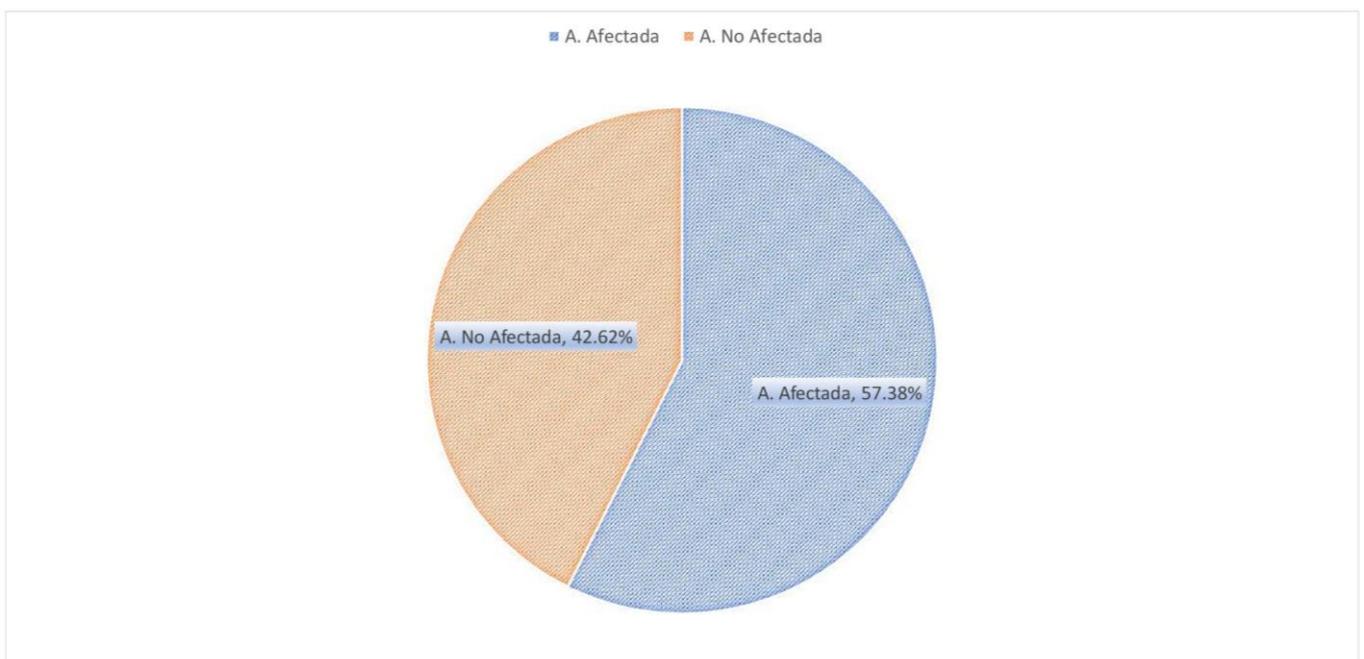
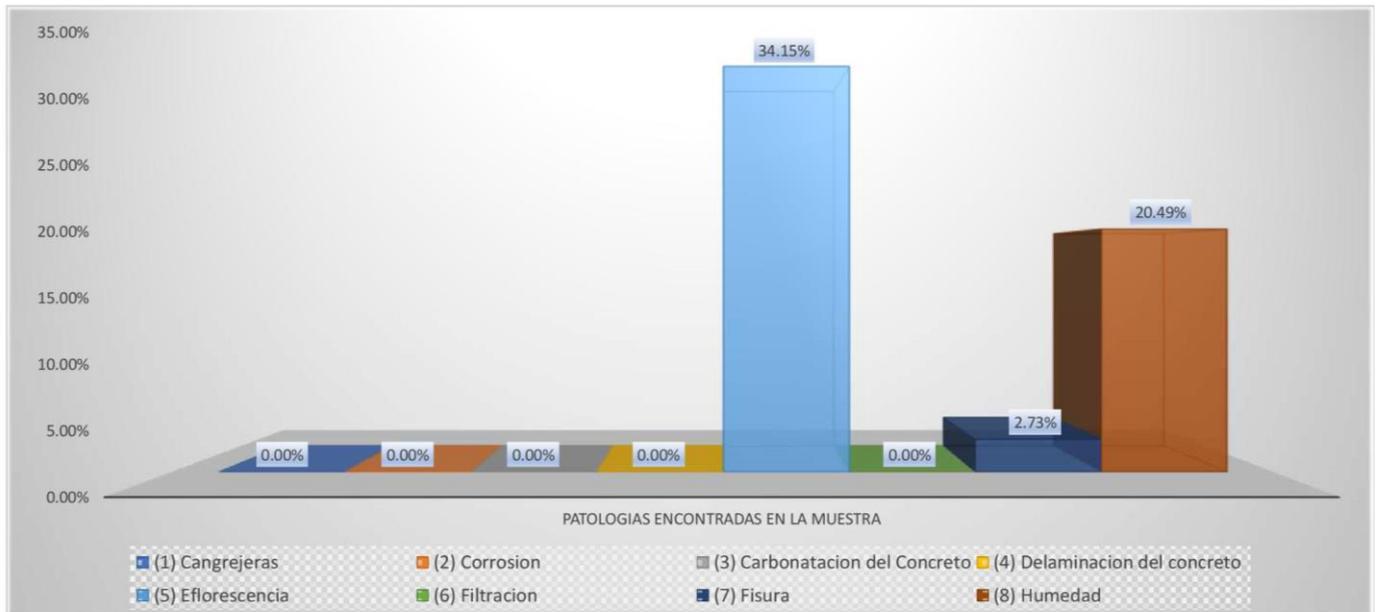
Tabla N° 09: Evaluación de Muestra 7

Fuente: Propia

Gráficos para la Muestra N° 7

Gráficos N° 34: % de Patologías y Áreas Afectadas

Fuente: Propia.



RESUMEN

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R7 - PACHITEA, CAPACIDAD 2,300 M3 - PIURA, PIURA, ABRIL 2018	 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE	Bachiller : R. Walter Azabache Rios Asesor : Mg. Carmen Chilon Carrera : Ingeniería Civil Ciudad : Piura
--	---	---

PATOLOGIAS	AREA AFECTADA				AREA NO AFECTADA				SEVERIDAD	
	ESTRUC. DE SOPORTE		CUPULA		ESTRUC. DE SOPORTE		CUPULA		ESTRUC. SOPORTE	CUPULA
	M2	%	M2	%	M2	%	M2	%		
(1) Cangrejeras	1.261	0.12%	0.00	0.00%	1,073.15	99.88%	2,544.05	100.00%	BAJO	BAJO
(2) Corrosion	0	0.00%	109.75	4.31%	1,074.41	100.00%	2434.303	95.69%	BAJO	BAJO
(3) Carbonatacion del Concreto	0	0.00%	0.00	0.00%	1,074.41	100.00%	2544.053	100.00%	BAJO	BAJO
(4) Delaminacion del Concreto	0	0.00%	0.00	0.00%	1,074.41	100.00%	2544.053	100.00%	BAJO	BAJO
(5) Eflorescencia	43.3	4.03%	252.93	9.94%	1,031.11	95.97%	2291.128	90.06%	BAJO	BAJO
(6) Filtracion	0	0.00%	0.00	0.00%	1,074.41	100.00%	2544.053	100.00%	BAJO	BAJO
(7) Fisura	1.07	0.10%	10.77	0.42%	1,073.34	99.90%	2533.281	99.58%	BAJO	BAJO
(8) Humedad	3.4	0.32%	185.09	7.28%	1,071.01	99.68%	2358.963	92.72%	BAJO	BAJO

AREA TOTAL DE LA ESTRUCTURA DEL RESERVORIO	
ESTRUCTURA DE SOPORTE	1,074.41 m2
CUPULA	2,544.05 m2

AREA TOTAL DE ESTRUCTURA	3,618.46 m2
AREA TOTAL AFECTADA	607.57
AREA TOTAL NO AFECTADA	3,010.89
% AFECTADO	16.79%
% NO AFECTADA	83.21%
SEVERIDAD	MEDIO

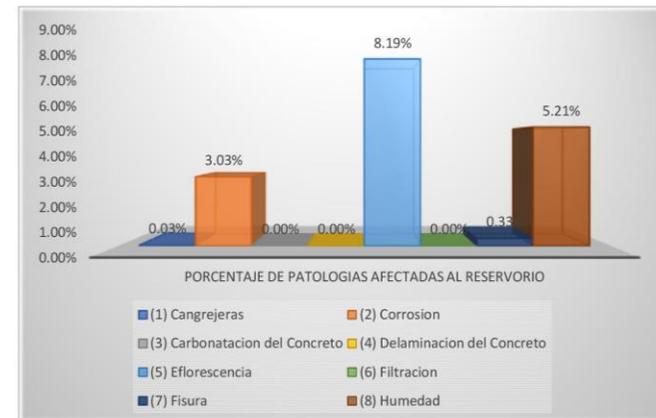
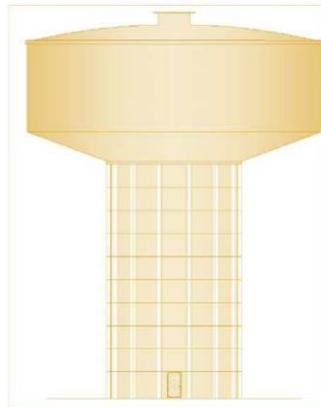
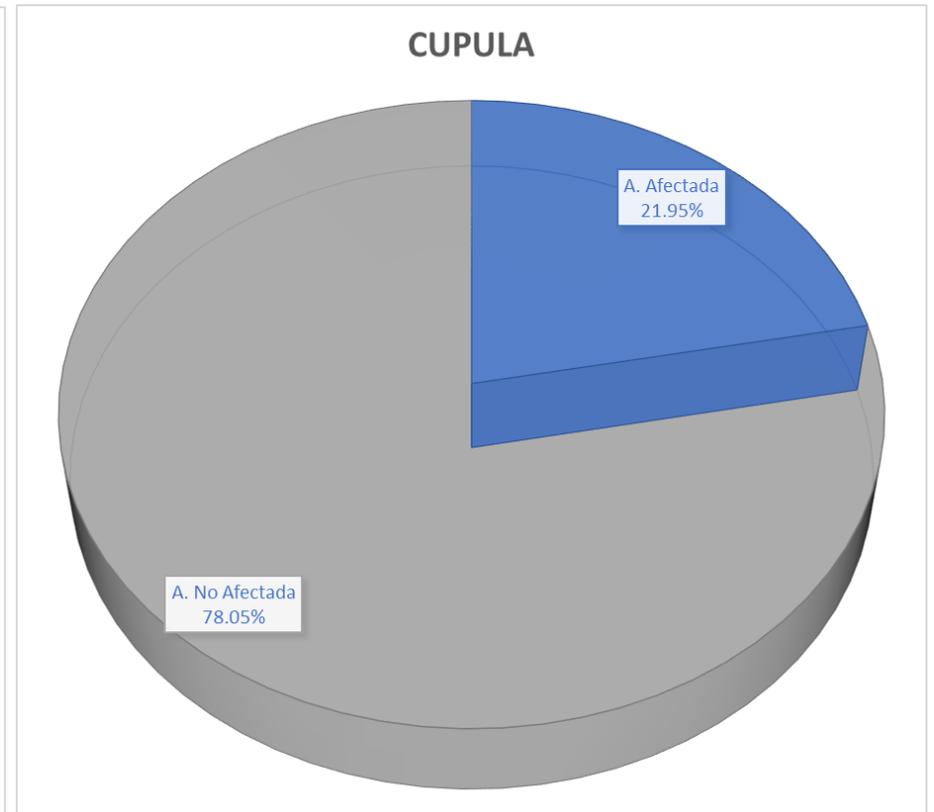


Tabla N°10: Resumen de Muestras

Fuente: Propia

Gráficos N°35: Resumen del Área Afectada

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R7 - PACHITEA, CAPACIDAD 2,300 M3 - PIURA, PIURA, ABRIL 2018			Bachiller : R. Walter Azabache Rios
			Asesor : Mg. Carmen Chilon
			Carrera : Ingeniería Civil
			Ciudad : Piura



Fuente: Propia

4.2. ANALISIS DEL RESULTADO

Para los resultados se dividió la estructura en dos partes, la primera sería la “Estructura de Soporte” y la segunda sería la “Cupula”

No se logró obtener el 100% de muestras de la estructura, solo se logró analizar a un 30% de la estructura aproximadamente.

En la “**Estructura de Soporte**” se tomaron algunas muestras hasta donde se obtuvo alcance, tanto internas como externas, pero no en su totalidad, logrando obtener la siguiente información:

- **Eflorescencia: 4.03%** (Patología con mayor % que Afecta a la estructura)
- **Cangrejas: 0.12%**
- **Humedad: 0.32%**
- **Fisuras: 0.10%**

En la “**Cupula**” se obtuvieron algunas muestras no en su totalidad, dentro y fuera de la cupula, pero de las muestras obtenidas, se logró identificar lo siguiente.

- **Eflorescencia: 9.94%** (Patología con mayor % que Afecta a la estructura)
- **Humedad: 7.28%**
- **Corrosión: 4.31%**
- **Fisura: 0.42%**

Estas muestras siendo obtenidas al 30% de Aproximación nos genera un grado de **Severidad Medio**, siendo la “**Cupula**” la estructura más afectada, probablemente como no se logró obtener acceso total a la Cupula, se podría llegar a encontrar mayor área afectada con los distintos Tipos de patologías, generando probablemente un grado de severidad mayor.

V. CONCLUSIONES

5.1 ASPECTOS COMPLEMENTARIOS

5.1.1. CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis obtenido por la en las muestras tomadas del Reservoirio Elevado R-7, Pachitea, Piura, Piura, concluimos lo siguiente:

- Se logro obtener de las muestras que el área afectada de la “Estructura de Soporte” es 0.22% y que la “Cupula” se encuentra con 21.95% que presentan patologías que afectan a la estructura, estos datos son obtenidos al 30% de muestras que se lograron obtener pese a la dificultad del caso para obtenerlas.
- Se encontraron en la estructura, las siguientes patologías:
 - a) Eflorescencia del concreto: con 9.94% en “Cupula” y 4.03% “E. Soporte”.
 - b) Humedad: 7.28% en “Cupula” y 0.32% en “E. Soporte”.
 - c) Corrosión; 4.31% de afectación en “Cupula”.
 - d) Fisuras: con 0.42% de afectación “Cupula” y 0.10% “E. Soporte”.
 - e) Cangrejeras: con 0.12% de afectación en “E. Soporte”.
- Concluyendo que el grado de severidad total de la estructura con las muestras obtenidas, nos dan a conocer un nivel de **Severidad Medio**, para lo cual probablemente por las dificultades obtenidas

para conseguir más muestras, se podría encontrar mayor área afectada, la cual nos indicaría un nivel de severidad mayor.

5.1.2. RECOMENDACIONES

- Realizar mantenimiento preventivo al presente reservorio, como fue de nuestro conocimiento que en la “**Cupula**” existe la mayor cantidad de patologías, por ser esta de almacenamiento de agua, se debe prevenir que las patologías existentes y las que no se lograron obtener por la dificultad del caso, lleguen a afectar a la estructura en un futuro.
- Se recomienda que para los casos donde aparezca Eflorescencia, un paso antes de eliminarla es el de dejar que sequen, luego buscar las causas y origen de las sales, a su vez eliminamos el foco de humedad se puede empezar así su tratamiento, ya sea con agua a presión luego dejar que seque o utilizar un limpiador de ácido Clorhídrico.
- Para el resto de las patologías existentes se recomienda resanar, picar y reparar estas, para que evitemos posibles deterioros de mayor alcance.
- Cabe recalcar que toda estructura debe ser elaborada con un correcto diseño, y conocimiento del proceso constructivo de esta, para evitar posibles problemas en las estructuras a construir.

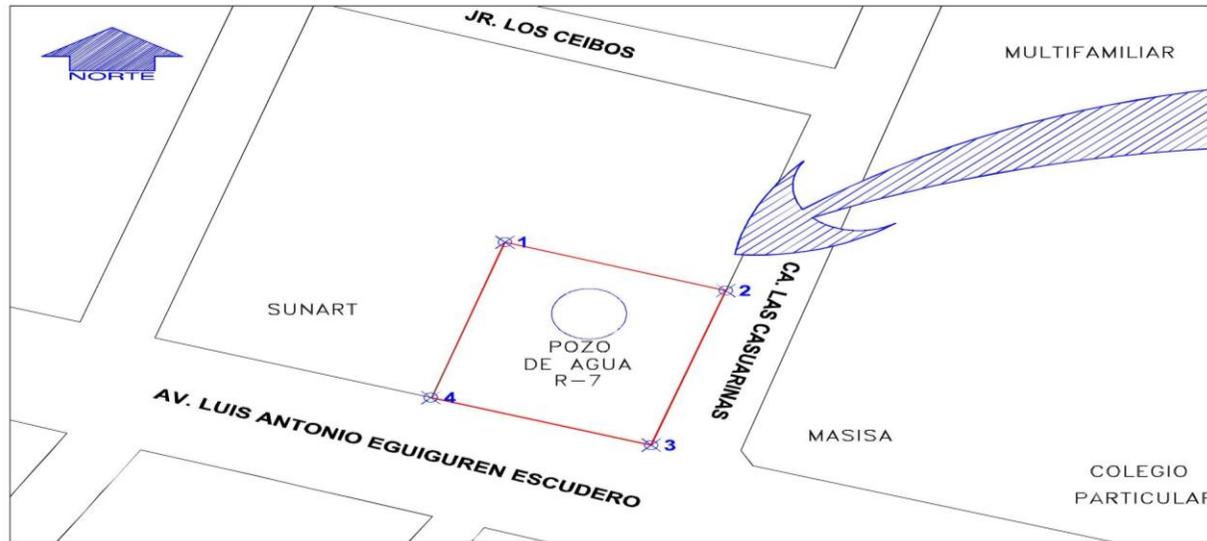
5.2. REFERENCIAS

1. **Flores S. Roberto (2005)** EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ESTRUCTURAL DEL TANQUE ELEVADO DE AGUA INDUSTRIAL Y POTABLE DE SIDOR UBICADO EN MATANZAS, ESTADO BOLÍVAR
<http://ri.bib.udo.edu.ve/handle/123456789/1505?mode=full>
2. **Parra V. Carlos (2016)** ESTUDIO PATOLÓGICO TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE
<http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10069/Parra2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. **Barrea C. Juan (2017)** DIAGNOSTICO, PATOLOGÍA E INTERVENCIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE ACUEDUCTO INTERVEREDAL DEL MUNICIPIO DE TÁMARA DEPARTAMENTO DE CASANARE
<http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10166/Barrerajuan2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
4. **Tejada D. Luis (2015)** DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO DE LOS RESERVORIOS APOYADOS DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE AREQUIPA DENOMINADOS R-2 Y R-10 A CARGO DE LA E.P.S. SEDAPAR S.A., PROVINCIA DE AREQUIPA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
<https://mail.google.com/mail/u/1/#inbox/1637f6a40fc457b6?projector=1&messagePartId=0.2>

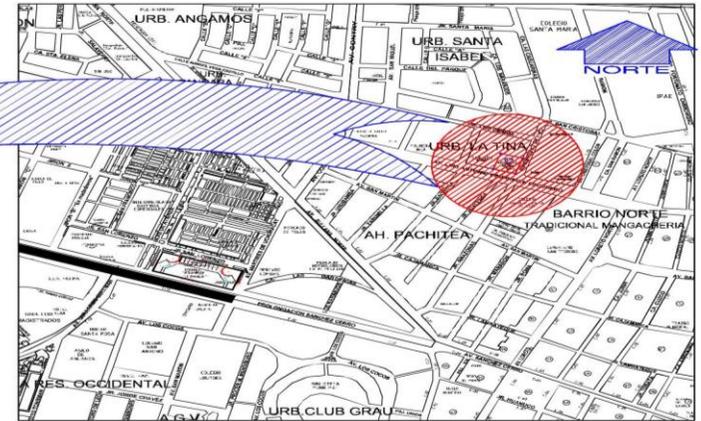
5. **Infante M. Danny (2017)** ANÁLISIS PATOLÓGICO DEL RESERVORIO DE CONCRETO ARMADO R4 DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1004>
6. **Chimoy A. Edwin (2016)** DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO REFORZADO DEL RESERVORIO APOYADO CIRCULAR SAN BARTOLO
<http://revistas.uladech.edu.pe/index.php/increscendoingenieria/article/view/1450>
7. **EL Arenal EPS GRAU S.A (2015)** EVALUACION, ANALISIS Y DIAGNOSTICO DE LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE- EL ARENAL
<http://www.epsgrau.com.pe/webpage/controlador/archivos/3807.pdf>
8. **Reyes S. Edwin, Franco A. Ángel, (2011)** RESERVORIOS
<https://mail.google.com/mail/u/1/#inbox/163809f549541c78?projector=1&messagePartId=0.2>
9. **Aguilar T. Royer (2015)** RESERVORIOS ELEVADOS Y APOYADOS
<https://es.scribd.com/document/262954426/reservorios-elevados-y-apoyados>
10. **Larry Masters (2013)** CAUSAS DE DAÑOS EN EL CONCRETO
<https://es.slideshare.net/SergioPap/patologia-del-concreto-causas-de-daos-en-el-concreto>
11. **National Ready Mixed Concrete Association (US) (2015)** CIP 25 - CORROSION DEL ACERO EN EL CONCRETO
<https://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/CIP25es.pdf>

ANEXOS

ANEXO N° 01 : Plano de Ubicación y Localización Reservoirio R-7



UBICACIÓN
ESC: 1/1,000



LOCALIZACIÓN
ESC: 1/10,000

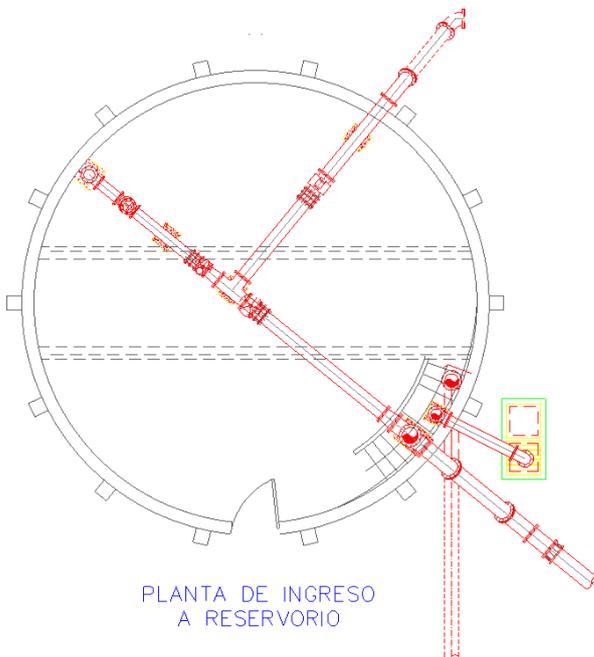
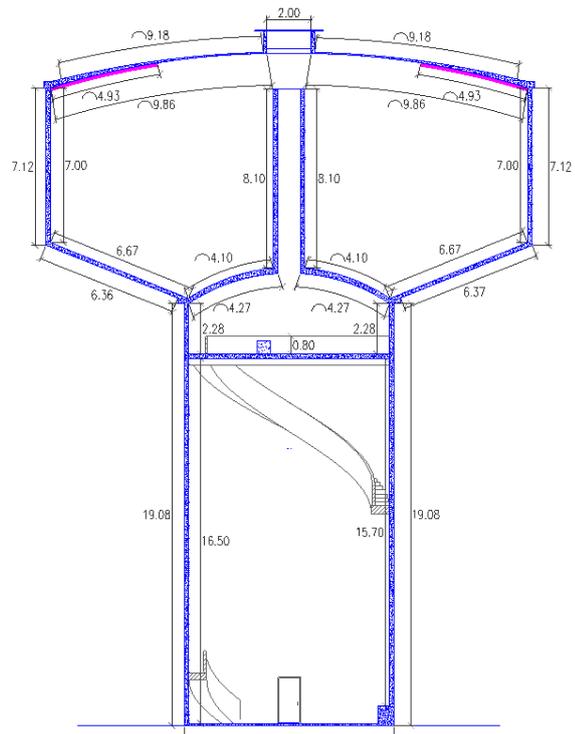
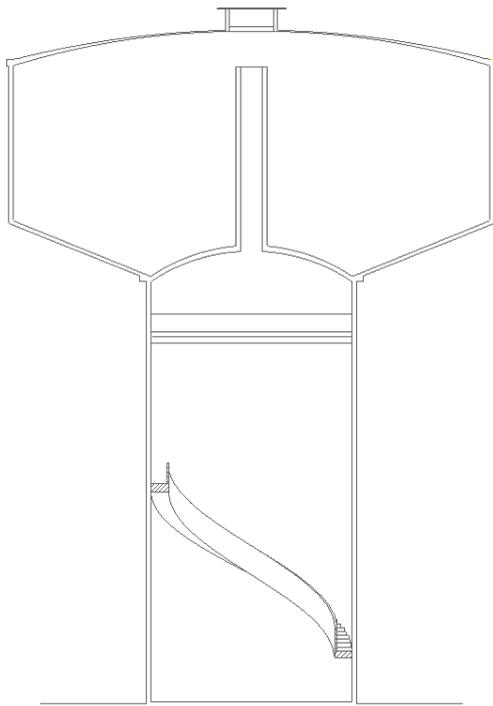


RESERVIORIO R11 – PACHITEA
ESC: S/E

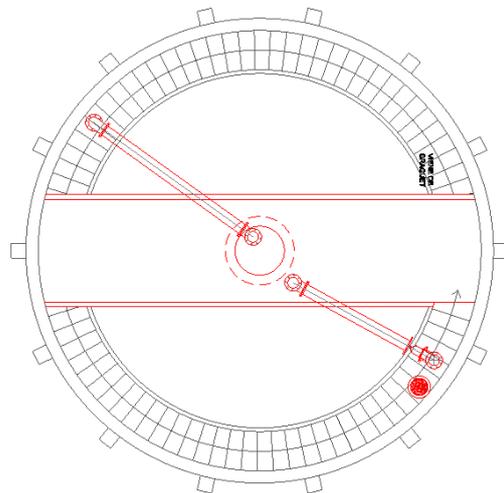
CUADRO DE COORDENADAS UTM WGS84		
PUNTO	NORTE	ESTE
1	9,427,058.404	541,375.865
2	9,427,045.007	541,417.303
3	9,427,002.139	541,403.293
4	9,427,015.333	541,361.940

TÍTULO : DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVIORIO ELEVADO R7 – PACHITEA, CAPACIDAD 2,300 M ³			UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE
UBICACIÓN DEPARTAMENTO : PIURA PROVINCIA : PIURA DISTRITO : PIURA			
PLANO : UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN		LÁMINA : U-01	
ELABORADO POR : BACH. ROBERTO WALTER AZABACHE RIOS		REVISADO POR :	
ESCALA : INDICADA		AÑO : 2018	

ANEXO N° 02 : Planos de reservorio elevado R-7



PLANTA DE INGRESO
A RESERVORIO



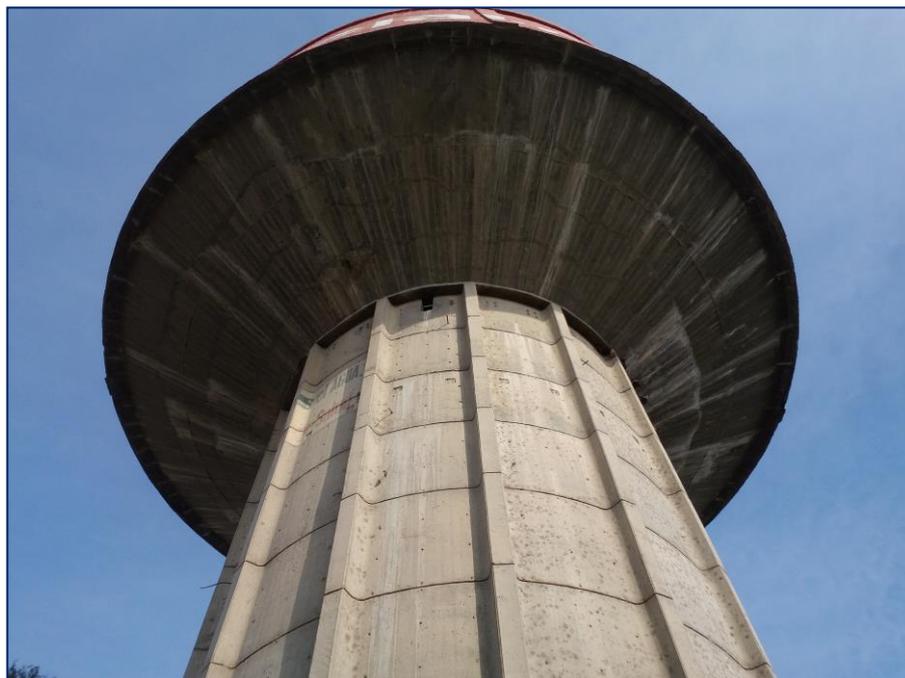
PLANTA DE TUBERIA
A CUPULA

ANEXO N° 03 : Fotografía externa del reservorio elevado R-7



INSPECCIÓN DE ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL RESERVORIO R7 - PACHITEA

ANEXO N° 04 : Fotografía externa e identificación de patología



RESERVORIO ELEVADO R7 – PACHITEA, PIURA, PIURA – CAPACIDAD 2,300m3

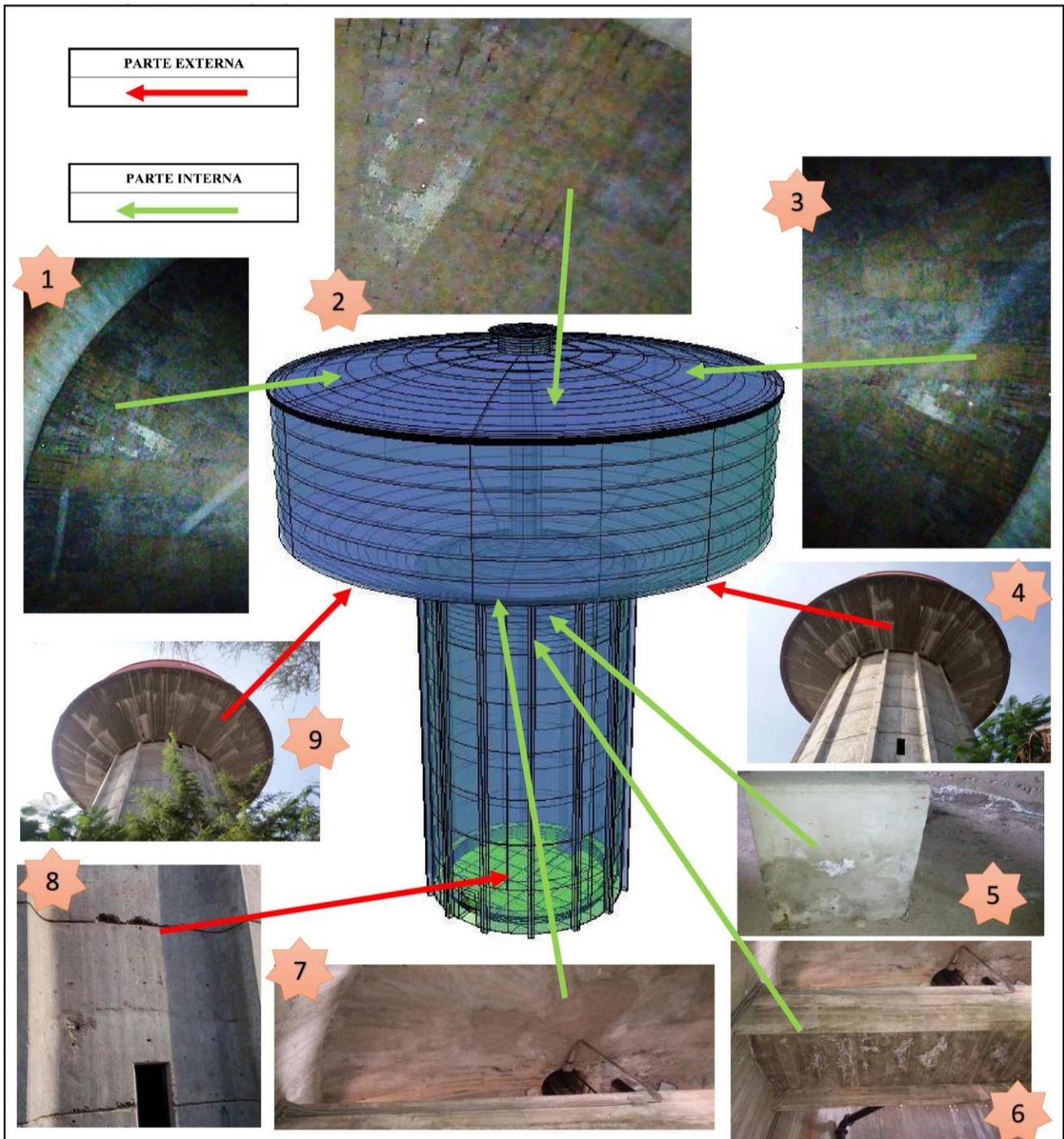


IDENTIFICACION DE PATOLOGIAS EN CUPULA DEL RESERVORIO R7 - PACHITEA

ANEXO N° 05: Hoja de muestra

MUESTRA					
ELEMENTO DE MUESTRA		CUPULA			
AREA DE ELEMENTO		AREA DE ELEMENTO			
AREA AFECTADA		AREA AFECTADA		AREA NO AFECTADA	
M2		M2		M2	
%		%		%	
PATOLOGIAS		PATOLOGIAS		SEVERIDAD	
M2		M2		SEVERIDAD	
%		%		BAJO	
(1) Cangrejeras					
(2) Corrosion					
(3) Carbonatacion del Concreto					
(4) Delaminacion del concreto					
(5) Eflorescencia					
(6) Filtracion					
(7) Fisura					
(8) Humedad					
DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R7 - PACHITEA, CAPACIDAD 2,300 M3 - PIURA, PIURA, ABRIL 2018					
				Bachiller : R. Walter Azabache Rios Asesor : Mg. Carmen Chilon Carrera : Ingenieria Civil Ciudad : Piura	

ANEXO N° 06: Plano general de ubicación de patología



DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R7 - PACHITEA, CAPACIDAD 2,300 M3 - PIURA, PIURA, ABRIL 2018		 <small>UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES CHIMBOTE</small>	Bachiller : R. Walter Azabache Rios Asesor : Mg. Carmen Chilon Carrera : Ingenieria Civil Ciudad : Piura
(1)	CORROSION EN PARTE INTERNA DEL TECHO DE LA CUPULA	(8)	CANGREJERA Y EXPOSICION DEL ACERO, EN LA PARTES EXTERIOR DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE
(2)	CORROSION EN PARTE INTERNA DEL TECHO DE LA CUPULA	(9)	EFLORESCENCIA DEL CONCRETO EN LA PARTE EXTERIOR DE LA CUPULA
(3)	CORROSION EN PARTE INTERNA DEL TECHO DE LA CUPULA		
(4)	EFLORESCENCIA DEL CONCRETO EN LA PARTE EXTERIOR DE LA CUPULA		
(5)	EFLORESCENCIA DEL CONCRETO EN LA PARTE INTERNA DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE		
(6)	EFLORESCENCIA DEL CONCRETO EN LA PARTE INTERNA DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE		
(7)	EFLORESCENCIA Y HUMEDAD EN LA PARTE EXTERNA DE LA BASE DE LA CUPULA		