



---

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 R11 - MIRAFLORES, CAPACIDAD

700M<sup>3</sup> - CASTILLA, PIURA, ABRIL 2018

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

**AUTOR:**

BACH. KAREN ROSILLO CALDERÓN PAREDES.

**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 r11 - Miraflores, capacidad 700m<sup>3</sup> - Castilla, 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/ dedicatoria.**

#### **AGRADECIMIENTO**

En el presente proyecto agradezco a Dios por darme la oportunidad de este paso relevante en mi vida.

A mi familia por su apoyo y a ti, por ser mi motivación para seguir adelante.

**DEDICATORIA:**

Dedicada a mis padres y a ti, por su apoyo en todo el proceso de mi desarrollo  
personal y profesional

#### 4. Hoja de Resumen y Abstract

##### RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo general Determinar y Evaluar las patologías del concreto armado del reservorio elevado R11 - Miraflores, capacidad 700M<sup>3</sup> - Castilla, Piura. Dichas fallas existentes han sido analizadas a detalle para así poder determinar el estado del reservorio elevado.

Empezamos con la introducción a la problemática existente y soluciones del reservorio elevado.

La metodología de investigación fue descriptivo- cualitativa. Su objetivo general fue determinar y evaluar las patologías que presenta la estructura. La población o universo estuvo conformada por la estructura del reservorio elevado R-11- Miraflores,

Se presentan los resultados y análisis de resultados para cada unidad de muestra inspeccionada.

Al finalizar, presenta las conclusiones y recomendaciones de la presente investigación.

Se concluye que las patologías encontradas nos indican un nivel de severidad **Severo**. La cupula presenta área afectada en su totalidad, lo cual requiere de una intervención inmediata y su demolición, mientras que en la estructura de soporte se debe de realizar una evaluación estructural y/o ensayos para determinar cuál es el estado real y tomar la decisión de reparación o demolición de la misma.

Se encontraron fallas de tipo "Corrosión" con 17.35% afectando a la Cupula, "Eflorescencia del concreto" con 16.83%, "delaminación o desprendimiento" con 6.71%, "Humedad con 4.22%" y Fisuras con 0.12% de afectación ; lo cual deja a la Estructura de Soporte con 0.09% de "Humedad", 0.16% de "Fisuras", "Corrosión"

con 0.01% y 0.73% de "Cangrejas", formadas por un mal proceso constructivo como se aprecia en las imágenes referidas en las muestras".

## ABSTRACT

The main objective of this project is to Determine and Evaluate the pathologies of the reinforced concrete of the elevated reservoir R11 - Miraflores, capacity 700M3 - Castilla, Piura. These existing faults have been analyzed in detail in order to determine the status of the elevated reservoir.

We begin with the introduction to the existing problems and solutions of the elevated reservoir.

The research methodology was descriptive-qualitative. Its general objective was to determine and evaluate the pathologies presented by the structure. The population or universe was conformed by the structure of the elevated reservoir R-11- Miraflores, The results and results analysis are presented for each sample unit inspected.

At the end, it presents the conclusions and recommendations of the present investigation.

It is concluded that the pathologies found indicate a severe level of severity. The dome has an affected area in its entirety, which requires immediate intervention and demolition, while in the support structure a structural evaluation and / or tests must be carried out to determine what the real state is and take the decision of repair or demolition of it.

Faults of type "Corrosion" were found with 17.35% affecting the Cupula, "Efflorescence of concrete" with 16.83%, "delamination or detachment" with 6.71%, "Humidity with 4.22%" and Cracks with 0.12% of affectation; which leaves the Support Structure with 0.09% "Moisture", 0.16% "Fissures", "Corrosion" with 0.01% and 0.73% "Cangrejas", formed by a bad constructive process as seen in the images referred to in the samples. "

## CONTENIDO

	Pág.
1. Título de la tesis.....	ii
2. Hoja de firma del jurado y asesor .....	iv
3. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria .....	iv
4. Resumen y abstract .....	vi
5. Contenido.....	ix
6. Índice de graficos, tablas, cuadros y planos.....	x
I. INTRODUCCION .....	1
II. REVISION DE LA LITERATURA .....	3
2.1. MARCO TEORICO .....	3
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....	3
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES .....	13
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES .....	25
2.2. BASES TEORICAS .....	26
2.2.1. DEFINICION DE RESERVORIO .....	26
2.2.2. TIPOS DE RESERVORIOS .....	27
2.2.3. PARTES DEL RESERVORIO ELEVADO .....	27
2.2.4. DEFINICION DE CONCRETO ARMADO .....	28
2.2.5. PATOLOGIA DEL CONCRETO .....	29
2.2.6. ORIGEN DE LOS DAÑOS .....	30
III. METODOLOGIA .....	49
3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACION .....	49
3.2. POBLACION Y MUESTRA .....	50
3.3. TECNICAS E INSTRUMENTOS .....	51

3.4. PLAN DE ANALISIS .....	51
3.5. MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	52
3.6. PRINCIPIOS ETICOS.....	53
IV. RESULTADOS .....	53
4.1. RESULTADOS.....	53
4.2. ANALISIS DE RESULTADOS .....	74
V. CONCLUSIONES .....	75
5.1. ASPECTOS COMPLEMENTARIOS .....	75
5.1.1. CONCLUSIONES .....	75
5.1.2. RECOMENDACIONES.....	76
5.2. REFERENCIAS.....	77
5.3. ANEXOS .....	80

## **ÍNDICE DE GRÁFICOS, TABLAS Y ANEXOS**

### **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico N°01: Tipos de reservorio .....	27
Gráfico N°02: Agrietamiento por retracción plástica .....	31
Gráfico N°03: Agrietamiento por retracción hidráulica.....	31
Gráfico N°04: Fisuración en mapa.....	32
Gráfico N°05: Cambios de color en el concreto .....	32
Gráfico N°06: Daño por abrasión .....	33
Gráfico N°07: Daño por cavitación.....	34
Gráfico N°08: Ataques químicos. ....	36

Gráfico N°09: Ataques por altas temperaturas.....	37
Gráfico N°10: Fisuras. ....	37
Gráfico N°11: Grietas .....	38
Gráfico N°12: Corrosión del acero. ....	39
Gráfico N°13: Corrosión biológica del concreto. ....	39
Gráfico N°14: Ataques por agua. ....	41
Gráfico N°15: Ataques por sulfatos. ....	41
Gráfico N°16: Reacción Alkali-Silice.....	42
Gráfico N°17: Reacción Álcali-Agregados carbonatados.....	43
Gráfico N°18: Eflorescencia del concreto.....	44
Gráfico N°19: Carbonatación del concreto. ....	44
Gráfico N°20: Popout en el concreto. ....	45
Gráfico N°21: Filtración en el concreto. ....	45
Gráfico N°22: Cangrejeras en el concreto. ....	46
Gráfico N°23: Humedad en el concreto. ....	46
Gráfico N°24: Delaminación o Desprendimiento. ....	47
Gráfico N°25: Mal colocado el refuerzo. ....	47
Gráfico N°26: Mal vibrado. ....	48
Gráfico N°27: Refuerzo mal colocado. ....	48
Gráfico N°28: Diseño de Investigación .....	49
Gráfico N°29: % se Áreas afectadas. ....	56
Gráfico N°30: % de Patologías .....	56
Gráfico N°31: % de Áreas afectadas.....	58
Gráfico N°32: % de Patologías. ....	58
Gráfico N°33: % de Áreas afectadas.....	61

Gráfico N°34: % de Patologías. ....	61
Gráfico N°35: % de Áreas afectadas.....	63
Gráfico N°36: % de Patologías. ....	63
Gráfico N°37: % de Áreas afectadas.....	65
Gráfico N°38: % de Patologías. ....	65
Gráfico N°39: % de Áreas afectadas.....	67
Gráfico N°40: % de Patologías. ....	67
Gráfico N°41: % de Áreas afectadas.....	69
Gráfico N°42: % de Patologías. ....	69
Gráfico N°43: % de Áreas afectadas.....	71
Gráfico N°44: % de Patologías. ....	71

**INDICE DE TABLAS**

Tabla N°01: Nivel de Severidad del Concreto .....	50
Tabla N°02: Matriz de consistencia / Fuente: Elaboración Propia. ....	52
Tabla N°3: Evaluación de Unidad de Muestra.....	55
Tabla N°4: Evaluación de Unidad de Muestra.....	57
Tabla N°5: Evaluación de Unidad de Muestra.....	60
Tabla N°6: Evaluación de Unidad de Muestra.....	62
Tabla N°7: Evaluación de Unidad de Muestra.....	64
Tabla N°8: Evaluación de Unidad de Muestra.....	66
Tabla N°9: Evaluación de Unidad de Muestra.....	68
Tabla N°10: Evaluación de Unidad de Muestra.....	70
Tabla N°11: Resumen de muestras. ....	72
Tabla N°12: Resumen del área afectada .....	73

**INDICE DE ANEXOS**

ANEXO N°01: Planos de Ubicación Y Localización.....	81
ANEXO N°02: Planos del reservorio elevado R-11 Miraflores .....	82
ANEXO N°03: Hoja de evaluación de muestras .....	84
ANEXO N°04: Fotografía externa del Reservorio Elevado R-11 Miraflores .....	85
ANEXO N°05: Fotografía de la parte interna del reservorio elevado R-11 .....	86
ANEXO N°06: Identificando Patologías en el reservorio elevado R-11 .....	87
ANEXO N°07: Plano general de ubicación de patologías. ....	88

## I. INTRODUCCION

Las edificaciones de almacenamiento de agua datan aproximadamente del año 4000 a.C. También hay evidencias de estas construcciones en el Imperio Romano, cuyos habitantes se valían de aquellas para almacenar agua y poder afrontar los continuos asedios de sus enemigos. **Johana C. Sotelo (2016)**<sup>4</sup>

Los reservorios elevados son estructuras esenciales para el abastecimiento de agua de una población, por lo que no deberían quedar inoperativos luego de ocurrido un sismo. No obstante, la experiencia ha demostrado que para sismos de gran magnitud estas estructuras presentan daños, llegando incluso a colapsar.

Es importante que en toda estructura se haga un estudio minucioso sobre las diferentes patologías que este pueda presentar por el paso de los años o incluso por un mal diseño y procesos constructivos. Es importante diferenciar entre tener una estructura en funcionamiento y en operatividad. Hablamos de una estructura en funcionamiento cuando aún cumple el rol para la cual esta fue creada y operativo nos referimos a que si la estructura está cumpliendo con los parámetros de diseño. En muchas situaciones se ha presentado el caso de que ciertas estructuras quedas inoperativas por fallas o por mantenimiento del mismo.

El reservorio en mención tiene 50 años desde su construcción en 1967, abastece a las siguientes zonas: Urb. Miraflores, Urb. El Bosque, A.H. María Goretti, APV 15 de Setiembre, A.H Víctor Raúl, Open Plaza, Country Club, Hospital Heredia.

Para la presente investigación **se planteó el siguiente problema**, ¿En qué medida la determinación y evaluación de patologías de concreto armado del

reservorio elevado r11 - Miraflores, capacidad 700 M<sup>3</sup> nos permitirá determinar el nivel de severidad y condición de servicio del mismo? Se establece como **objetivo general** obtener el estado del reservorio elevado R11- Miraflores, a partir de la determinación y evaluación de las patologías. **Los objetivos específicos** son los siguientes: Identificar y analizar los tipos de patologías de concreto armado. Obtener la severidad y condición de la estructura de concreto armado del Reservorio elevado R11-Miraflores, capacidad 700 M<sup>3</sup>. Según el tipo de patologías identificadas, se indicará el grado de severidad de cada una de ellas. La investigación servirá de base para tomar decisiones la reparación o renovación de las partes afectadas del reservorio, según el grado de severidad de las patologías. Esta investigación **se justifica** por la necesidad de conocer el estado del reservorio R-11- Miraflores.

La investigación servirá para decidir las acciones que se deban tomar, reparar o renovar las partes afectadas de acuerdo a la severidad de las patologías. **La metodología** usada para esta investigación fue descriptiva, visual, no experimental y de corte transversal, lo cual nos permitirá recopilación de datos y, como producto de ellos, se podrán enunciar las conclusiones y recomendaciones del presente caso.

## **II. REVISION DE LA LITERATURA**

### **2.1. MARCO TEORICO**

#### **2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

##### **“ESTUDIO PATOLÓGICO TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE”**

**AUTOR: Parra V. Carlos (2016)<sup>1</sup>**

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 éste 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.

**“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)<sup>2</sup>**

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).

**“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)<sup>3</sup>**, 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 construidos 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 salud<sup>1</sup> , 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 REFORZADO DEL RESERVORIO APOYADO CIRCULAR SAN BARTOLO”**

**AUTOR: Sotelo U. Johana (2016)<sup>4</sup>**

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.

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

**AUTOR: Infante M. Danny (2017)**<sup>5</sup>, 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  $303 \text{ kg/cm}^2$ , 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<sup>2</sup> , y 258 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente lo cual en la cúpula es superior a la resistencia de su diseño original y en la losa se encuentra casi igual 245kg/cm<sup>2</sup> , por lo que la resistencia del concreto es adecuada.
- El estudio de suelos, muestra una capacidad portante de 0.57 kg/cm<sup>2</sup> , 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 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)<sup>6</sup>**

## **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 m<sup>3</sup>, 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 m<sup>3</sup>, 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 m<sup>2</sup>, 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 m<sup>2</sup>

- ❖ 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 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 27 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 28 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 29 = 20.47 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 30 = 20.47 m<sup>2</sup>

Sub Total Área = 524.78 m<sup>2</sup>

Teniendo como:           **Total Área Evaluada = 897.26 m<sup>2</sup>**

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 m<sup>2</sup>). 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 Reservorio R-2.- Tiene un perímetro de 77.60 metros de longitud, que encierra un área de 372.48 m<sup>2</sup>, 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 Reservorio R-10.- Tiene un perímetro de 109.33 metros de longitud, que encierra un área de 524.78 m<sup>2</sup>, 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.

### **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)<sup>7</sup>**

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 TEORICAS**

### **2.2.1. DEFINICION DE RESERVORIO**

Los reservorios de agua son un elemento fundamental en una red de abastecimiento de agua potable ya que permiten la preservación del líquido para el uso de la comunidad donde se construyen.

La utilización d estos reservorios o tanques, garantizan una permanente disponibilidad del líquido en los lugares que se requiera. A su vez proporcionan un aumento en la presión y caudal del agua, siempre y cuando estén sus tuberías correctamente instaladas.

### 2.2.2. TIPOS DE RESERVORIOS

- **Apoyados:** Son estructuras de almacenamiento que se construyen sobre el terreno, en las zonas de cotas (metros sobre el nivel del mar) elevadas respecto a la población. Tienen forma rectangular y circular.
- **Elevados:** Son reservorios que se construyen sobre una estructura elevada del nivel del terreno en zonas de topografía plana. Generalmente tienen forma esférica, cilíndrica y paralelepípedo, son construidos sobre torres, columnas, pilotes, etc.
- **Enterrados:** son de forma rectangular, son construidos por debajo de la superficie del suelo (cisternas).

Apoyado



Elevado



**Gráfico N°01: Tipos de reservorio**

Fuente: Propia.

### 2.2.3. PARTES DEL RESERVORIO ELEVADO

Consta de dos partes principales:

El tanque de almacenamiento o cuba y la estructura de soporte. La estructura portante puede estar construida por un fuste cilíndrico o

tronco cónico, el cual es empleado para reservorios de gran capacidad o por una serie de columnas arriostradas, usadas en reservorios medianos y pequeños. También constara de una caseta de válvulas y escalera interior.

#### **2.2.4. DEFINICION DE CONCRETO ARMADO**

Se denomina concreto armado al concreto simple cuando este lleva armadura como refuerzo para la estructura. La unión de estos materiales le permitirá a la estructura soportar los esfuerzos de tracción e incrementar la resistencia a la compresión.

##### **2.2.4.1. EL CONCRETO Y SUS COMPONENTES**

Para obtener un buen concreto no solo basta contar con materiales de buena calidad mezclados en proporciones correctas. Es necesario tener en cuenta factores como el proceso de mezclado, transporte, colocación o vaciado y curado.

##### **➤ El cemento**

El cemento es un producto muy comercial en el mercado y utilizado para todo tipo de construcción, se puede usar solo o en combinación con los agregados hasta formar una masa y así poder obtener la forma según el tipo de estructura a trabajar.

➤ **Agregados**

Es importante resaltar que los agregados deber ser de una excelente calidad, durabilidad y resistencia, además debe ser materiales limpios de impurezas.

- ✓ Agregado fino: dentro de los agregados finos tenemos a la arena o piedra natural finamente triturada. El material deberá quedar retenido en el tamiz N°04 y no debe de presentar impurezas.
- ✓ Agregado grueso: el agregado grueso es el que se retiene en N°4. Este agregado incluye piedra chancada o grava natural.
- ✓ Agua: el agua que se emplee en la mezcla deberá de estar libre de impurezas para así evitar que estas ocasionen reacciones no deseadas en la mezcla.

### **2.2.5. PATOLOGIA DEL CONCRETO**

**Dávila C. Oscar (2001)<sup>8</sup>**, Es la parte de la durabilidad que se refiere a los signos, causas posibles y diagnóstico que experimentan las estructuras del concreto. También se le define como el tratamiento sistemático de los defectos del concreto, sus causas, sus consecuencias y sus soluciones.

**Gabriela Rangel (2004)<sup>9</sup>**, La patología del concreto la podemos definir como el estudio del comportamiento de las estructuras cuando presentan evidencias de fallas (enfermedad), buscando detectar sus

causas (diagnostico) y proponer acciones correctivas (terapéutica) o su demolición.

## **2.2.6. ORIGEN DE LOS DAÑOS**

### **AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI)<sup>10</sup>**

La fisuración del hormigón es atribuible a numerosas causas. Las fisuras pueden solo afectar la apariencia de una estructura, pero también pueden indicar fallas estructurales significativas o falta de durabilidad.

**Dávila C. Oscar (2001)<sup>8</sup>**, existe una infinidad de daños que puede presentar una estructura. Las investigaciones realizadas nos llevan a encontrar nuevos problemas y así mismo la busca de soluciones para reducir o eliminar los problemas patológicos de las estructuras. En las líneas siguientes describiremos las patologías más frecuentes:

#### **1. ASIEN TO PLASTICO**

Se presenta debido a la exudación que se presenta en las 3 primeras horas de ser vaciada la mezcla. Los daños que ocasionan son fisuras grandes y de poca profundidad.

#### **2. RETRACCION PLASTICA**

Este tipo de fallas se presentan por lo general en elementos superficiales, muros y losas. Se genera cuando la evaporación del agua es mucho más rápida que la velocidad de acudida del agua de la masa interna de la superficie. Son fisuras amplias y de muy poca profundidad.



**Gráfico N°02: Agrietamiento por retracción plástica**

Fuente: Propia.

### **3. CONTRACCION HIDRAULICA**

Es la pérdida de volumen que se presenta una vez que el concreto ha endurecido, cuando este está expuesto al aire con humedad no saturada. Esta patología se presenta mediante fisuras finas pero profundas que dañan la estructura.



**Gráfico N°03: Agrietamiento por retracción hidráulica**

Fuente: Propia.

#### 4. FISURACIÓN EN MAPA EN LOSAS Y MUROS

Su presencia se da mediante fisuras que afectan superficialmente al concreto y por lo general aparece a los 15 días de que este haya sido vaciado. Tienen su origen debido a un alto contenido de humedad. Su afectación son fisuras que no afectan la estructura.

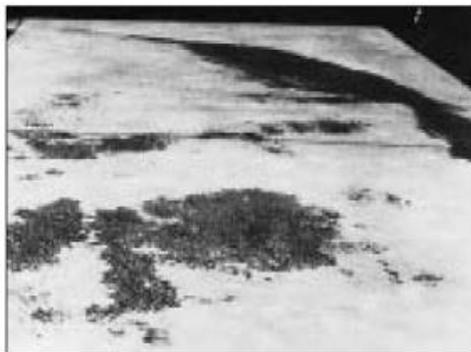


**Gráfico N°04: Fisuración en mapa**

Fuente: Propia.

#### 5. VARIACIONES DE COLOR

Esta patología se presenta por un cambio de color del cemento y también debido a la luz solar. Estos cambios de color no representan un daño mayor a la estructura.



**Gráfico N°05: Cambios de color en el concreto**

Fuente: Propia.

## 6. EROSION

Existen procesos muy variados de erosión del concreto, parte de ellos ligados a usos industriales específicos; otros son de tipo más general, y aquí se presentan:

### ➤ **Deterioro por Abrasión**

La causa más importante de abrasión de pisos y pavimentos es producida por el paso de personas, circulación de vehículos, o rodadura de objetos o maquinas, más que las partículas arrastradas por el viento. Siendo producido por acciones mecánicas debido al tráfico, cuando el agua lleva agregado grueso. La resistencia la da el árido grueso.



**Gráfico N°06: Daño por abrasión**

Fuente: Universidad Nacional de Colombia (2013).

### ➤ **Deterioro por Erosión**

La magnitud de la erosión depende del número, velocidad, tamaño, perfil, densidad y dureza de las partículas en movimiento por unidad de tiempo. Se produce debido a acciones mecánicas como el oleaje.

- **Daño por Cavitación** El daño por cavitación es producido por la formación de burbujas de aire las cuales impactan fuertemente y degastan la estructura de concreto. Se da cuando la forma no está bien estudiada y se producen zonas de baja presión. La resistencia es proporcionada por la pasta de cemento.



**Gráfico N°07: Daño por cavitación**

Fuente: Universidad Nacional de Colombia (2013).

## **7. CONGELAMIENTO**

Se ocasiona por el cambio de un estado líquido a sólidos en lugares con temperaturas extremadamente bajas las cuales ocasionan agrietamientos los cuales deben de ser tratados para evitar un deterioro mayor. El aumento de volumen es un 9%.

## **8. AGRESION AMBIENTAL**

Hay muchas formas de que el medio ambiente ocasiona daños a la superficie de las estructuras de concreto. Se generan por los depósitos de polvo sobre la superficie de concreto con poca lluvia y por depósitos de cultivos biológicos en superficies húmedas del concreto.

## **9. CONTACTO CON SUELOS AGRESIVOS**

Siendo el suelo un medio potencialmente agresivo es fundamental investigar su agresividad en el proyecto de cimentaciones, túneles, muros, etc., tanto como suelo propio como suelo de préstamo.

## **10. DAÑOS QUIMICOS**

### **✓ Ataques por Ácidos**

Siendo el concreto químicamente básico, con un pH del orden de 13, pueden ser atacado por medios ácidos con pH menor de 7, los cuales reaccionan con el hidróxido de calcio de la pasta produciéndose compuestos de calcio solubles en agua. La pasta de cemento está formada por cal y sílice, la pasta es atacable incluso por ácidos débiles.

Cabe mencionar al ácido sulfúrico como un elemento que ataca al concreto, el nítrico, el sulfuroso, clorhídrico, aguas de minas, industrias, o fuentes minerales que puedan contener o formar ácidos, las turbas que puedan producir ácido sulfúrico, y ácidos orgánicos de origen industrial.

Un tipo especial de reacción ácida es la carbonatación producida por la introducción del CO<sub>2</sub> de la atmósfera en la estructura porosa del concreto, originando el descenso del pH, el proceso es más intenso cuanto mayor es la permeabilidad y por tanto la durabilidad.



**Gráfico N°08: Ataques químicos.**

Fuente: Propia.

✓ **Ataques por Bases**

Las bases como el hidróxido de sodio o soda cáustica y el hidróxido de amonio o amoniaco, si penetran en el concreto y se concentran en una zona determinada producen daño físico por cristalización y expansión a partir de la reacción entre el hidróxido y el bióxido de carbono proveniente del aire.

✓ **Ataques por Sales**

Las sales son compuestos químicos derivados de ácidos o bases, formadas de la reacción entre ellos, usualmente solubles en agua.

Los cloruros y nitratos de amonio, magnesio, aluminio, y hierro atacan al concreto, siendo el más peligroso el de amonio. Debido a su importancia la acción de los sulfatos de calcio, sodio o magnesio deben ser tratados independientemente.

## 11. ATAQUES POR ALTA TEMPERATURA

Se origina cuando el concreto es sometido a grandes temperaturas, como su utilización para chimeneas conductos de gas caliente, pantallas contra radiación, o fuego accidental por un incendio.

Es siempre recomendable que el espesor del recubrimiento sea el adecuado y que sea tratado inmediatamente después del ataque.



**Gráfico N°09: Ataques por altas temperaturas.**

Fuente: Propia.

## 12. FISURAS

**Construmática (2015)<sup>11</sup>** Esta patología se presenta de manera superficial en el concreto. No presentan daños estructurales mientras el espesor de profundidad sea mínimo.



**Gráfico N°10: Fisuras.**

Fuente: Propia.

### **13. GRIETA**

#### **Construmática (2015)<sup>11</sup>**

Las grietas a diferencia de las fisuras si presentan daños considerables en las estructuras, en algunos casos deja inservible las estructuras debido a su gran profundidad.



**Gráfico N°11: Grietas**

Fuente: Propia.

### **14. ATAQUES QUIMICOS A LA ARMADURA**

#### **▪ Corrosión del acero de refuerzo**

El concreto debido a su alta presencia de alcalinidad, baja permeabilidad y su relativamente alta resistividad eléctrica tiene entre otras funciones, la de proteger de la corrosión a los elementos metálicos embebidos en él.

La sección transversal del acero se reduce pudiendo presentarse en el tiempo además problemas estructurales debido a la pérdida de adherencia, por agrietamiento de este o la reducción en la sección transversal de aquel.



**Gráfico N°12: Corrosión del acero.**

Fuente: Propia.

▪ **Corrosión biológica del concreto**

Las bacterias y hongos, capaces de producir ácidos por mecanismos similares a los de los desagües domésticos.

Pueden llegar a disolver la pasta del recubrimiento y afectar seriamente al concreto. Algunos tipos de moluscos pueden horadar rocas y obviamente concretos, o a morteros de baja calidad como revestimientos de pilotes o pontones.



**Gráfico N°13: Corrosión biológica del concreto.**

Fuente: Propia.

## **15. Ataques por Agua**

### ➤ **Agua Pura**

Conocidas también como aguas blandas, atacan el concreto por disolución de la pasta al actuar sobre el hidróxido de calcio libre.

### ➤ **Aguas casi Puras**

Las aguas de manantial generalmente libres de sales, pueden volverse ácidas debido a la formación de ácido carbónico, derivado del bióxido de carbono contenido en la atmosfera, transformándose en corrosivo al concreto, especialmente si este es pobre o permeable.

### ➤ **Agua de Mar**

Lo trataremos brevemente al estar ampliamente desarrollando el tema, en otros artículos, y ser más conocido el problema.

Las sales contenidas en ella se cristalizan, favorece la presencia de corrosión y expansión del acero de refuerzo y del concreto adyacente, se producen también acción destructiva de los organismos marinos, formación expansiva de sulfoaluminatos y su posterior descomposición.

Los procesos sucesivos de humedecimiento y secado con renovación del medio agresivo, multiplican los problemas descritos.



**Gráfico N°14: Ataques por agua.**

Fuente: Propia.

## **16. ATAQUES POR SULFATOS**

El sulfato de sodio reacciona con el aluminato de calcio hidratado para producir etringita con aumento de volumen, y con el hidróxido de calcio para producir yeso cuyo volumen es el doble de los sólidos iniciales.

El sulfato de magnesio presenta la peculiaridad de ser aún más agresivo que el sulfato de sodio o de potasio, que producen al igual que el sulfato de sodio gran aumento de volumen, expansión y agrietamiento del concreto.



**Gráfico N°15: Ataques por sulfatos.**

Fuente: Propia.

## 17. ATAQUES POR ACCION DEL AGREGADO

### ▪ Reacción Alkali-Silice

Se origina cuando hay contenidos de óxidos de sodio y potasio mayores de 0.6% en peso del cemento y los agregados contienen alguna forma reactiva de sílice, que, al reaccionar con los álcalis del cemento, produciéndose grandes presiones en los poros del concreto, que se traducen en expansiones excesivas en el mismo.

Los materiales potencialmente reactivos son el ópalo, la calcedonia, algunos cuarzos, la riolita, la dacita, la latita, vidrios andesíticos y otros; algunos que podrían tener estas características son el hornsteno, las calizas y dolomitas silicosas, riolitas, dacitas, andesitas, esquistos y pizarras silicosas, y las filitas.

## LA REACCIÓN ÁLCALI - SÍLICE (RAS)

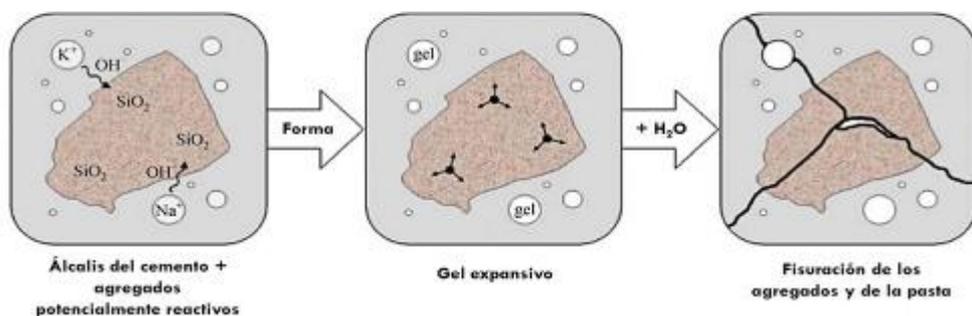


Gráfico N°16: Reacción Alkali-Silice.

Fuente: Propia.

- **Reacción Alkali-Agregados Carbonatados**

Se manifiesta como una expansión excesiva y fisuramiento en concreto recién colocados en los que se había empleado agregado grueso proveniente de rocas dolomíticas carbonatadas, apreciándose que la expansión se incrementa con el contenido de álcalis del cemento.



**Gráfico N°17: Reacción Álcali-Agregados carbonatados.**

Fuente: Propia.

## **18. EFLORESCENCIA DEL CONCRETO**

La eflorescencia en el concreto es un fenómeno muy común, pero de los menos comprendidos. 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. Este fenómeno ocurre cuando la humedad disuelve las sales de calcio en el concreto y migra a la superficie a través de la acción capilar. Cuando estas sales llegan a la superficie,

reaccionan con el CO<sub>2</sub> en el aire y al evaporarse dejan un depósito mineral que es de carbonato de calcio.

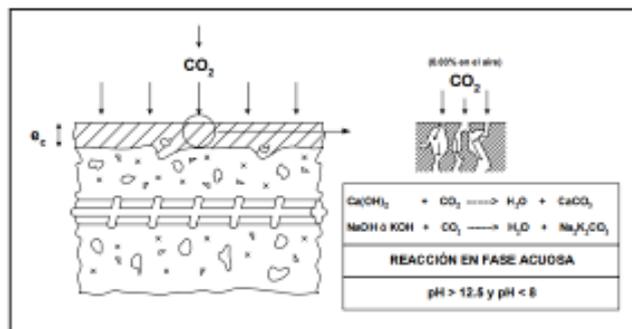


**Gráfico N°18: Eflorescencia del concreto.**

Fuente: Propia.

## 19. CARBONATACION

La carbonatación es un proceso natural que ocurre por la pérdida del pH del concreto, una vez que esto ocurre el acero pierde sus propiedades y empieza a presentarse lo que es la corrosión.

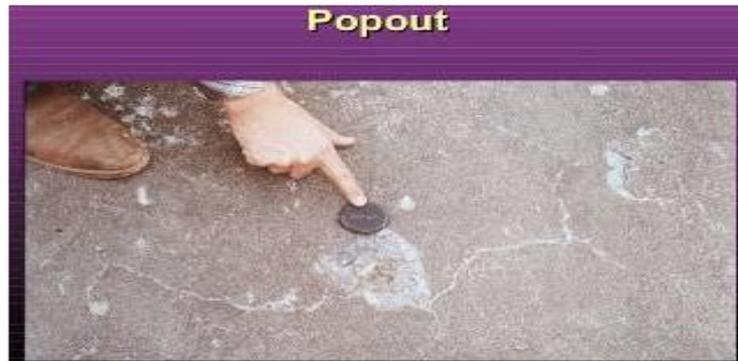


**Gráfico N°19: Carbonatación del concreto.**

Fuente: Propia.

## 20. POPOUT

Arango M. Sergio (2013)<sup>12</sup>, Es el desprendimiento de pequeñas porciones de una superficie de hormigón debido a la presión interna localizada, que deja un cráter poco profundo generalmente cónico.

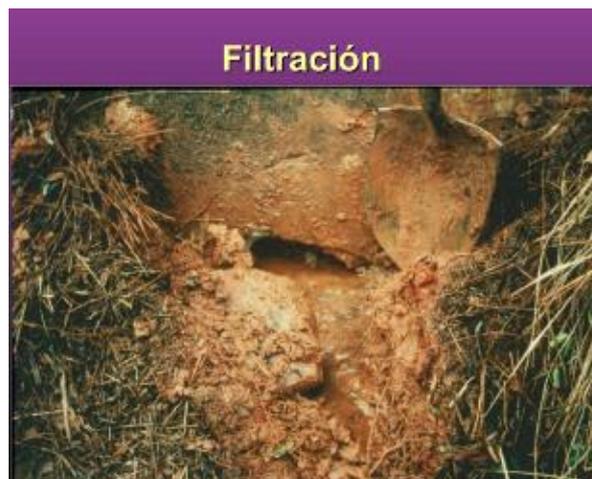


**Gráfico N°20: Popout en el concreto.**

Fuente: Universidad Nacional de Colombia (2013).

## 21. FILTRACION

Movimiento de agua u otro fluido a través de poros o intersticios.

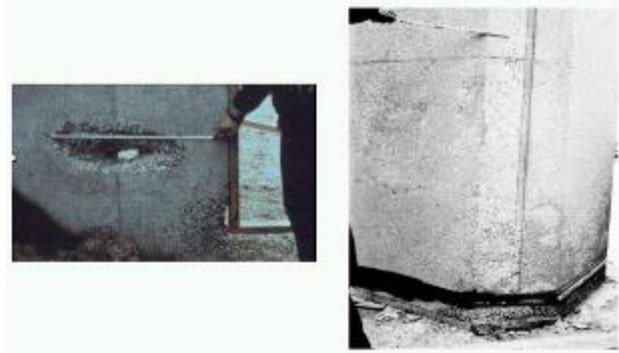


**Gráfico N°21: Filtración en el concreto.**

Fuente: Universidad Nacional de Colombia (2013).

## **22. CANGREJERAS**

Se presenta mediante vacíos o agujeros debido a la acumulación de piedras. Pueden presentar daños significativos a la estructura si no son tratadas a tiempo.



**Gráfico N°22: Cangrejas en el concreto.**

Fuente: Propia

## **23. HUMEDAD**

Se presenta a través de manchas en los muros, aparecen de forma inesperada, debilitando poco la estructura conforme avanza el daño si no es tratado a tiempo.



**Gráfico N°23: Humedad en el concreto.**

Fuente: Propia.

## 24. DELAMINACION O DESPRENDIMIENTO

Se define como la separación incontrolada de un material, normalmente se produce como consecuencia de lesiones previas, como fisuras, grietas, etc.



**Gráfico N°24: Delaminación o Desprendimiento.**

Fuente: Propia.

## 25. ERRORES CONSTRUCTIVOS

Arango M. Sergio (2013)<sup>12</sup>

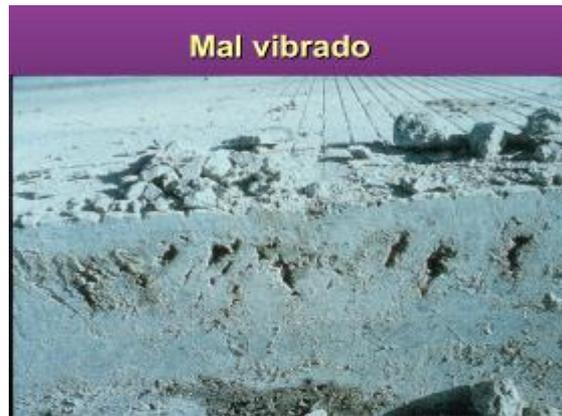
- **Mal colocado el refuerzo**



**Gráfico N°25: Mal colocado el refuerzo.**

Fuente: Universidad Nacional de Colombia (2013).

- **Mal vibrado**



**Gráfico N°26: Mal vibrado.**

Fuente: Universidad Nacional de Colombia (2013)

- **Refuerzo mal colocado**



**Gráfico N°27: Refuerzo mal colocado.**

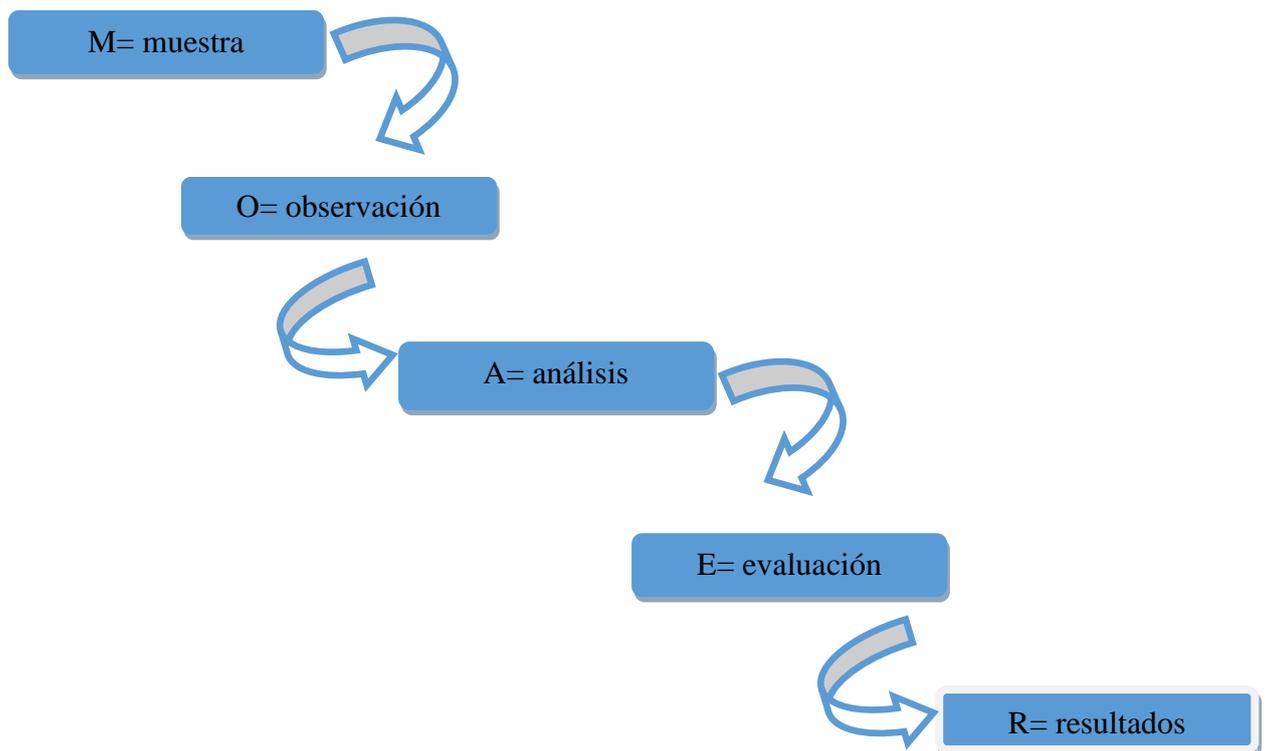
Fuente: Universidad Nacional de Colombia (2013).

### III. METODOLOGIA

#### 3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

En general el estudio realizado es del tipo descriptivo, no experimental y de corte transversal; es descriptivo porque describe la realidad sin alteración. Cualitativo porque estudia los detalles de cada patología y establece las posibles causas. No experimental porque estudia el problema y se analiza sin acudir a laboratorio mediante los ensayos respectivos. Es de **corte transversal** porque se está analizando en un periodo definido del ABRIL del año 2018.

Se realizará siguiendo el método de muestreo, en la que se determine la calidad y condición de las estructuras de concreto armado.



**Gráfico N°28: Diseño de Investigación**

Fuente: Elaboración Propia

<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>	
<b>% AREA AFECTADA</b>	<b>NIVEL</b>
DE 0% ≤ 10%	<b>LEVE</b>
> 10% ≤ 30%	<b>MODERADO</b>
> 30% ≤ 100%	<b>SEVERO</b>

**Tabla N°01: Nivel de Severidad del Concreto**

Fuente: Elaboración Propia.

### **3.2. POBLACION Y MUESTRA**

#### **UNIVERSO Y POBLACION**

Para la presente investigación el universo estará dado por todos los reservorios elevados del Departamento de Piura y Provincia de Piura.

#### **MUESTRA**

La muestra está comprendida por la estructura del reservorio elevado R-11 Miraflores- Castilla, Piura, Abril- 2018.

#### **MUESTREO**

Se obtuvieron 8 unidades de muestra. El muestreo para la evaluación, fue realizado mediante muestras detalladas (unidades muestrales) en planos y evaluación de patologías propiamente de cada uno de los elementos seleccionados de acuerdo al estado, condición y presencia de los diferentes tipos de patologías que se encuentran presentes en la estructura de concreto armado del reservorio elevado R-11 Miraflores- Castilla, Piura, Abril- 2018.

### **3.3. TECNICAS E INSTRUMENTOS**

Se utilizo la observación visual y una ficha de evaluación de datos para la respectiva evaluación que se realizara en el lugar de investigación. La toma de datos es importante contar con los instrumentos necesarios para la elaboración de la misma tales como:

- Cámara fotográfica, nos permitirá tomar las muestras de las patologías encontradas.
- Planos de Planta y Elevación del reservorio elevado, nos permitirá tener una mayor exactitud en la recopilación y evaluación de muestras.
- Manuales y/o libros de referencia, para conocer a todos los tipos de patologías en las estructuras de concreto.

### **3.4. PLAN DE ANALISIS**

El análisis se realizó, teniendo el conocimiento general de la ubicación del área que será estudiada, evaluando de manera general tanto la parte interna como externa de la estructura para poder identificar y analizar los diferentes tipos de patologías que existen. Recopilando información e identificando las patologías se realizan los cuadros de evaluación.

### 3.5. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla N°02: Matriz de consistencia / Fuente: Elaboración Propia.

<b>DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R11 - MIRAFLORES, CAPACIDAD 700M3 - CASTILLA, PIURA, ABRIL 2018</b>			
<u>Enunciado del problema</u>	<u>Objetivos</u>	<u>Variables</u>	<u>Metodología</u>
<p>¿En qué medida la determinación y evaluación de patologías de concreto armado del reservorio elevado r11 - Miraflores, capacidad 700m<sup>3</sup> nos permitirá determinar el nivel de severidad y condición de servicio del mismo?</p>	<p style="text-align: center;"><b>Objetivos General:</b></p> <p>Determinar y evaluar las patologías de concreto armado del Reservorio elevado R11 - Miraflores, capacidad 700m<sup>3</sup> - Castilla, Piura, abril 2018”</p> <p style="text-align: center;"><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>Identificar y analizar los tipos de patologías de concreto armado. Obtener la severidad y condición de la estructura de concreto armado del Reservorio elevado R11- Miraflores, capacidad 700m<sup>3</sup> - Castilla, Piura, abril 2018”</p>	<p style="text-align: center;"><b>Variable Dependiente:</b></p> <p>Determinación y evaluación de las patologías.</p> <p style="text-align: center;"><b>Variable Independiente:</b></p> <p>La estructura de concreto armado del reservorio elevado R11 - Miraflores, capacidad 700m<sup>3</sup></p>	<p style="text-align: center;"><b>Tipo de investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Descriptiva.</li> <li>✓ No experimental.</li> <li>✓ De corte transversal.</li> <li>✓ Cualitativo.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Diseño de la Investigación:</b></p> <p>Inspección visual, recopilación de datos, análisis y evaluación, resultados.</p> <p style="text-align: center;"><b>Población y Muestra</b></p> <p><b>Población:</b> Toda la estructura del reservorio elevado R-11 Miraflores- Castilla, Piura, Abril- 2018</p> <p><b>Muestra:</b> La muestra está comprendida por toda la estructura del reservorio elevado R- 11 Miraflores- Castilla, Piura, Abril- 2018</p>

### **3.6. PRINCIPIOS ETICOS**

Los principios éticos de una investigación abarcan aspectos morales y científicos, desde su lado científico toca puntos como encontrar el conocimiento.

La información obtenida para el desarrollo de este proyecto de tesis, fue hecho con la debida consideración y respeto a los autores. Se está considerando su autoría en referencias bibliográficas.

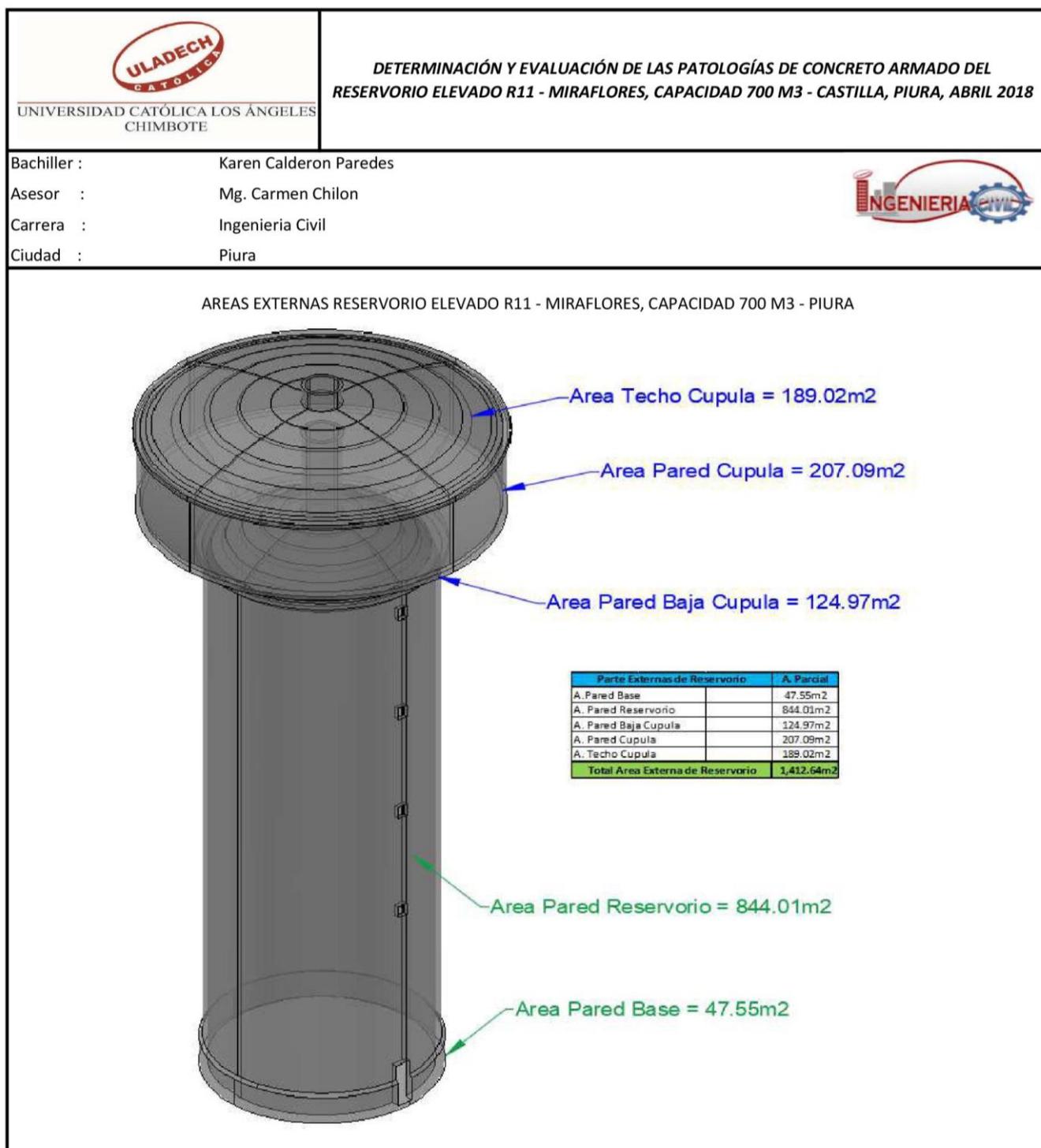
## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. RESULTADOS**

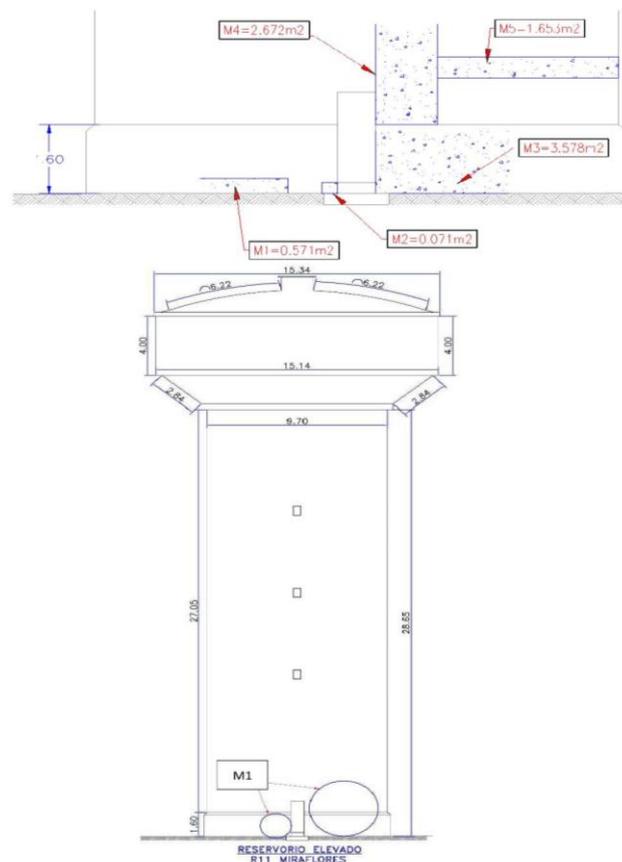
Para obtener los resultados de la siguiente investigación se tomaron 8 muestras, para ello se creó una hoja de cálculo para determinar el tipo de patologías y el área afectada. También se crearon gráficos con los porcentajes de cada muestra obtenida y un cuadro resumen del total de área afectada y el nivel de severidad.

Se evaluó primero la parte externa y luego la interna del reservorio elevado R-11 Miraflores- Castilla, Piura. Las muestras obtenidas son las siguientes:

## Área Externa del Reservorio Elevado de donde se tomaron las Muestras



## Muestra 1

 UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES CHIMBOTE		<b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R11 MIRAFLORES, CAPACIDAD 700 M3 - CASTILLA, PIURA, ABRIL 2018</b>			Bachiller : Karen Calderon Paredes Asesor : Mg. Carmen Chilon Carrera : Ingenieria Civil Ciudad : Piura				
<b>EXTERIOR - AREA PARED BASE = 47.55 m<sup>2</sup></b>									
									
Cuadro de evaluación de patologías encontradas en el reservorio									
Area	47.55m <sup>2</sup>	Nivel de severidad	1	L	Area afectada	Area no afectada	Area afectada	Area no afectada	Nivel
Muestra	1		2	M					
Elemento	EXT. M.B.		3	S	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	%	%	s
Tipos de Patologías									
(1)	Cangrejas				8.54	39.01	17.97%	82.03%	M
(2)	Corrosion				0.00	47.55	0.00%	100.00%	L
(3)	Carbonatacion del Concreto				0.00	47.55	0.00%	100.00%	L
(4)	Delaminacion del concreto				0.00	47.55	0.00%	100.00%	L
(5)	Delaminacion del agregado				0.00	47.55	0.00%	100.00%	L
(6)	Distorsion				0.00	47.55	0.00%	100.00%	L
(7)	Disgregamiento				0.00	47.55	0.00%	100.00%	L
(8)	Eflorescencia				0.00	47.55	0.00%	100.00%	L
(9)	Erosion				0.00	47.55	0.00%	100.00%	L
(10)	Exudacion				0.00	47.55	0.00%	100.00%	L
(11)	Filtracion				0.00	47.55	0.00%	100.00%	L
(12)	Fisura				0.11	47.44	0.24%	99.76%	L
(13)	Humedad				0.00	47.55	0.00%	100.00%	L
Area Total Afectada (m <sup>2</sup> )					8.656				
Area Total no Afectada (m <sup>2</sup> )					39				
Area Total Afectada (%)					18.20%				
Area Total no Afectada (%)					81.80%				
Nivel de Severidad (S)					M				

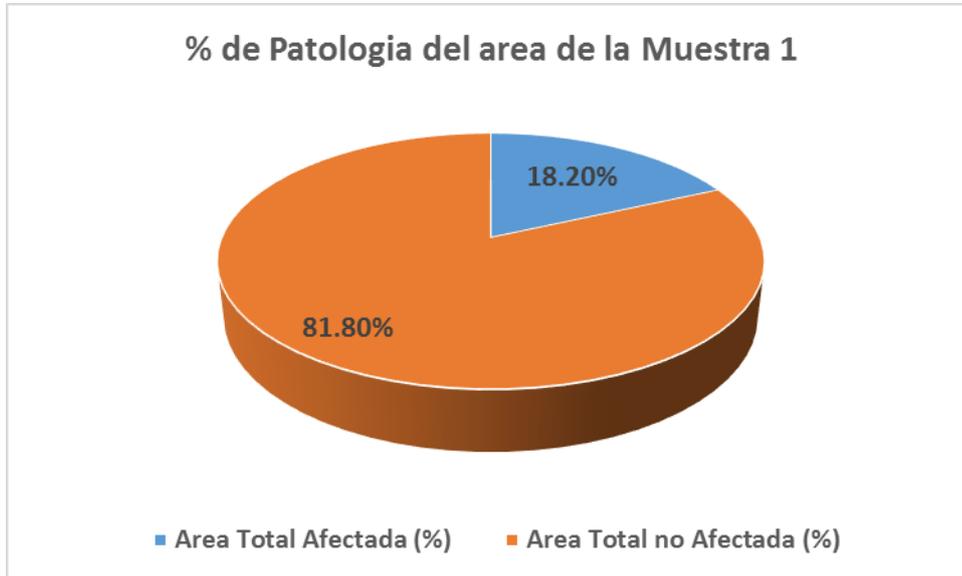
**Tabla N°3: Evaluación de Unidad de Muestra**

Fuente: Propia

## Gráficos de la Muestra 1

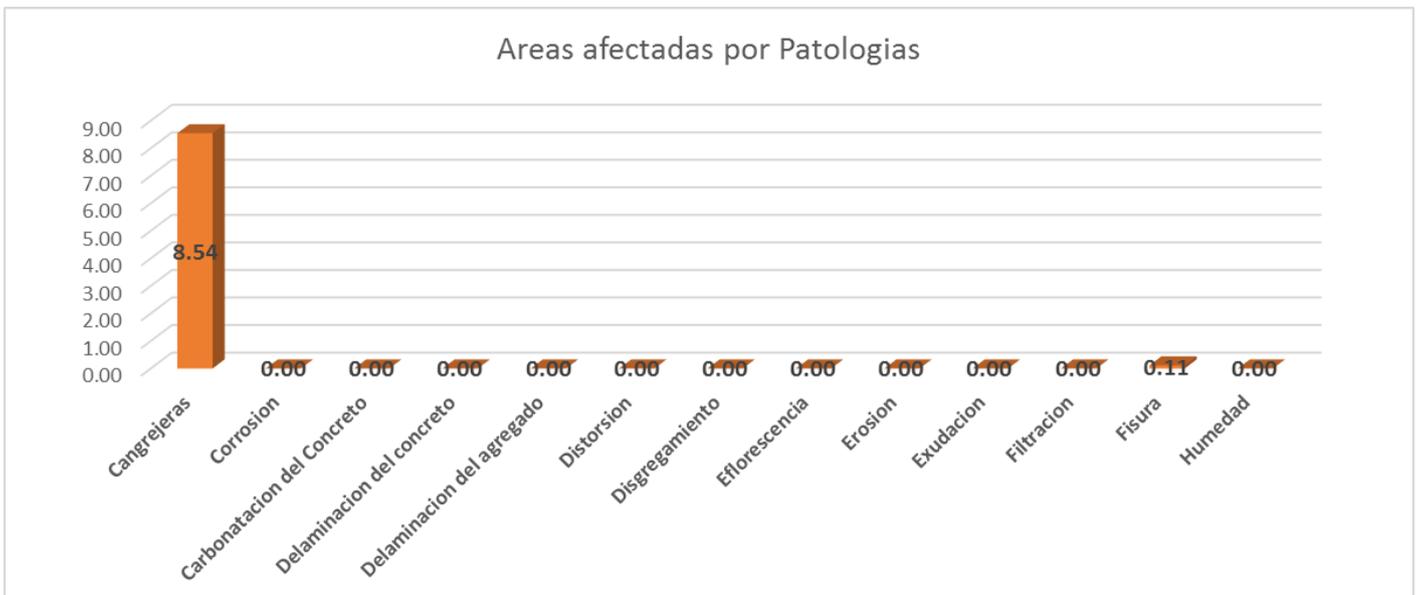
### Gráfico N°29: % de Áreas afectadas.

Fuente: Propia.

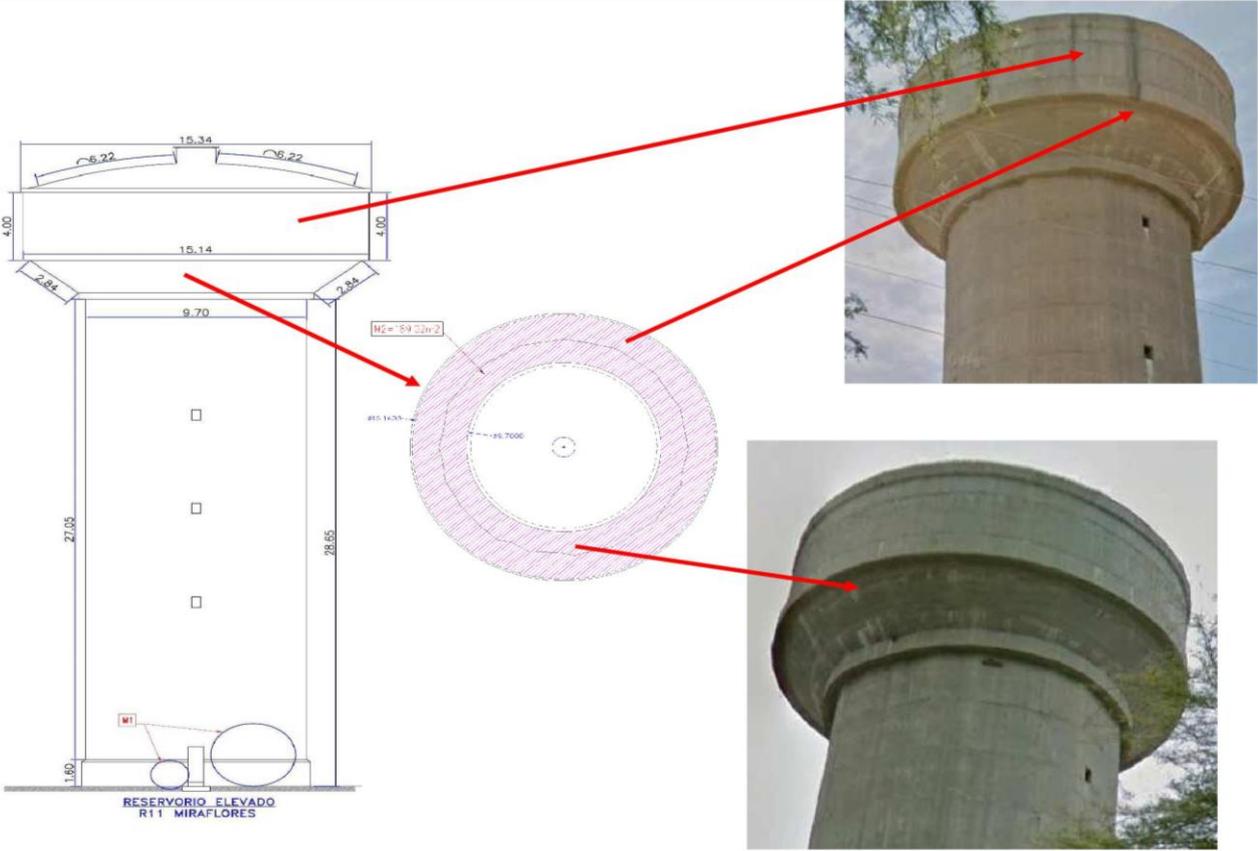


### Gráfico N°30: % de Patologías

Fuente: Propia.



## Muestra 2

		<b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R11 - MIRAFLORES, CAPACIDAD 700 M3 - CASTILLA, PIURA, ABRIL 2018</b>			<b>Bachiller :</b> Karen Calderon Paredes <b>Asesor :</b> Mg. Carmen Chilon <b>Carrera :</b> Ingenieria Civil <b>Ciudad :</b> Piura				
<b>EXTERIOR - AREA PARED + BASE DE CUPULA = 332.06 m2</b>									
									
Cuadro de evaluación de patologías encontradas en el reservorio									
Area	332.06m2	Nivel de severidad	1	L	Area afectada	Area no afectada	Area afectada	Area no afectada	Nivel
Muestra	2		2	M					
Elemento	EXT.CUPULA		3	S					
Tipos de Patologías					m2	m2	%	%	s
(1)	Cangrejas				0.00	332.06	0.00%	100.00%	L
(2)	Corrosion				0.00	332.06	0.00%	100.00%	L
(3)	Carbonatacion del Concreto				0.00	332.06	0.00%	100.00%	L
(4)	Delaminacion del concreto				0.00	332.06	0.00%	100.00%	L
(5)	Delaminacion del agregado				0.00	332.06	0.00%	100.00%	L
(6)	Distorsion				0.00	332.06	0.00%	100.00%	L
(7)	Disgregamiento				0.00	332.06	0.00%	100.00%	L
(8)	Eflorescencia				183.40	148.66	55.23%	44.77%	S
(9)	Erosion				0.00	332.06	0.00%	100.00%	L
(10)	Exudacion				0.00	332.06	0.00%	100.00%	L
(11)	Filtracion				0.00	332.06	0.00%	100.00%	L
(12)	Fisura				0.50	331.56	0.15%	99.85%	L
(13)	Humedad				20.00	312.06	6.02%	93.98%	L
Area Total Afectada (m2)					203.9				
Area Total no Afectada (m2)					128				
Area Total Afectada (%)					61.40%				
Area Total no Afectada (%)					38.60%				
Nivel de Severidad (S)					<b>S</b>				

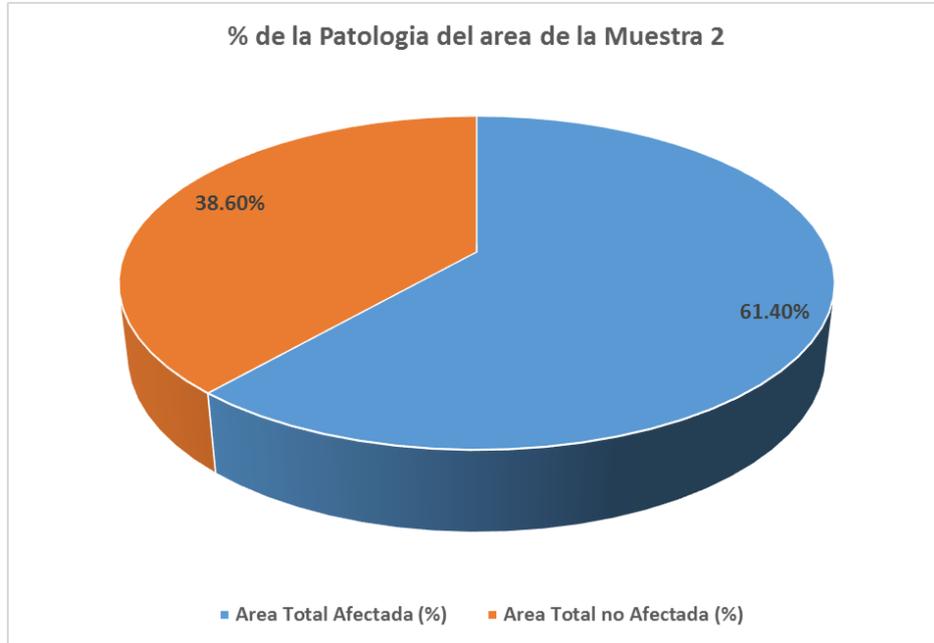
**Tabla N°4: Evaluación de Unidad de Muestra**

Fuente: Propia

## Gráficos de la Muestra 2

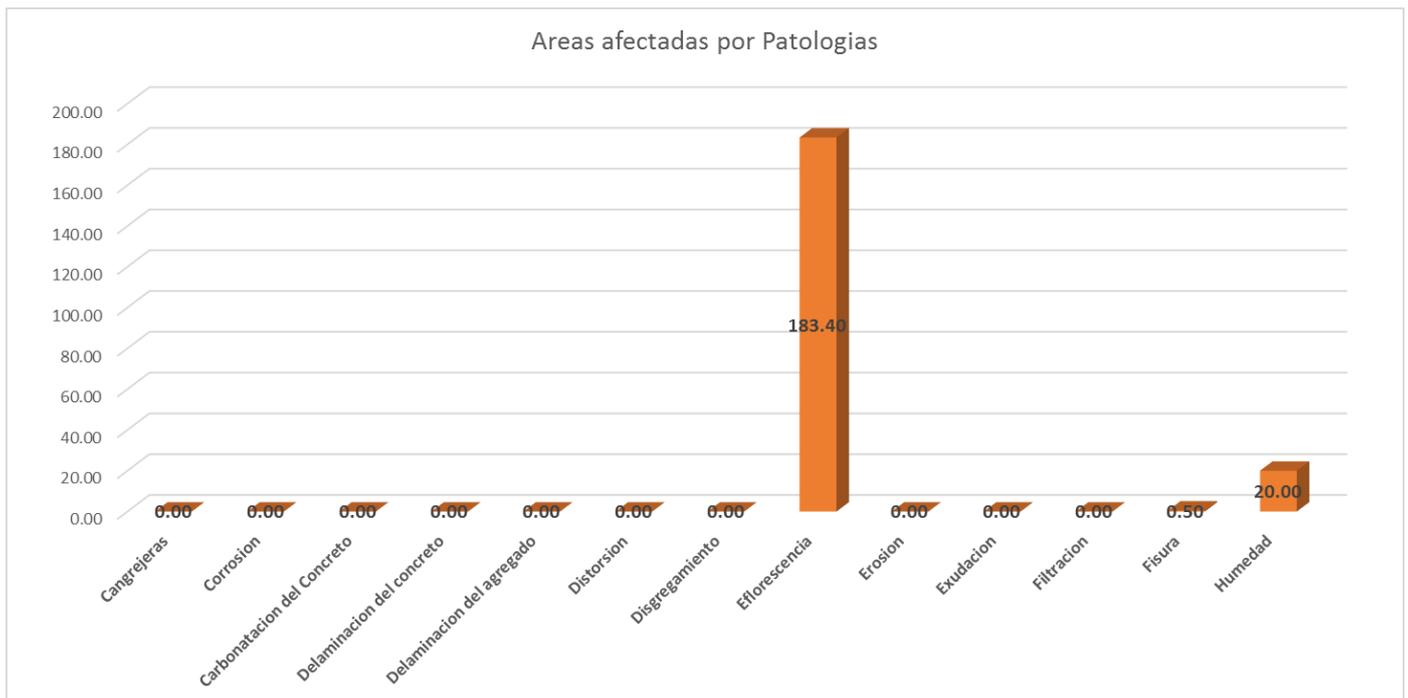
### Gráfico N°31: % de Áreas afectadas.

Fuente: Propia.



### Gráfico N°32: % de Patologías.

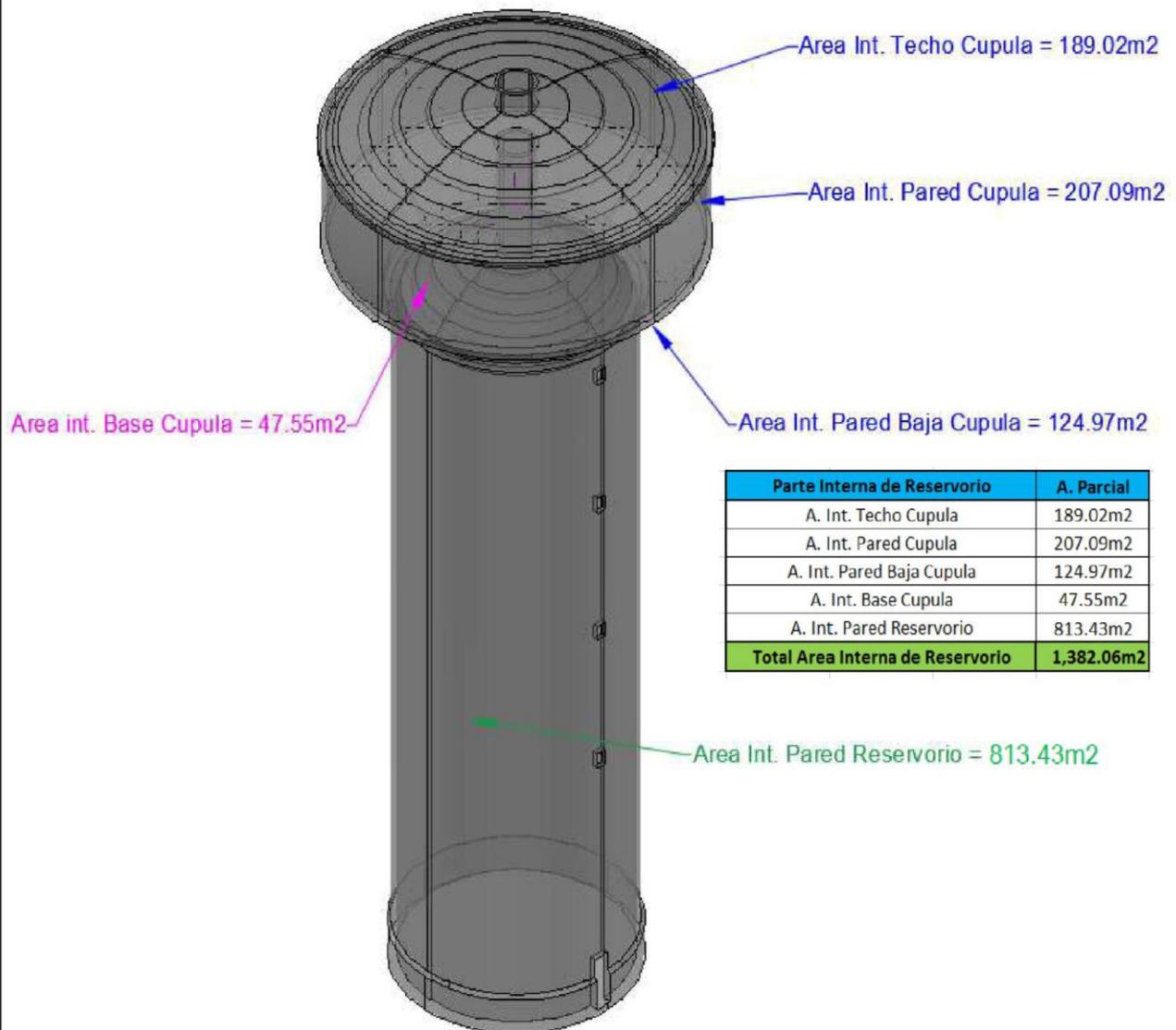
Fuente: Propia.



## Área Interna del Reservorio Elevado donde se tomaron las muestras

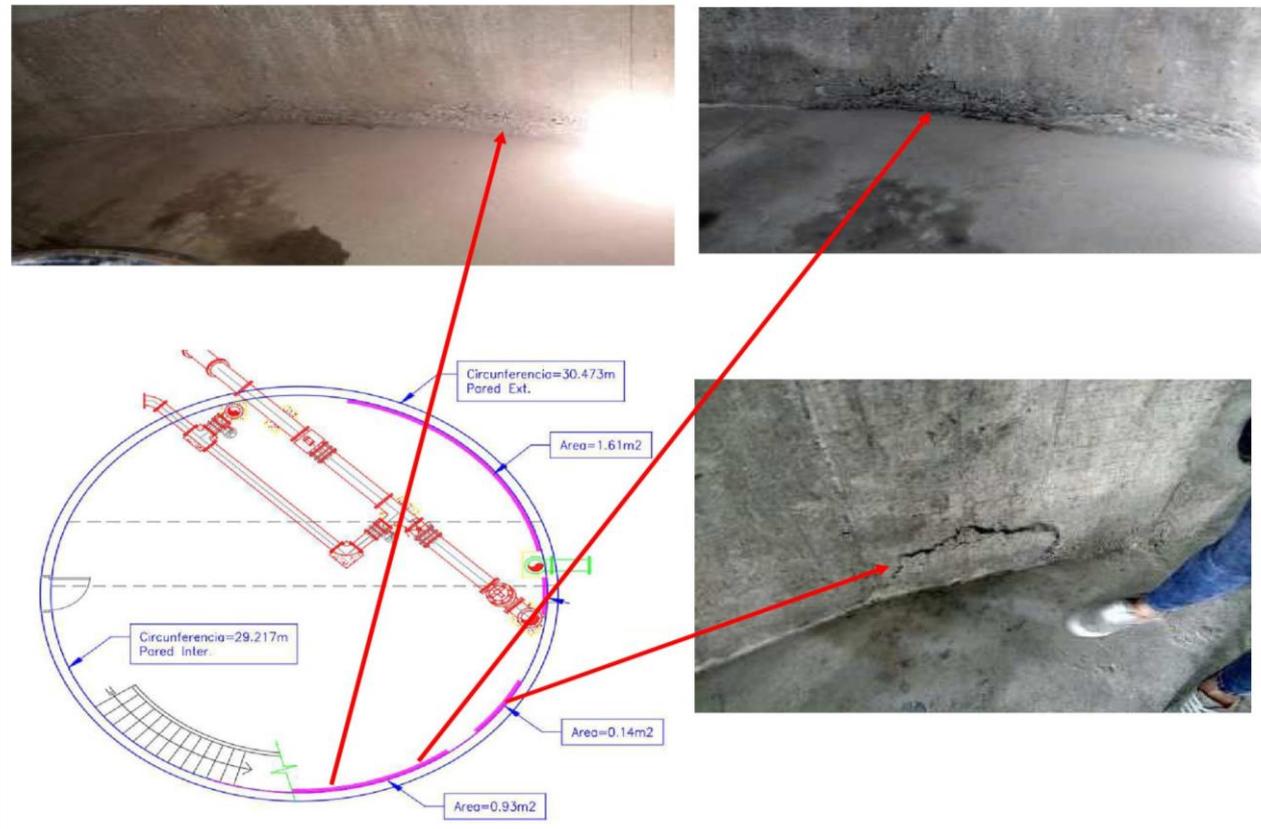
 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE	<b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE                  CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R11 -                  MIRAFLORES, CAPACIDAD 700 M3 - CASTILLA, PIURA, ABRIL                  2018</b>	Bachiller : Karen Calderon Paredes Asesor : Mg. Carmen Chilon Carrera : Ingenieria Civil Ciudad : Piura
---	---	--

### AREAS DEL RESERVORIO - PARTE INTERIOR



Parte Interna de Reservorio	A. Parcial
A. Int. Techo Cupula	189.02m2
A. Int. Pared Cupula	207.09m2
A. Int. Pared Baja Cupula	124.97m2
A. Int. Base Cupula	47.55m2
A. Int. Pared Reservorio	813.43m2
<b>Total Area Interna de Reservorio</b>	<b>1,382.06m2</b>

### Muestra 3

	<b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R11 - MIRAFLORES, CAPACIDAD 700 M3 - CASTILLA, PIURA, ABRIL 2018</b>		<i>Bachiller : Karen Calderon Paredes</i> <i>Asesor : Mg. Carmen Chilon</i> <i>Carrera : Ingeniería Civil</i> <i>Ciudad : Piura</i>						
	<b>INTERIOR - AREA PARED RESERVORIO = 813.43 m2</b>								
									
<b>Cuadro de evaluación de patologías encontradas en el reservorio</b>									
<b>Area</b>	<b>813.43m2</b>	<b>Nivel de severidad</b>	<b>1</b>	<b>L</b>	<b>Area afectada</b>	<b>Area no afectada</b>	<b>Area afectada</b>	<b>Area no afectada</b>	<b>Nivel</b>
<b>Muestra</b>	<b>3</b>		<b>2</b>	<b>M</b>					
<b>Elemento</b>	<b>E. Soporte</b>		<b>3</b>	<b>S</b>					
Tipos de Patologías					m2	m2	%	%	s
(1)	Cangrejas				1.07	812.36	0.13%	99.87%	L
(2)	Corrosion				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(3)	Carbonatacion del Concreto				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(4)	Delaminacion del concreto				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(5)	Delaminacion del agregado				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(6)	Distorsion				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(7)	Disgregamiento				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(8)	Eflorescencia				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(9)	Erosion				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(10)	Exudacion				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(11)	Filtracion				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(12)	Fisura				0.50	812.93	0.06%	99.94%	L
(13)	Humedad				1.10	812.33	0.14%	99.86%	L
Area Total Afectada (m2)					2.67				
Area Total no Afectada (m2)					811				
Area Total Afectada (%)					0.33%				
Area Total no Afectada (%)					99.67%				
Nivel de Severidad (S)									L

**Tabla N°5: Evaluación de Unidad de Muestra**

Fuente: Propia

### Gráficos de la Muestra 3

Gráfico N°33: % de Áreas afectadas

Fuente: Propia.

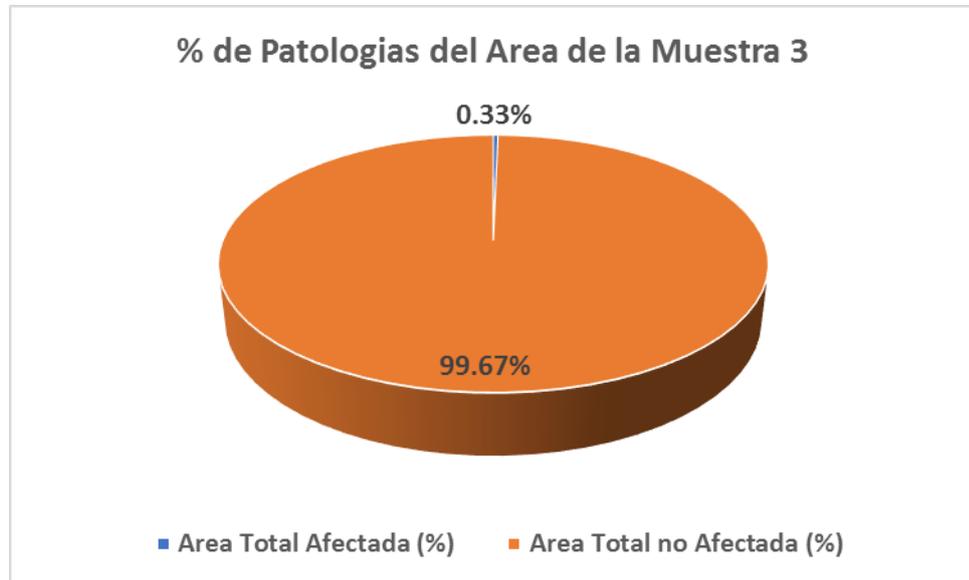
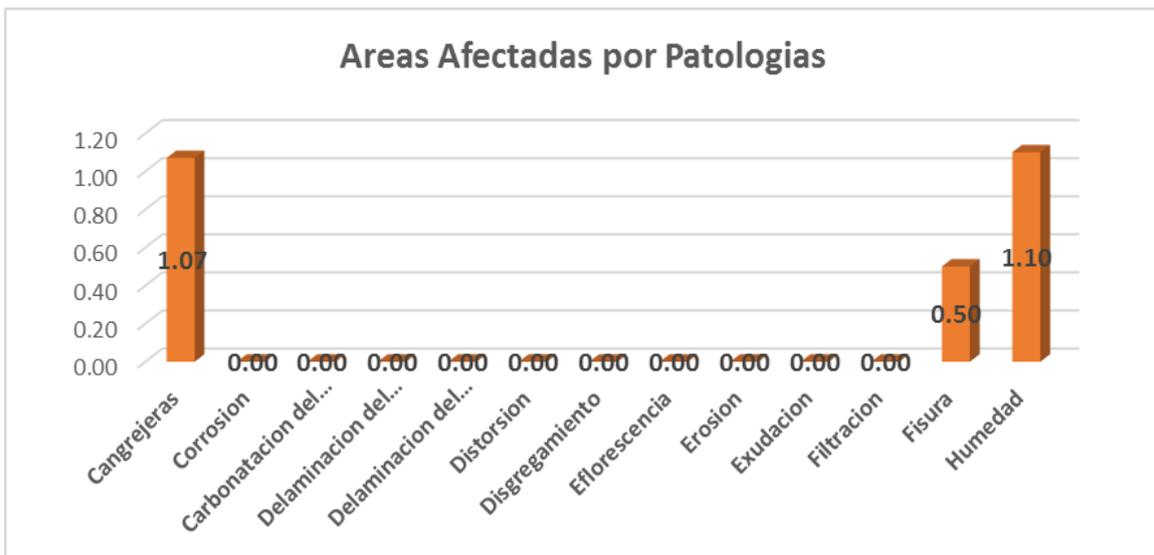
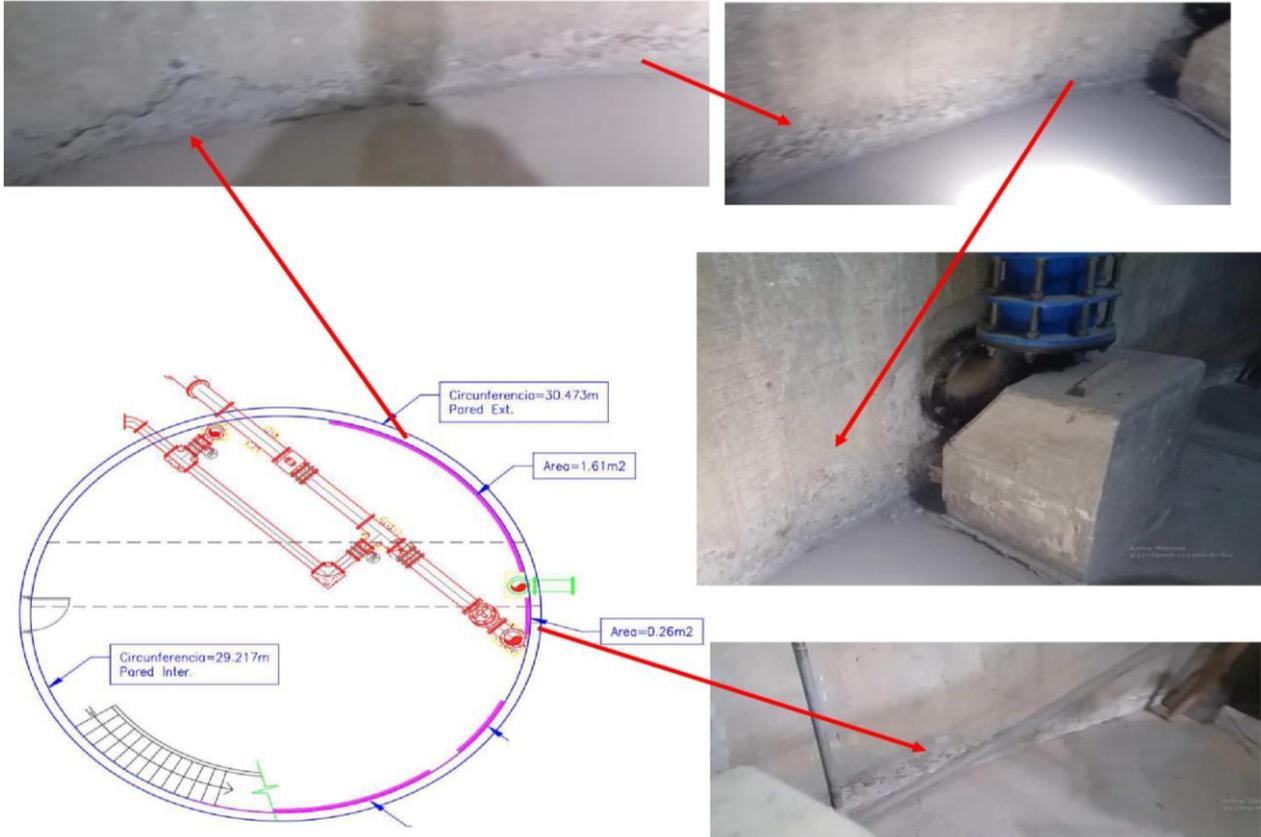


Gráfico N°34: % de Patologías.

Fuente: Propia.



## Muestra 4

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE	<b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R11 - MIRAFLORES, CAPACIDAD 700 M3 - CASTILLA, PIURA, ABRIL 2018</b>			<b>Bachiller :</b> Karen Calderon Paredes <b>Asesor :</b> Mg. Carmen Chilon <b>Carrera :</b> Ingenieria Civil <b>Ciudad :</b> Piura					
	<b>INTERIOR - AREA PARED DE RESERVORIO = 813.43 m2</b>								
									
Cuadro de evaluación de patologías encontradas en el reservorio									
<b>Area</b>	<b>813.43m2</b>	<b>Nivel de severidad</b>	<b>1</b>	<b>L</b>	<b>Area afectada</b>	<b>Area no afectada</b>	<b>Area afectada</b>	<b>Area no afectada</b>	<b>Nivel</b>
<b>Muestra</b>	<b>4</b>		<b>2</b>	<b>M</b>					
<b>Elemento</b>	<b>E. Soporte</b>		<b>3</b>	<b>S</b>					
Tipos de Patologías					m2	m2	%	%	s
(1)	Cangrejeras				1.87	811.56	0.23%	99.77%	L
(2)	Corrosion				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(3)	Carbonatacion del Concreto				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(4)	Delaminacion del concreto				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(5)	Delaminacion del agregado				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(6)	Distorsion				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(7)	Disgregamiento				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(8)	Eflorescencia				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(9)	Erosion				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(10)	Exudacion				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(11)	Filtracion				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(12)	Fisura				0.50	812.93	0.06%	99.94%	L
(13)	Humedad				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
Area Total Afectada (m2)					2.37				
Area Total no Afectada (m2)					811				
Area Total Afectada (%)					0.29%				
Area Total no Afectada (%)					99.71%				
Nivel de Severidad (S)									L

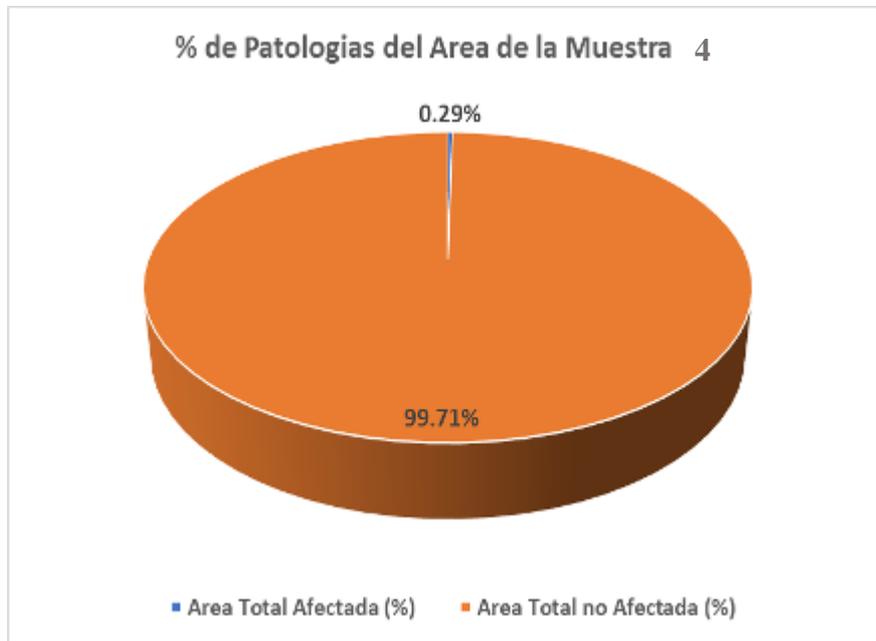
**Tabla N°6: Evaluación de Unidad de Muestra**

Fuente: Propia

## Gráficos de la Muestra 4

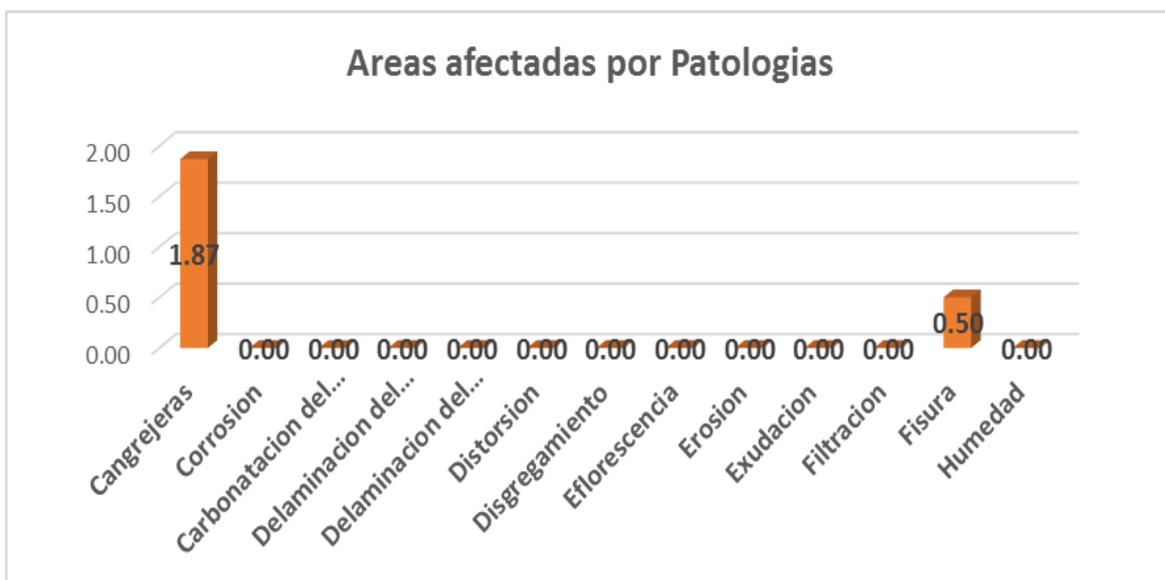
### Gráfico N°35: % de Áreas afectadas

Fuente: Propia.

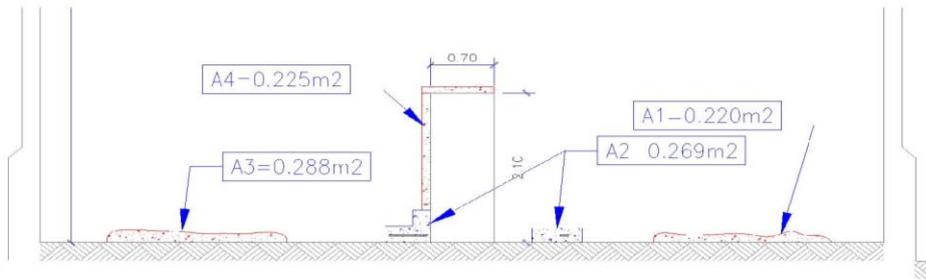


### Gráfico N°36: % de Patologías.

Fuente: Propia.



## Muestra 5

 UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES CHIMBOTE		DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R11 - MIRAFLORES, CAPACIDAD 700 M3 - CASTILLA, PIURA, ABRIL 2018			Bachiller : Karen Calderon Paredes Asesor : Mg. Carmen Chilon Carrera : Ingenieria Civil Ciudad : Piura				
<b>INTERIOR - AREA PARED DE RESERVORIO, CORTE A-A = 813.43 m<sup>2</sup></b>									
									
									
Cuadro de evaluación de patologías encontradas en el reservorio									
Area	813.43m <sup>2</sup>	Nivel de severidad	1	L	Area afectada	Area no afectada	Area afectada	Area no afectada	Nivel
Muestra	5		2	M					
Elemento	E. Soporte		3	S					
Tipos de Patologías					m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	%	%	s
(1)	Cangrejeras				1.00	812.43	0.12%	99.88%	L
(2)	Corrosion				0.20	813.23	0.02%	99.98%	L
(3)	Carbonatacion del Concreto				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(4)	Delaminacion del concreto				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(5)	Delaminacion del agregado				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(6)	Distorsion				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(7)	Disgregamiento				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(8)	Eflorescencia				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(9)	Erosion				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(10)	Exudacion				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(11)	Filtracion				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(12)	Fisura				0.10	813.33	0.01%	99.99%	L
(13)	Humedad				0.40	813.03	0.05%	99.95%	L
Area Total Afectada (m <sup>2</sup> )					1.702				
Area Total no Afectada (m <sup>2</sup> )					812				
Area Total Afectada (%)					0.21%				
Area Total no Afectada (%)					99.79%				
Nivel de Severidad (S)									L

**Tabla N°7: Evaluación de Unidad de Muestra**

Fuente: Propia

## Gráficos de la Muestra 5

Gráfico N°37: % de Áreas afectadas.

Fuente: Propia.

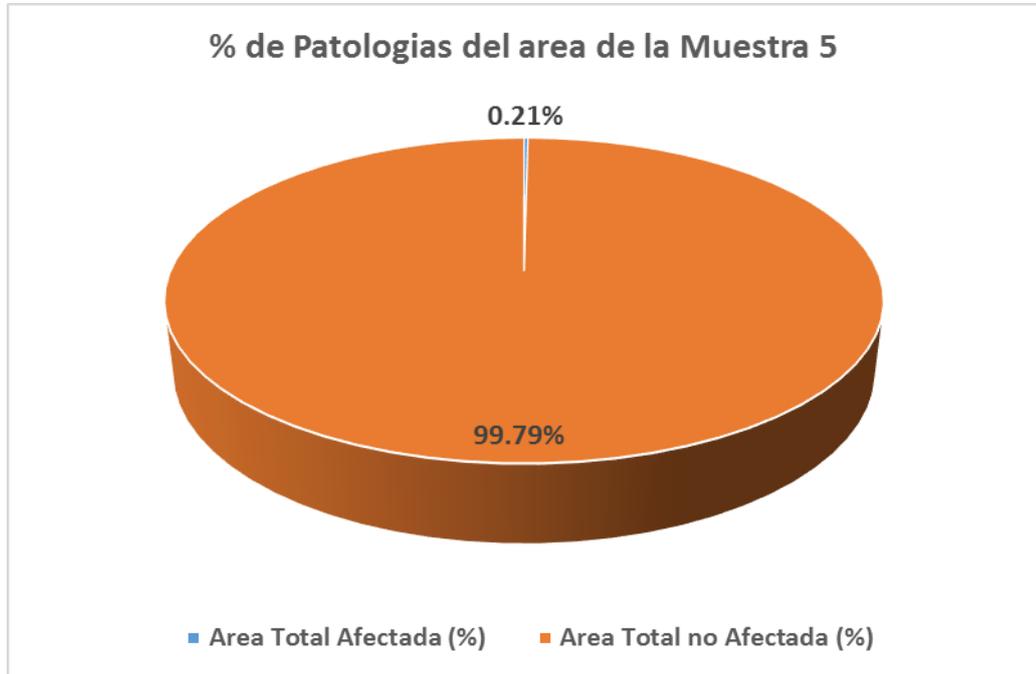
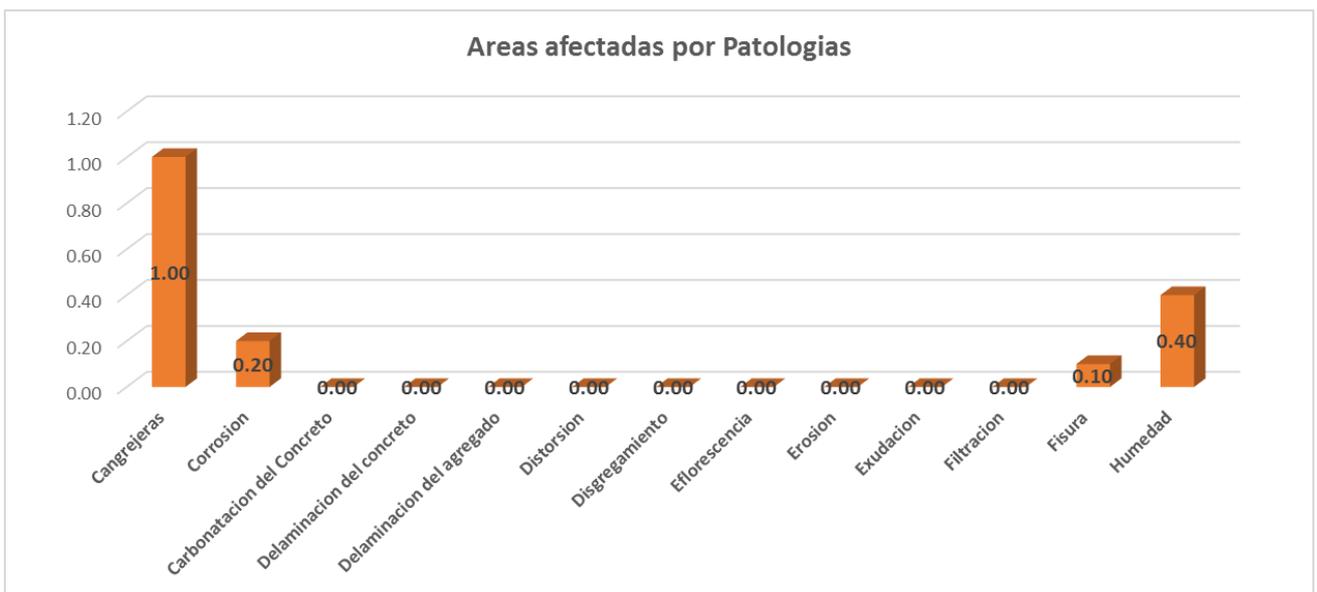


Gráfico N°38: % de Patologías.

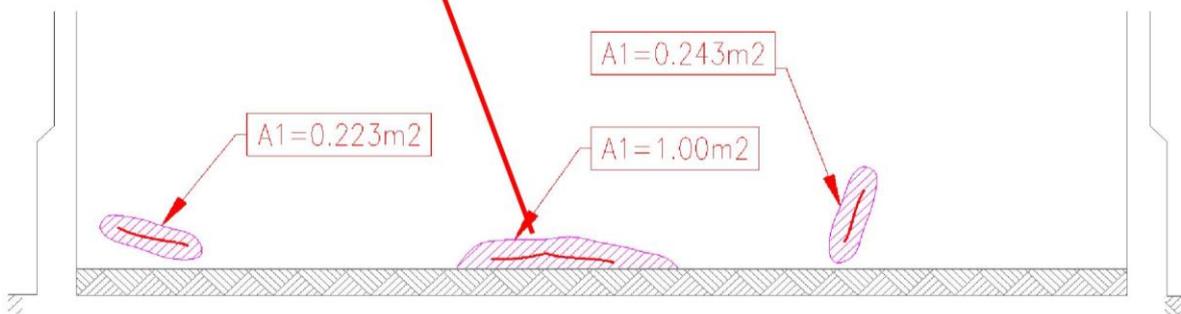
Fuente: Propia.



## Muestra 6

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE	<b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R11 - MIRAFLORES, CAPACIDAD 700 M3 - CASTILLA, PIURA, ABRIL 2018</b>	Bachiller : Karen Calderon Paredes
		Asesor : Mg. Carmen Chilon Carrera : Ingeniería Civil Ciudad : Piura

**INTERIOR - AREA PARED DE RESERVORIO, CORTE A-A (PARTE IZQUIERDA) = 813.43 m<sup>2</sup>**



Cuadro de evaluación de patologías encontradas en el reservorio

Area	813m <sup>2</sup>	Nivel de severidad	1	L	Area afectada	Area no afectada	Area afectada	Area no afectada	Nivel
Muestra	6		2	M					
Elemento	Soporte		3	S					
Tipos de Patologías					m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	%	%	s
(1)	Cangrejezas				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(2)	Corrosion				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(3)	Carbonatacion del Concreto				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(4)	Delaminacion del concreto				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(5)	Delaminacion del agregado				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(6)	Distorsion				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(7)	Disgregamiento				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(8)	Eflorescencia				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(9)	Erosion				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(10)	Exudacion				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(11)	Filtracion				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
(12)	Fisura				1.47	811.97	0.18%	99.82%	L
(13)	Humedad				0.00	813.43	0.00%	100.00%	L
Area Total Afectada (m <sup>2</sup> )					1.466				
Area Total no Afectada (m <sup>2</sup> )					812				
Area Total Afectada (%)					0.18%				
Area Total no Afectada (%)					99.82%				
Nivel de Severidad (S)									L

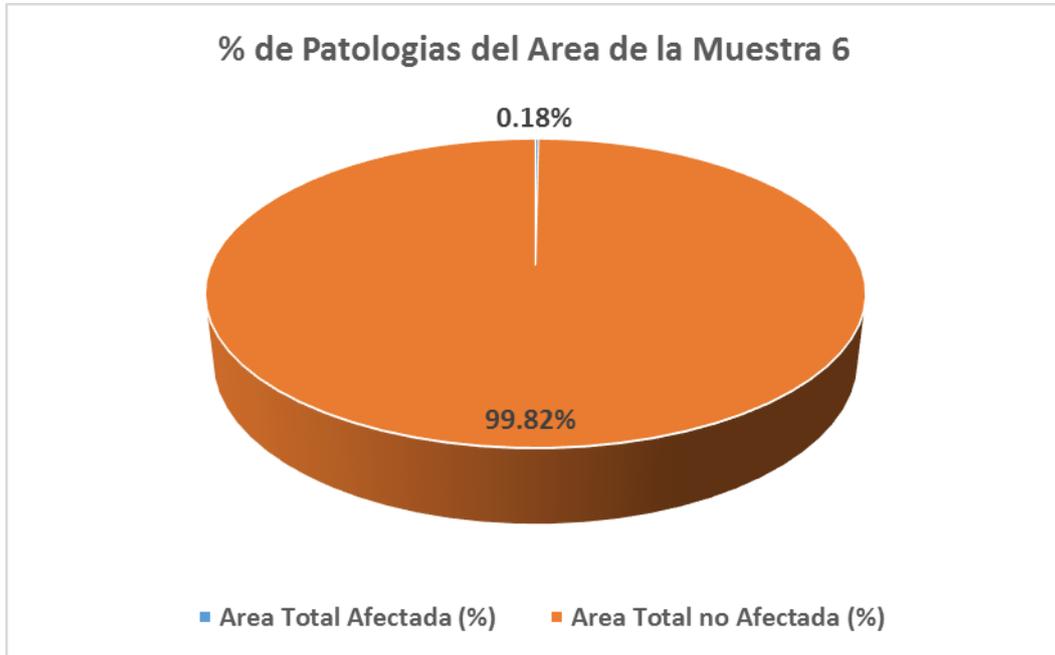
**Tabla N°8: Evaluación de Unidad de Muestra**

Fuente: Propia

## Gráficos de la Muestra 6

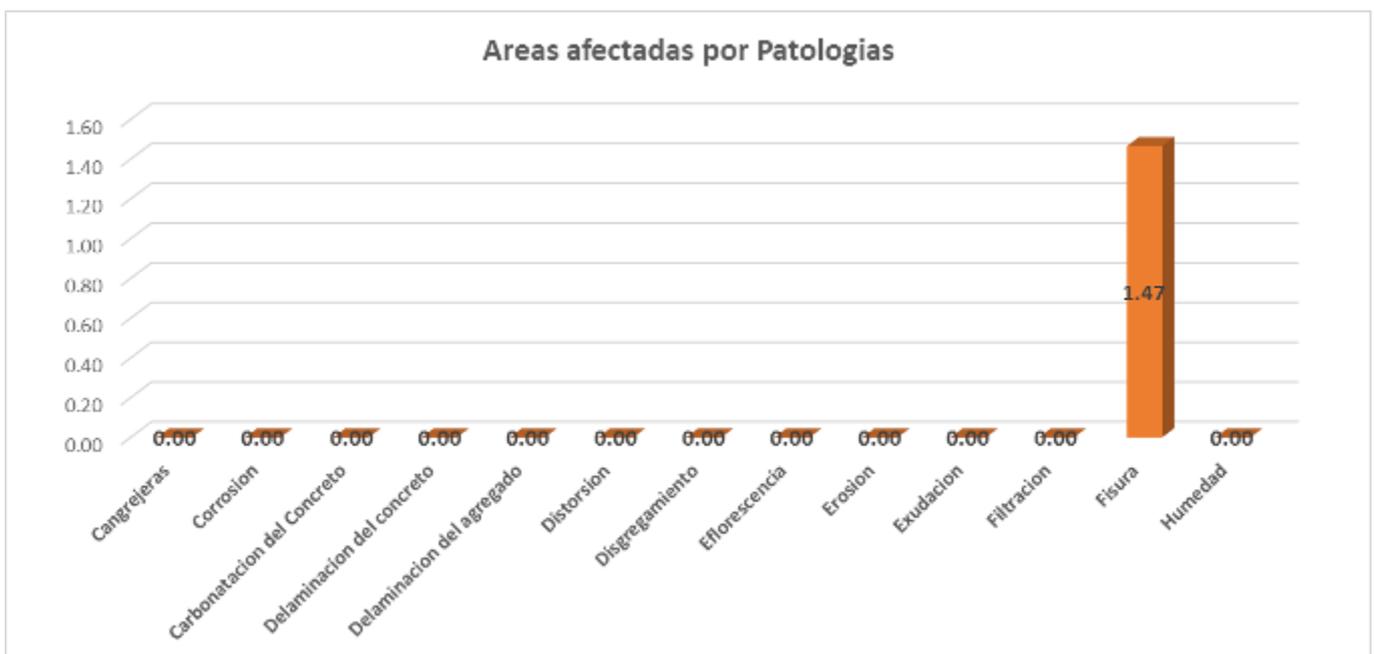
### Gráfico N°39: % de Áreas afectadas.

Fuente: Propia.



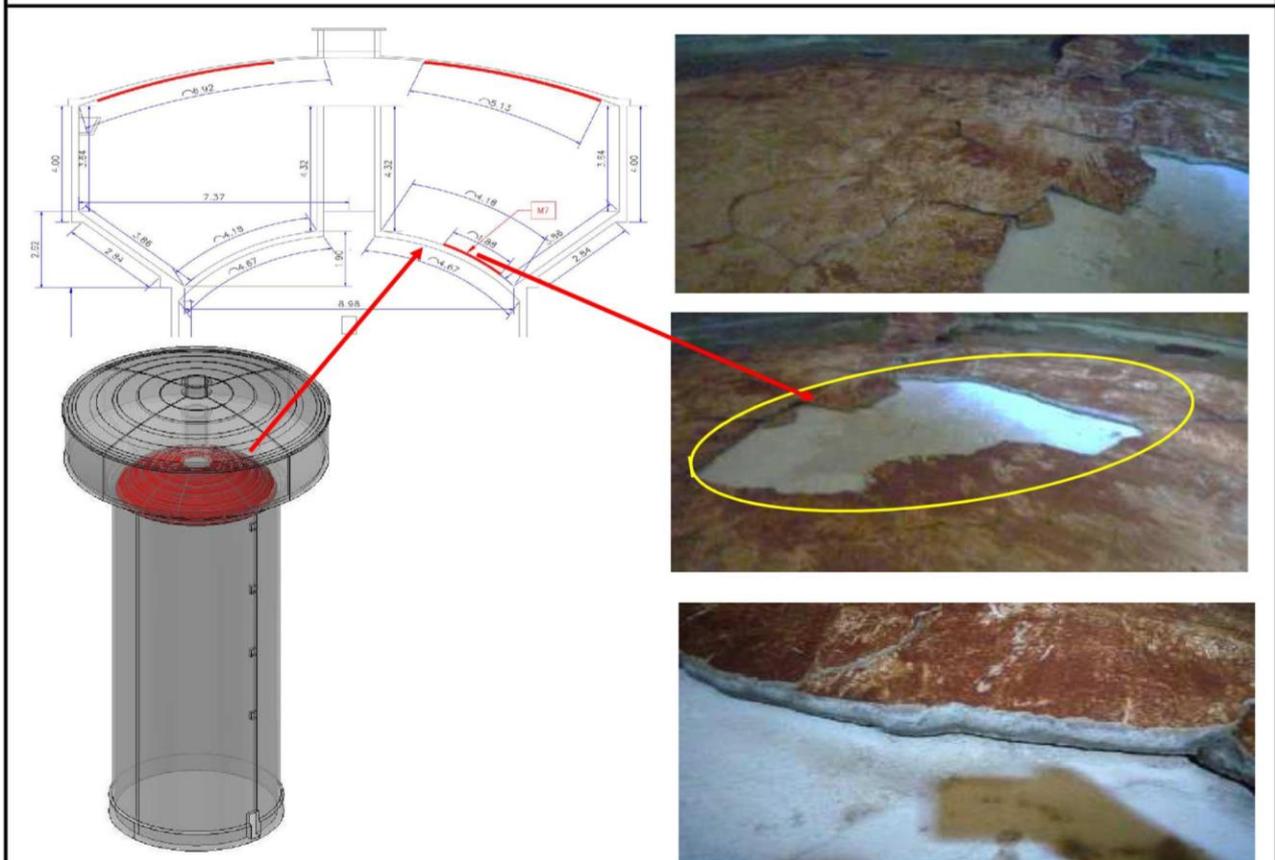
### Gráfico N°40: % de Patologías.

Fuente: Propia.



## Muestra 7

	<b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVOIRIO ELEVADO R11 - MIRAFLORES, CAPACIDAD 700 M3 - CASTILLA, PIURA, ABRIL 2018</b>	<b>Bachiller :</b> Karen Calderon Paredes <b>Asesor :</b> Mg. Carmen Chilon <b>Carrera :</b> Ingenieria Civil <b>Ciudad :</b> Piura
	<b>INTERIOR - AREA CUPULA INTERNO = 47.50 m2</b>	



Cuadro de evaluación de patologías encontradas en el reservorio

Area	47.50m2	Nivel de severidad	1	L	Area afectada	Area no afectada	Area afectada	Area no afectada	Nivel
Muestra	7		2	M					
Elemento	Cupula		3	S					
Tipos de Patologías					m2	m2	%	%	s
(1)	Cangrejas				0.00	47.50	0.00%	100.00%	L
(2)	Corrosion				0.00	47.50	0.00%	100.00%	L
(3)	Carbonatacion del Concreto				0.00	47.50	0.00%	100.00%	L
(4)	Delaminacion del concreto				26.36	21.14	55.49%	44.51%	S
(5)	Delaminacion del agregado				0.00	47.50	0.00%	100.00%	L
(6)	Distorsion				0.00	47.50	0.00%	100.00%	L
(7)	Disgregamiento				0.00	47.50	0.00%	100.00%	L
(8)	Eflorescencia				0.00	47.50	0.00%	100.00%	L
(9)	Erosion				0.00	47.50	0.00%	100.00%	L
(10)	Exudacion				0.00	47.50	0.00%	100.00%	L
(11)	Filtracion				0.00	47.50	0.00%	100.00%	L
(12)	Fisura				0.80	46.70	1.68%	98.32%	L
(13)	Humedad				1.00	46.50	2.11%	97.89%	L
Area Total Afectada (m2)					28.16				
Area Total no Afectada (m2)					19				
Area Total Afectada (%)					59.28%				
Area Total no Afectada (%)					40.72%				
Nivel de Severidad (S)					<b>S</b>				

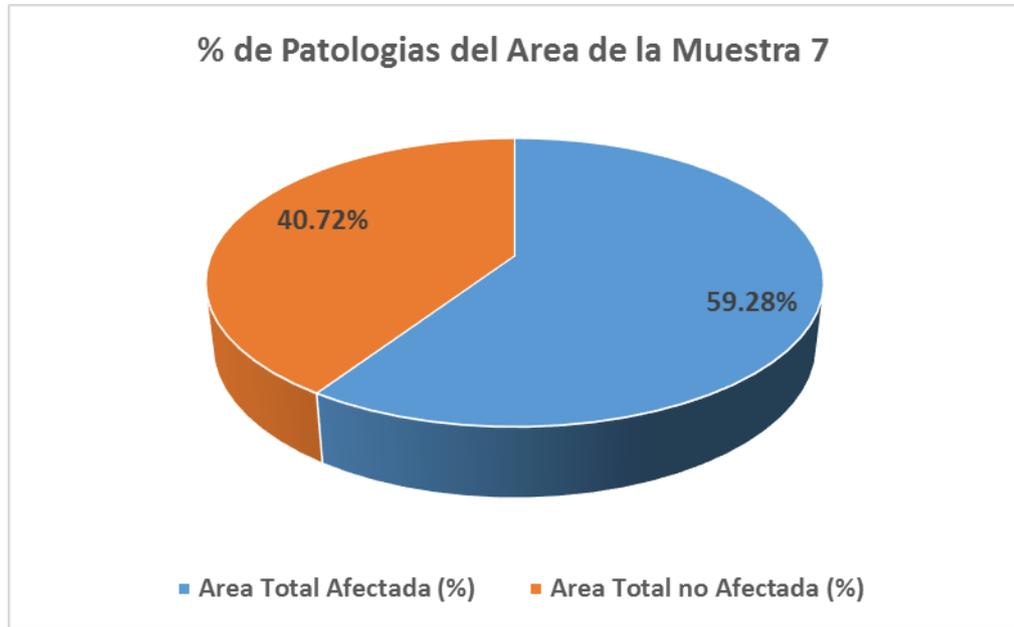
Tabla N°9: Evaluación de Unidad de Muestra

Fuente: Propia

## Gráficos de la Muestra 7

### Gráfico N°41: % de Áreas afectadas.

Fuente: Propia.

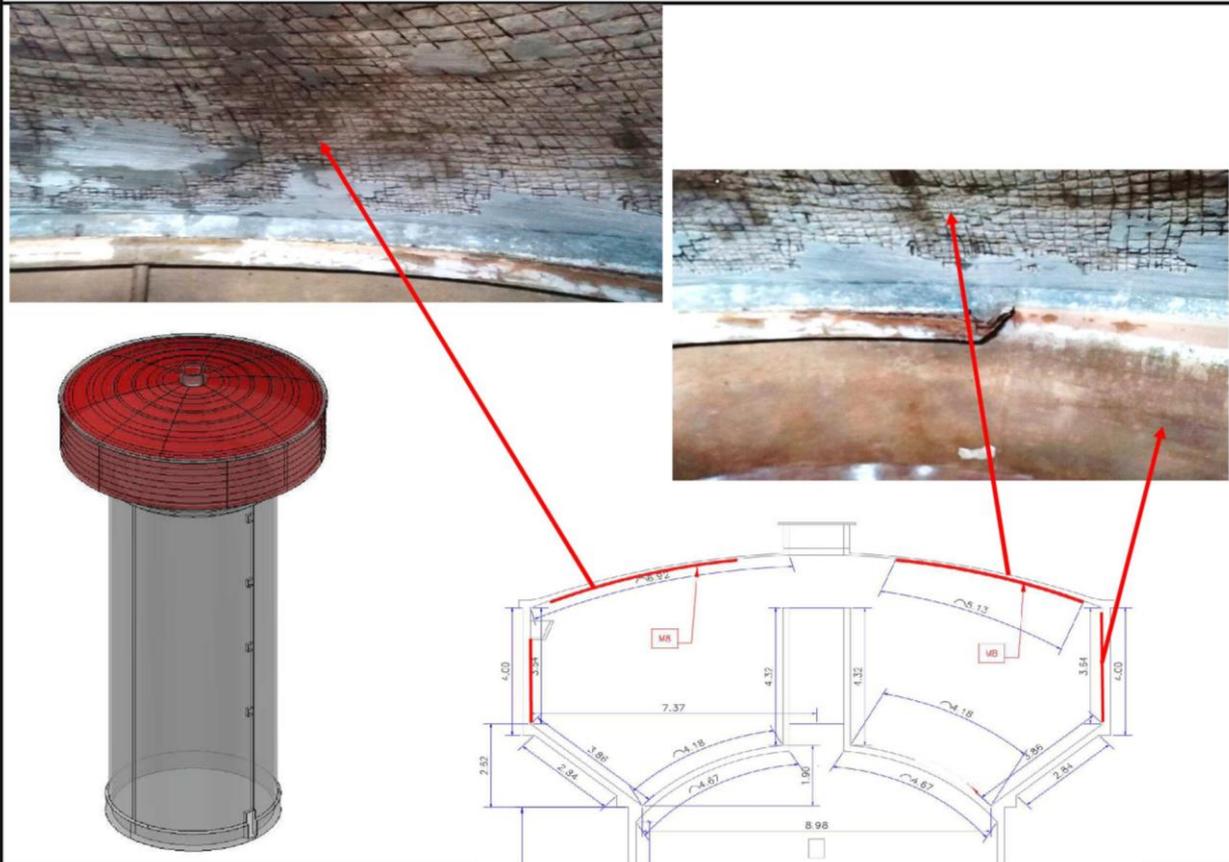


### Gráfico N°42: % de Patologías.

Fuente: Propia.



## Muestra 8

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE		DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R11 - MIRAFLORES, CAPACIDAD 700 M3 - CASTILLA, PIURA, ABRIL 2018		Bachiller : Karen Calderon Paredes Asesor : Mg. Carmen Chilon Carrera : Ingeniería Civil Ciudad : Piura					
<b>INTERIOR - AREA TECHO CUPULA + PARED = 396.11 m2</b>									
									
<b>Cuadro de evaluación de patologías encontradas en el reservorio</b>									
Area	396.11m2	Nivel de severidad	1	L	Area afectada	Area no afectada	Area afectada	Area no afectada	Nivel
Muestra	8		2	M					
Elemento	Cupula		3	S					
Tipos de Patologias					m2	m2	%	%	s
(1)	Cangrejas				0.00	396.11	0.00%	100.00%	L
(2)	Corrosion				189.02	207.09	47.72%	52.28%	S
(3)	Carbonatacion del Concreto				0.00	396.11	0.00%	100.00%	L
(4)	Delaminacion del concreto				46.80	349.31	11.81%	88.19%	M
(5)	Delaminacion del agregado				0.00	396.11	0.00%	100.00%	L
(6)	Distorsion				0.00	396.11	0.00%	100.00%	L
(7)	Disgregamiento				0.00	396.11	0.00%	100.00%	L
(8)	Eflorescencia				0.00	396.11	0.00%	100.00%	L
(9)	Erosion				0.00	396.11	0.00%	100.00%	L
(10)	Exudacion				0.00	396.11	0.00%	100.00%	L
(11)	Filtracion				0.00	396.11	0.00%	100.00%	L
(12)	Fisura				0.00	396.11	0.00%	100.00%	L
(13)	Humedad				25.00	371.11	6.31%	93.69%	L
Area Total Afectada (m2)					260.82				
Area Total no Afectada (m2)					135				
Area Total Afectada (%)					65.85%				
Area Total no Afectada (%)					34.15%				
Nivel de Severidad (S)					<b>S</b>				

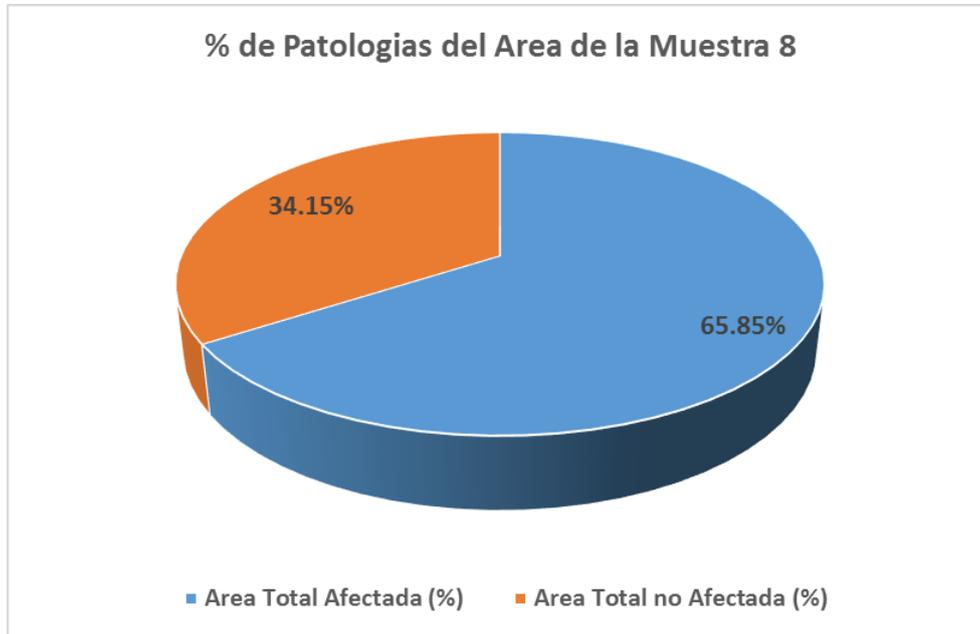
**Tabla N°10: Evaluación de Unidad de Muestra**

Fuente: Propia

## Gráficos de la Muestra 8

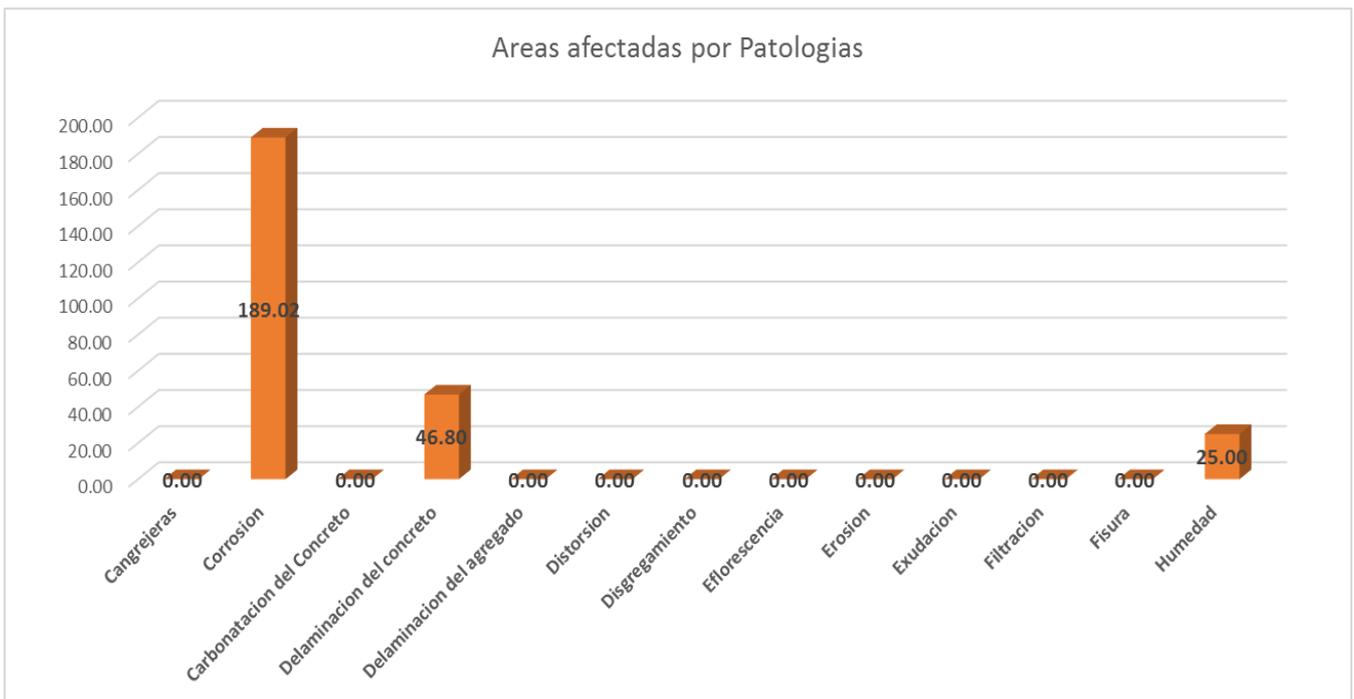
### Gráfico N°43: % de Áreas afectadas.

Fuente: Propia.



### Gráfico N°44: % de Patologías.

Fuente: Propia.



## RESUMEN

**Tabla N°11: Resumen de muestras.**

Fuente: Elaboración Propia

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE			<p align="center"><b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO</b>  <b>R11 - MIRAFLORES, CAPACIDAD 700 M3 - CASTILLA, PIURA, ABRIL 2018</b></p>										Bachiller : Karen Calderon Paredes Asesor : Mg. Carmen Chilon Carrera : Ingenieria Civil Ciudad : Piura		
<b>RESUMEN DE PATOLOGIAS ENCONTRADAS EN LA ESTRUCTURA</b>															
			<i>Cuadro de evaluación de patologías encontradas en el reservorio</i>												
Elemento	E. Soporte	Cupula	Nivel de severidad	1	L	Area afectada (M2)		Area no afectada (M2)		Area afectada (%)		Area no afectada (%)		Nivel de severidad	
Area Exter.	891.56m2	521.08m2		2	M	Soporte	Cupula	Soporte	Cupula	Soporte	Cupula	Soporte	Cupula	Soporte	Cupula
Area Int.	813.43m2	568.63m2		3	S										
<b>Total</b>	<b>1,705.00m2</b>	<b>1,089.71m2</b>													
Tipos de Patologias						m2	m2	m2	m2	%	%	%	%	s	s
(1)	Eflorescencia del Concreto					0.00	183.40	1704.996	906.31	0.00%	16.83%	100.00%	83.17%	L	M
(2)	Corrosion					0.20	189.02	1,704.80	900.69	0.01%	17.35%	99.99%	82.65%	L	M
(3)	Humedad					1.50	46.00	1,703.50	1,043.71	0.09%	4.22%	99.91%	95.78%	L	L
(4)	Fisuras					2.68	1.30	1,702.32	1,088.41	0.16%	0.12%	99.84%	99.88%	L	L
(5)	Cangrejas					12.49	0.00	1,692.51	1,089.71	0.73%	0.00%	99.27%	100.00%	L	L
(6)	Delaminacion o Desprendimiento del Concreto					0.00	73.16	1,705.00	1,016.55	0.00%	6.71%	100.00%	93.29%	L	L
Area Total Afectada (m2)						16.86	492.88	Con el presente resultado podemos apreciar que, la patologia con el mayor porcentaje de incidencia es, " <b>Corrosion con 17.35%</b> ", "Eflorescencia del Concreto con un 16.83%", "delaminacion o desprendimiento" con un 6.71%, "Humedad con 4.22% y Fisuras con un 0.12% de afectacion a la " <b>Cupula</b> "; lo cual deja a la <b>Estructura de Soporte</b> con " <b>Cangrejas con 0.73%</b> ", "Fisuras con 0.16%", "Humedad 0.09%" y "Corrosion con 0.01%", generadas por un mal proceso constructivo y tiempo de uso de la estructura, como se aprecia en las imagenes referidas en las muestras"							
Area Total no Afectada (m2)						1,688	597								
Area Total Afectada (%)						0.99%	45.23%								
Area Total no Afectada (%)						99.01%	54.77%								
<b>Nivel de Severidad (S)</b>						L	S								

**Tabla N°12: Resumen del área afectada**

Fuente: Elaboración Propia

 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE</p>	<p><b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R11 - MIRAFLORES, CAPACIDAD 700 M3 - CASTILLA, PIURA, ABRIL 2018</b></p>	<p><b>Bachiller :</b> Karen Calderon Paredes  <b>Asesor :</b> Mg. Carmen Chilon  <b>Carrera :</b> Ingeniería Civil  <b>Ciudad :</b> Piura</p>
--	---	---

**GRAFICO DE % DE AREAS AFECTADAS EN LA ESTRUCTURA**

CUPULA	
Area Total	1,089.71
Area No Afectada	596.827
Area Afectada	492.88

E. SOPORTE	
Area Total	1,705
Area No Afectada	1,688
Area Afectada	16.86



## 4.2. ANALISIS DE RESULTADOS

Para obtener los resultados del reservorio elevado, se fragmento en 2 partes: la estructura de soporte y la cupula.

Para la cupula se lograron obtener muestras internas, y con las muestras obtenidas se menciona lo siguiente:

- ✓ La patología más predominante que se presenta es la “Corrosión” con un 17.35% de incidencia que afecta la cupula de la estructura.
- ✓ Se identifico también “Humedad” en la cupula con un 4.22% de afectación.
- ✓ “Delaminación o desprendimiento” con un 6.71% de afectación.
- ✓ “Eflorescencia del concreto” con 16.83% de afectación.
- ✓ “Fisuras” con un 0.12% de afectación a la cupula.

Para la estructura de soporte se tomaron las muestras exteriores hasta donde se podían apreciar las patologías en mención, y por dentro de la estructura de soporte la patología más predominante fue las cangrejas.

- ✓ Se presentan “Cangrejas” con un 0.73% de afectación las cuales se han formado por un mal proceso constructivo, “fisuras” con un 0.16% y “humedad” con 0.09% y “corrosión” con 0.01%.

Para la presente investigación se obtiene un grado de **severidad Severo**, siendo el caso de la cupula el área más afectada.

En las muestras 1, 3 y 4 se presentan la patología Cangrejas

## V. CONCLUSIONES

### 5.1. ASPECTOS COMPLEMENTARIOS

#### 5.1.1. CONCLUSIONES

Según el análisis de las evaluaciones tomadas en el reservorio elevado R-11, Miraflores, Castilla- Piura se concluye lo siguiente:

- Se identifico mediante las muestras que en la cupula el 45% del área se encuentra afectada por patologías y en la estructura portante el 1% de la estructura presenta patologías, aclarando que la estructura no ha sido analizada en su totalidad.
- Las patologías encontradas en nuestras muestras son las siguientes:

Eflorescencia del Concreto: afectación de 16.83% a la cupula.

Corrosión: 17.35% a la cupula y 0.01% en estructura de soporte de afectación.

Delaminación o desprendimiento del concreto: afectación de 6.71% a la cupula

Humedad: 4.22% en cupula y 0.09% en estructura de soporte.

Fisuras: 0.12% en cupula y 0.16% en estructura de soporte.

Cangrejas: 0.73% en la estructura de soporte.

- Se concluye que las patologías encontradas nos indican un nivel de severidad **Severo**. La cupula presenta área afectada en su totalidad, lo cual requiere de una intervención inmediata y, mientras que en la estructura de soporte se debe de realizar una evaluación estructural y/o ensayos para determinar cuál es el

estado real y tomar la decisión de la reparación o demolición de la misma.

#### **5.1.2. RECOMENDACIONES**

- De acuerdo al deterioro existente en la cupula; se recomienda efectuar ensayos de laboratorio para determinar su deterioro estructural.
- Para la estructura de soporte se recomienda realizar una evaluación estructural por especialistas y/o ensayos para conocer el estado real de la misma y determinar si necesita mantenimiento o demolición ya que la estructura cumplió su tiempo de vida útil.
- Es importante recomendar que para cualquier tipo de edificación a diseñar y construir se tome muy en cuenta la importancia de realizar un buen diseño y un buen proceso constructivo, así evitaremos daños a la estructura a futuro.

## 5.2 REFERENCIAS

1. **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>
2. **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>
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/Barrerajua n2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
4. **Johana C. Sotelo (2016)** DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO REFORZADO DEL RESERVORIO APOYADO CIRCULAR SAN BARTOLO  
<http://revistas.uladech.edu.pe/index.php/increscendo-ingenieria/article/view/1450>
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. **Luis F. Tejada Diaz (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, JUNIO 2015  
<https://mail.google.com/mail/u/1/#inbox/1637f6a40fc457b6?projector=1&messagePartId=0.2>
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. **Dávila C. Oscar (2001)** PATOLOGIA DEL CONCRETO  
<https://drive.google.com/drive/folders/1FXXTNF1TN97gNuWzvh87ByuxmNSAXyzt>
9. **Gabriela Rangel (2004)** PATOLOGIA Y EVALUACION DE ESTRUCTURA  
<https://drive.google.com/drive/folders/1FXXTNF1TN97gNuWzvh87ByuxmNSAXyzt>
10. **AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI)** Causas, Evaluación y Reparación de Fisuras en Estructuras de Hormigón

[https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/publicom/Causas\\_evaluacion\\_reparacion.pdf](https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/publicom/Causas_evaluacion_reparacion.pdf)

**11. Construmática (2015) Fisuras en el Hormigón**

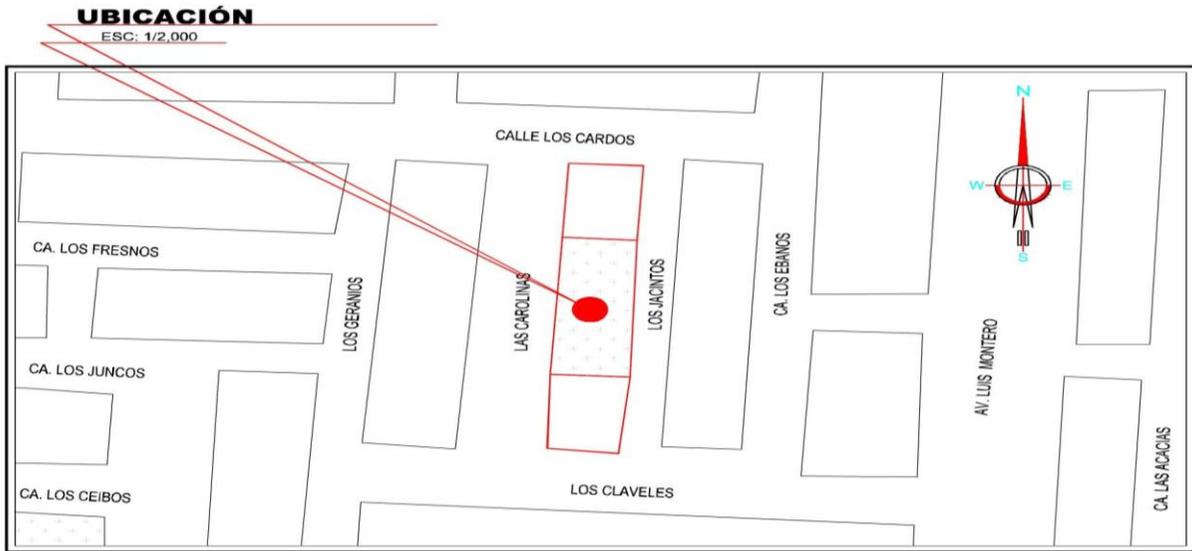
[http://www.construmatica.com/construpedia/Fisuras\\_en\\_el\\_Hormig%C3%B3n](http://www.construmatica.com/construpedia/Fisuras_en_el_Hormig%C3%B3n)

**12. Arango M. Sergio (2013) CAUSAS DE DAÑO EN EL CONCRETO**

<https://es.slideshare.net/SergioPap/patologia-del-concreto-causas-de-daos-en-el-concreto>

# **ANEXOS**

# ANEXO N°01: Planos de Localización y ubicación

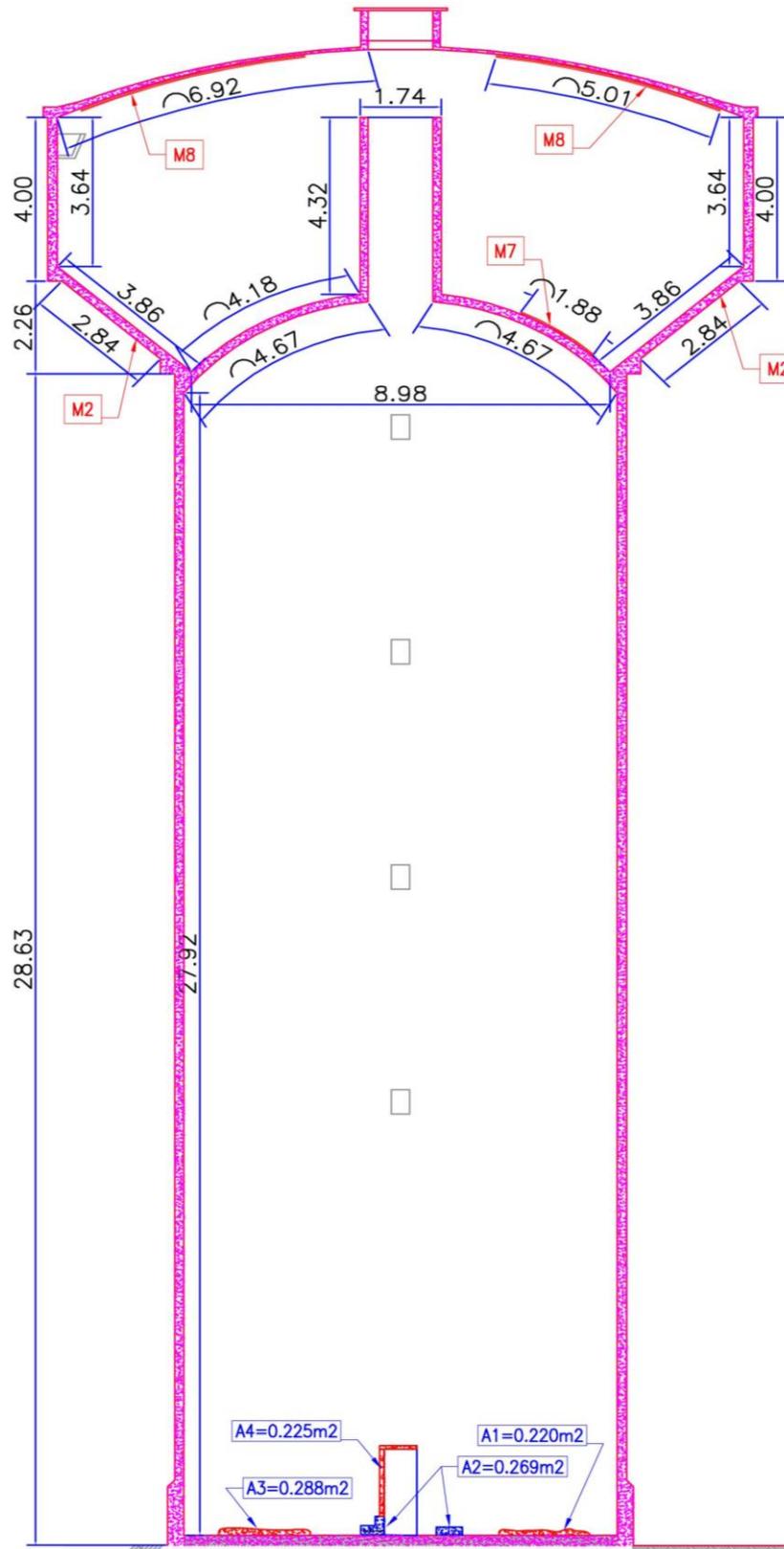


RESERVOIR R11 MIRAFLORES, VISTO DESDE LA CALLE LOS JACINTOS

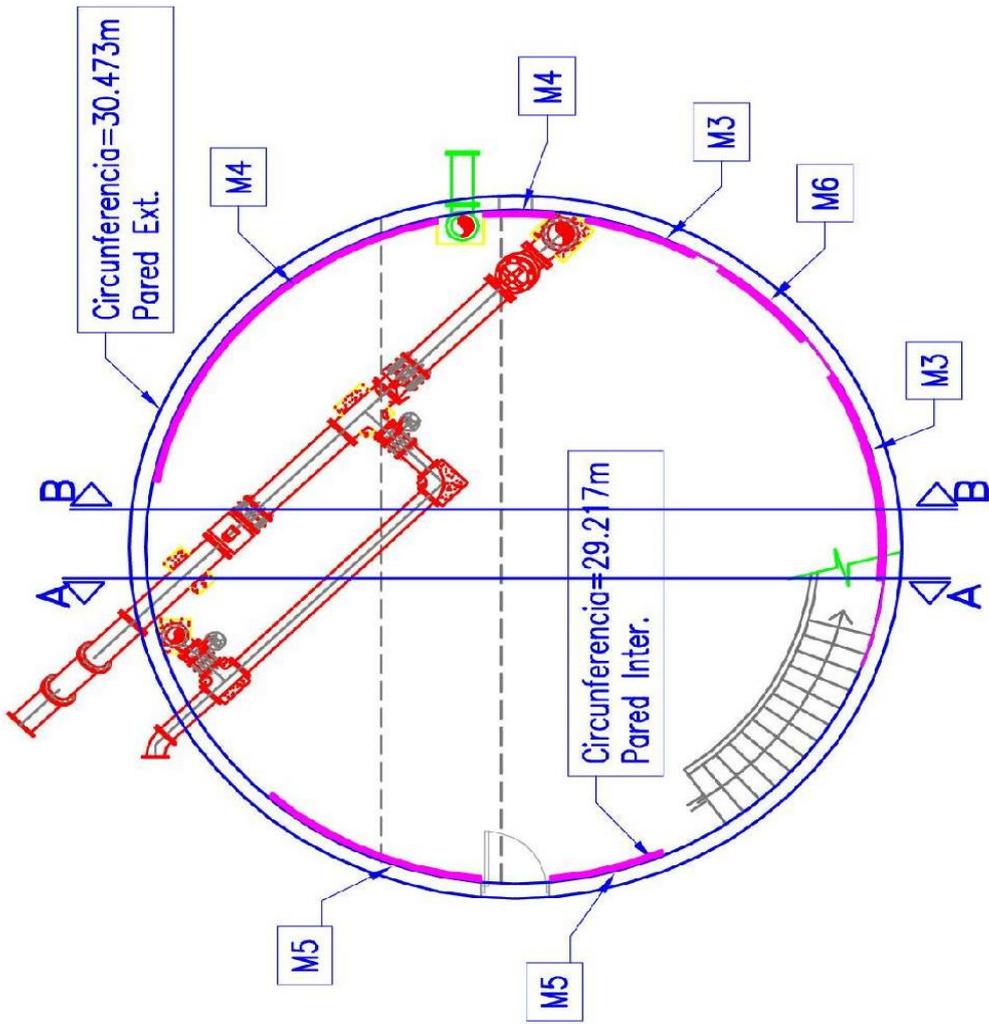


UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE	
TÍTULO: <b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVOIR ELEVADO R11 – MIRAFLORES, CAPACIDAD 700 M<sup>3</sup></b>	
PLANO: <b>UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN</b>	
ELABORADO POR: <b>BACH* KAREN CALDERON PAREDES</b>	UBICACIÓN DEPARTAMENTO : <b>PIURA</b> PROVINCIA : <b>PIURA</b> DISTRITO : <b>CASTILLA</b>
ESCALA: <b>INDICADA</b>	AÑO: <b>2018</b>
<b>U-01</b>	

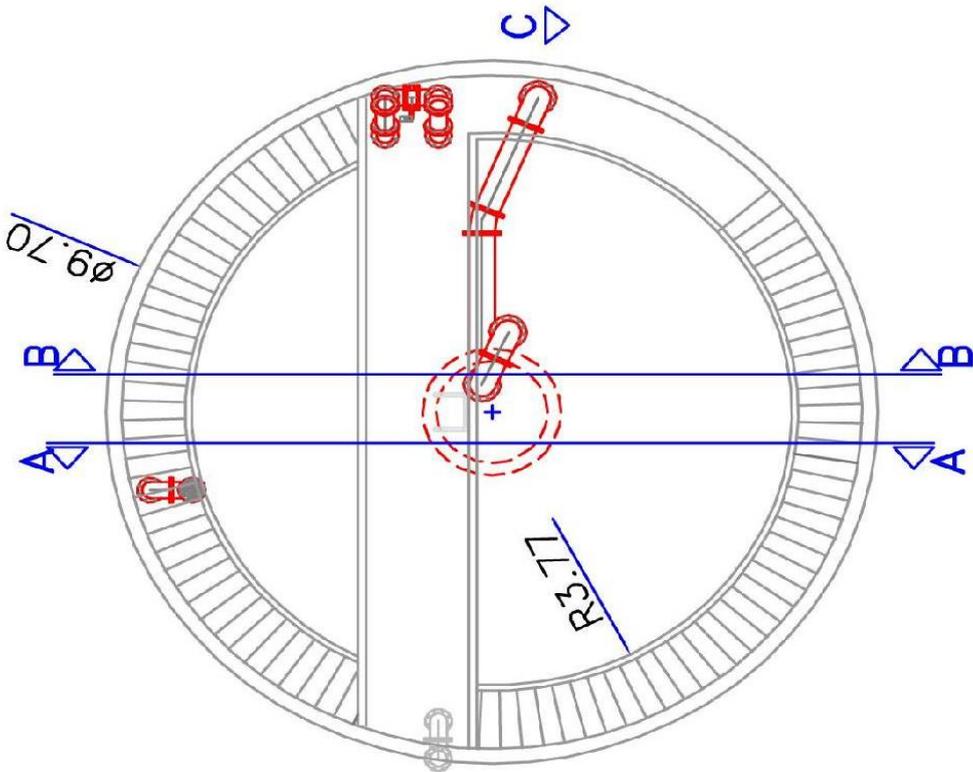
**ANEXO N°02: Planos del reservorio elevado R-11 Miraflores**



**CORTE A-A  
RESERVOIR ELEVADO  
R11 MIRAFLORES**



**INTERIOR – NIVEL +0.00m**  
**RESERVORIO ELEVADO**  
**R11 MIRAFLORES**



**INTERIOR – NIVEL+26.85m**  
**RESERVORIO ELEVADO**  
**R11 MIRAFLORES**

### ANEXO N°03: Hoja de evaluación de muestras

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE	<b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE          CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R11 -          MIRAFLORES, CAPACIDAD 700 M3 - CASTILLA, PIURA, ABRIL          2018</b>	<b>Bachiller :</b> Karen Calderon Paredes <b>Asesor :</b> Mg. Carmen Chilon <b>Carrera :</b> Ingeniería Civil <b>Ciudad :</b> Piura							
Cuadro de evaluación de patologías encontradas en el reservorio									
Area		Nivel de severidad	1	L	Area afectada	Area no afectada	Area afectada	Area no afectada	Nivel
Muestra			2	M					
Elemento			3	S					
Tipos de Patologías					m2	m2	%	%	s
(1)	Cangrejeras								
(2)	Corrosion								
(3)	Carbonatacion del Concreto								
(4)	Delaminacion del concreto								
(5)	Delaminacion del agregado								
(6)	Distorsion								
(7)	Disgregamiento								
(8)	Eflorescencia								
(9)	Erosion								
(10)	Exudacion								
(11)	Filtracion								
(12)	Fisura								
(13)	Humedad								
Area Total Afectada (m2)									
Area Total no Afectada (m2)									
Area Total Afectada (%)									
Area Total no Afectada (%)									
Nivel de Severidad (S)									

**ANEXO N°04: Fotografía externa del Reservorio Elevado R-11 Miraflores.**



**ANEXO N°05: Fotografía de la parte interna del reservorio elevado R-11  
Miraflores.**

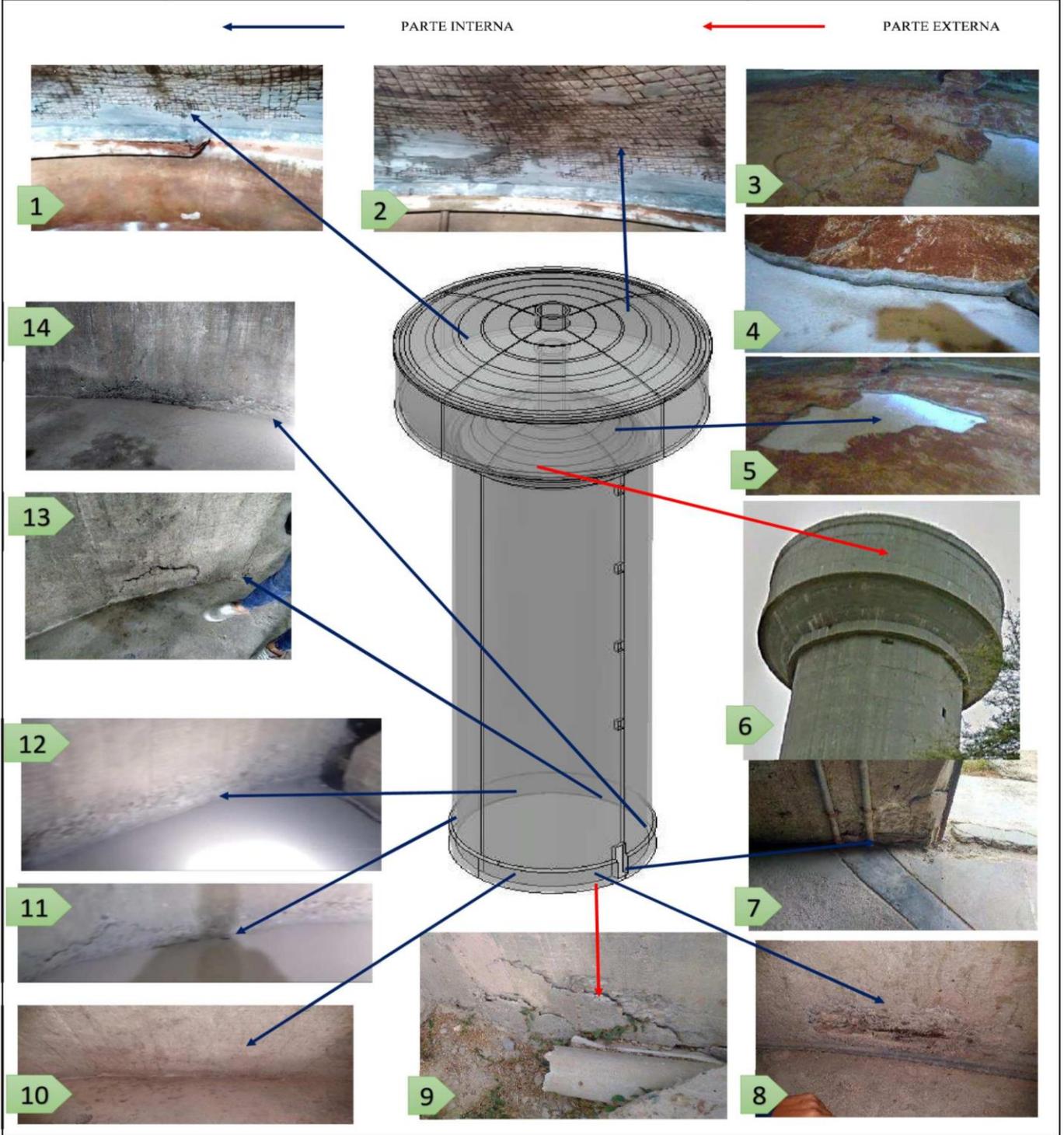


**ANEXO N°06: Identificando Patologías en el reservorio elevado R-11  
Miraflores.**

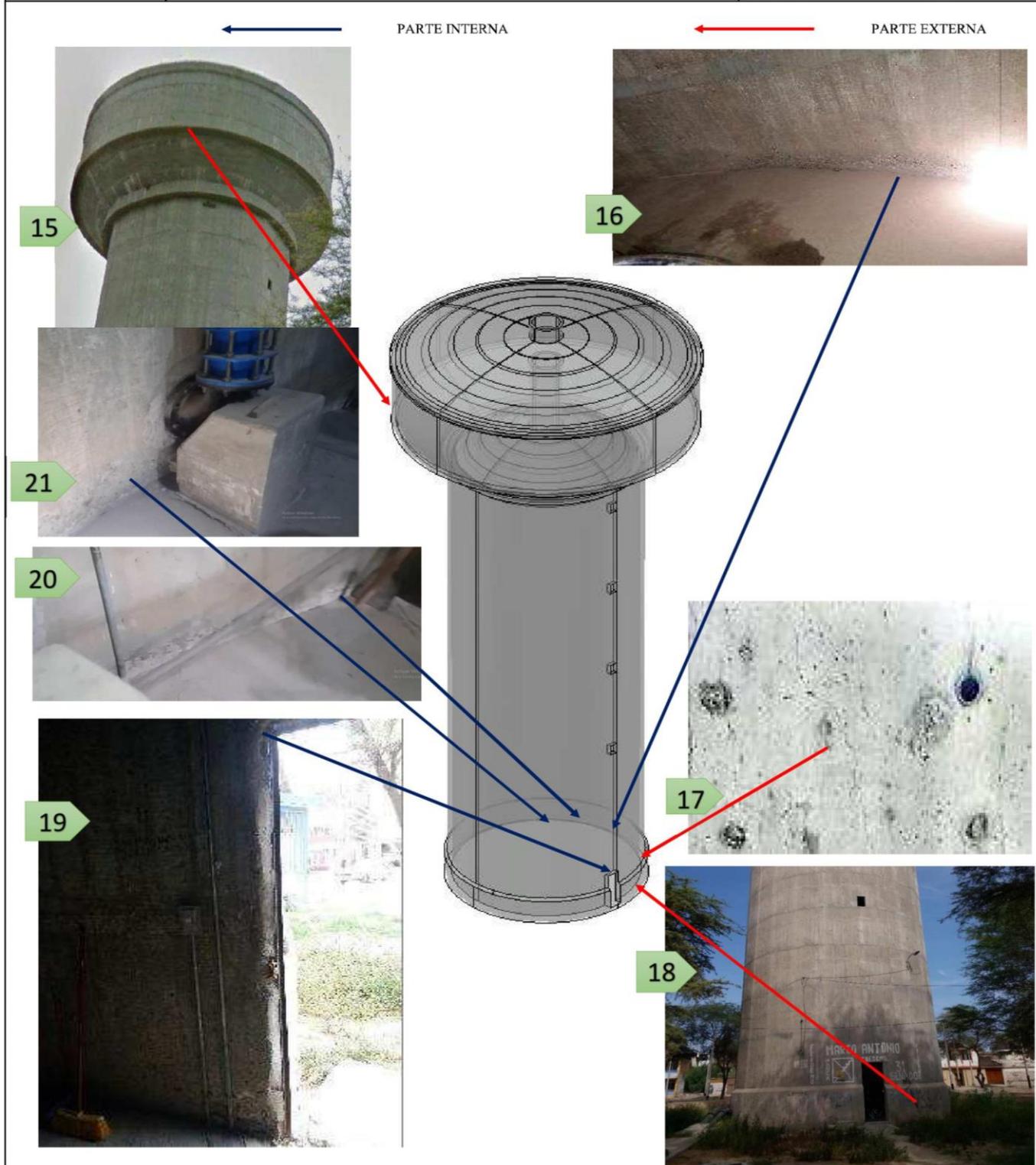


## ANEXO N°07: Plano general de ubicación de patologías.

 UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES CHIMBOTE	<b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO                  DEL RESERVOIRIO ELEVADO R11 - MIRAFLORES, CAPACIDAD 700 M3 - CASTILLA,                  PIURA, ABRIL 2018</b>	Bachiller : Karen Calderon Paredes Asesor : Mg. Carmen Chilon Carrera : Ingenieria Civil Ciudad : Piura
---	---	--



N°	DESCRIPCION	AREA	N°	DESCRIPCION	AREA	
(1)	CORROSION Y HUMEDAD EN PARTE INTERIOR DEL TECHO Y PARED DE LA CUPULA	396.11 m2	(8)	CANGREJERA Y EXPOSICION DEL ACERO, HUMEDAD EN MURO DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE	0.22 m2	
(2)	CORROSION Y HUMEDAD EN PARTE INTERIOR DEL TECHO Y PARED DE LA CUPULA		(9)	CANGREJERA Y FISURA EN MURO INTERNO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE	3.60 m2	
(3)	DELAMINACION DEL CONCRETO, FISURAS Y HUMEDAD EN BASE DE CUPULA INTERNA		(10)	FISURAS EN MURO INTERNO DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE	1.47 m2	
(4)	DELAMINACION DEL CONCRETO, FISURAS Y HUMEDAD EN BASE DE CUPULA INTERNA		28.16 m2	(11)	CANGREJERA, FISURA Y HUMEDAD EN MURO INTERNO DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE	1.19 m2
(5)	DELAMINACION DEL CONCRETO, FISURAS Y HUMEDAD EN BASE DE CUPULA INTERNA			(12)	CANGREJERA, FISURA Y HUMEDAD EN MURO INTERNO DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE	
(6)	EFLORESCENCIA DEL CONCRETO, FISURAS Y HUMEDAD EN CUPULA PARTE EXTERNA	91.30 m2	(13)	CANGREJERA, FISURA Y HUMEDAD EN MURO INTERNO DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE	1.78 m2	
(7)	FISURAS, CANGREJERA Y EXPOSICION DEL ACERO DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE	0.47 m2	(14)	CANGREJERA, FISURA Y HUMEDAD EN MURO INTERNO DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE		



N°	DESCRIPCION	AREA	N°	DESCRIPCION	AREA
(15)	EFLORESCENCIA DEL CONCRETO, FISURAS Y HUMEDAD EN CUPULA PARTE EXTERNA	91.30 m <sup>2</sup>			
(16)	CANGREJERA, FISURA Y HUMEDAD EN MURO INTERNO DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE	0.89 m <sup>2</sup>			
(17)	CANGREJERA Y FISURA EN MURO INTERNO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE	3.60 m <sup>2</sup>			
(18)	CANGREJERA Y FISURA EN MURO INTERNO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE				
(19)	FISURAS, CANGREJERA Y EXPOCISION DEL ACERO DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE	0.81 m <sup>2</sup>			
(20)	CANGREJERA, FISURA Y HUMEDAD EN MURO INTERNO DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE	1.19 m <sup>2</sup>			
(21)	EFLORESCENCIA DEL CONCRETO, FISURAS Y HUMEDAD EN CUPULA PARTE EXTERNA	91.30 m <sup>2</sup>			