



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL**

**DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS
PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO DEL
RESERVORIO ELEVADO TACALÁ $V=1000$ M³ -
DISTRITO DE CASTILLA - PROVINCIA DE PIURA -
DEPARTAMENTO DE PIURA - MARZO 2018**

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

AUTOR:

BACH. JOSÉ ALBERTO VÉRTIZ MORE

ASESOR:

MGTR. CARMEN CHILÓN MUÑOZ

PIURA – PERÚ

MARZO 2018

2. Hoja de firma del jurado y asesor

MGTR. MIGUEL ANGEL CHAN HEREDIA

PRESIDENTE

MGTR. WILMER OSWALDO CÓRDOVA CÓRDOVA

MIEMBRO

ING. ORLANDO VALERIANO SUAREZ ELÍAS

MIEMBRO

MGTR. CARMEN CHILÓN MUÑOZ

ASESOR

3. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria

Agradecimiento

A Dios y mi familia que me brindó el apoyo necesario
para culminar esta etapa de mi vida académica.

A la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote,

A todos los catedráticos que me formaron.

A todas aquellas amistades externas e internas

a la universidad que hicieron posible la culminación

de este proyecto tan importante.

Dedicatoria

A mi madre Zoila, por su apoyo incondicional en toda mi etapa educativa y su apoyo moral para desarrollarme como una persona honesta y responsable.

A mi esposa Lylliam, mis hijos Liam y Thiago que son el motor y motivo para seguir alcanzando mis logros y metas, gracias a su existencia por generar en mí la paciencia y el deseo de seguir progresando.

4. Resumen y abstract

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo determinar y evaluar las patologías del concreto armado de la parte inferior de la cuba en el reservorio elevado de TACALÁ V= 1000 M3, del Distrito de Castilla – Provincia de Piura – Departamento de Piura. La estructura del presente reservorio es de concreto armado, con resistencia 210 kg/cm², en vigas de cimentación, piso, fuste y viga puente; mientras en fondo esférico, muro para cuba, tronco cónico, y cubierta esférica la resistencia es de 245 kg/cm². La presente investigación permite determinar los tipos de patologías expuestas en esta estructura hidráulica, cuya vida útil, según reglamento es de 20 años.

La necesidad de estudiar estos reservorios es por su importancia en la salud y la vida del ser humano, porque almacena el elemento sustancial, estas estructuras en su mayoría son elevados y de concreto armado donde se dan las siguientes patologías predominantes como: fisuras, erosión, agrietamiento, eflorescencia, delaminación, humedad, etc. Este estudio es de gran aporte para las construcciones futuras, dado que un reservorio es lo primordial en una población, seguido del sistema de redes de agua potable y el alcantarillado por ser necesidades básicas del ser humano.

Nos enfocamos en las patologías de los reservorios elevados cuyos propósitos fundamentales son: mantener las presiones de servicio en la red de distribución y compensar las variaciones de los volúmenes de consumo que se producen durante el día, el reservorio elevado de Tacalá a lo largo de toda su estructura presenta fisuras, grietas y cangrejas, donde el área afectada por patologías es 64.10%, según nuestra área idealizada, además cuenta con un **90%** de **AGRIETAMIENTO** como patología predominante. Para ello se identificó 06 secciones proporcionales que contiene dichas patologías las cuales nos llevaron a un nivel 03 de calificación por lo que la estructura presenta una severidad **MALO** con línea de tendencia ascendente y esto nos llama la atención ya que por ser una estructura importante para la vida humana, los cuidados de la misma deben ser muy detallados en el mantenimiento adecuado y apropiado para esta estructura hidráulica.

ABSTRACT

The objective of this thesis is to determine and evaluate the pathological conditions of the reinforced concrete of the lower part of the tank in the elevated reservoir of TACALÁ $V = 1000 \text{ M}^3$, of the District of Castilla - Province of Piura - Department of Piura. The structure of the present reservoir is reinforced concrete, with 210 kg / cm^2 resistance, in foundation beams, floor, shaft and bridge beam; while in spherical bottom, wall for tank, conical trunk, and spherical cover the resistance is of 245 kg / cm^2 . The present investigation allows to determine the types of pathologies exposed in this hydraulic structure, whose useful life, according to the regulation, is 20 years. The need to study these reservoirs is due to its importance in the health and life of the human being, because it stores the substantial element, these structures are mostly raised and reinforced concrete where the following predominant pathologies occur: fissures, erosion, cracking, efflorescence, delamination, humidity, etc. This study is of great contribution for future constructions, given that a reservoir is the most important thing in a population, followed by the system of drinking water networks and the sewage system because they are the basic needs of the human being.

We focus on the pathologies of the elevated reservoirs whose fundamental purposes are: to maintain the service pressures in the distribution network and compensate for the variations in the volumes of consumption that occur during the day, the elevated reservoir of Tacalá throughout its structure presents fissures, cracks and crabs, where the area affected by pathologies is 64.10%, according to our idealized area, also has 90% **CRACKING** as a predominant pathology. For this, 06 proportional sections containing these pathologies were identified, which led us to a level 03 of qualification, so the structure presents a **BAD** severity with an upward trend line and this draws our attention since it is an important structure for the human life, the care of it must be very detailed in the proper maintenance and appropriate for this hydraulic structure.

5. Contenido

1. Título de la tesis.....	i
2. Hoja de firma del jurado y asesor.....	ii
3. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria.....	iii
4. Resumen y abstract.....	vi
5. Contenido.....	ix
6. Índice de gráficos, tablas, cuadros y plano.....	x
I.- Introducción.....	1
II.-Revisión de Literatura.....	2
2.1.-Bases teóricas.....	2
2.2.-Marco teórico.....	5
2.2.1.-Antecedentes internacionales.....	5
2.2.2.-Antecedentes nacionales.....	8
2.2.3.-Antecedentes locales.....	11
2.3.-Marco conceptual.....	13
III.-Metodología.....	40
3.1.-Diseño de la investigación.....	40
3.2.-Poblacion y muestra.....	41
3.3.-Definición y operacionalización de variables e indicadores.....	41
3.4.-Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	41
3.5.-Plan de análisis.....	44
3.6.-Matriz de consistencia.....	48
3.7.-Principios éticos.....	49
IV.-Resultados.....	50
4.1.-Resultados.....	50
4.2.-Análisis de resultados.....	65
V.-Conclusiones.....	67
Aspectos complementarios.....	69
Referencias bibliográficas.....	70
Anexos.....	72

6. Índice de figuras, gráficos, tablas, cuadros y plano.

6.1 Figuras

6.1.1 Figura N°01 Norma E.060 Concreto Armado – Perú - 2009.....	2
6.1.2 Figura N°02 Norma OS.030 Abastecimiento de Agua para Consumo – Perú.....	3
6.1.3 Figura N°03 Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones – Perú.....	4
6.1.4 Figura N°04 Reservorio apoyado R1 – Coishco – Ancash - 2015.....	8
6.1.5 Figura N°05 Patología - Fisura.....	13
6.1.6 Figura N°06 Ejemplo de reservorio de concreto armado.....	14
6.1.7 Figura N°07 Ejemplo de reservorio de metálico.....	15
6.1.8 Figura N°08 Reservorio Lourdes R1 – Piura - 2018.....	16
6.1.9 Figura N°09 Ejemplo de reservorio apoyado de concreto armado.....	17
6.1.10 Figura N°10 Ejemplo de reservorio enterrado de concreto armado.....	18
6.1.11 Figura N°11 Esquema sistema de abastecimiento por bombeo sin tratamiento.....	19
6.1.12 Figura N°12 Esquema sistema de abastecimiento por bombeo con tratamiento.....	20
6.1.13 Figura N°13 Desprendimiento del concreto del reservorio - Pisco - 2007.....	21
6.1.14 Figura N°14 Ejemplo de Reservorio tipo esfera - Perú.....	26
6.1.15 Figura N°15 Ejemplo de Reservorio tipo ovalado - México.....	27
6.1.16 Figura N°16 Ejemplo de Reservorio tipo copa de champaña - México.....	28
6.1.17 Figura N°17 Ejemplo de Reservorio tipo cuadrado - Perú.....	29
6.1.18 Figura N°18 Ejemplo de Reservorio tipo fuste (fuste delgado) - Perú.....	30
6.1.19 Figura N°19 Ejemplo de Reservorio tipo fuste (fuste ancho) - Perú.....	31
6.1.20 Figura N°20 Ejemplo de las partes de un reservorio tipo fuste.....	34
6.1.21 Figura N°21 Cuba con fondo Intze y dimensiones.....	35
6.1.22 Figura N°22 Ejemplo de corrosión del acero de refuerzo en viga.....	36
6.1.23 Figura N°23 Ejemplo de corrosión en pilares de muelles.....	37
6.1.24 Figura N°24 Ejemplo de limpieza de reservorio apoyado.....	38
6.1.25 Figura N°25 Reforzamiento mínimo en fuste de reservorio elevado.....	39
6.1.26 Figura N°26 Regla milimetrada.....	43
6.1.27 Figura N°27 Wincha metálica.....	43

6.1.28 Figura N°28	Guía para inspección de puentes.....	44
6.1.29 Figura N°29	Áreas externas de la estructura.....	52
6.1.30 Figura N°30	Representación de las 06 secciones en el reservorio.....	52
6.1.31 Figura N°31	Comparación de fisuras y corrosión.....	66
6.1.32 Figura N°32	Colocación de acero central de la zapata cuyo Diámetro=20m.....	72
6.1.33 Figura N°33	Colocación de acero en viga de cimentación del reservorio, con empalmes para el fuste respectivo.....	73
6.1.34 Figura N°34	Encofrado de la cuba desde vista inferior.....	74
6.1.35 Figura N°35	Encofrado de la parte inferior de la cuba - vista interna.....	75
6.1.36 Figura N°36	Colocación de acero en la cuba - vista interna.....	76
6.1.37 Figura N°37	Encofrado de la última capa de la cuba - vista externa.....	77
6.1.38 Figura N°38	Encofrado del techo de la cuba del reservorio - vista interna....	78
6.1.39 Figura N°39	Vaciado del techo de la cuba del reservorio.....	79
6.1.40 Figura N°40	Detalle en perfil de fondo tronco cónico entre cuba – fuste.....	80
6.1.41 Figura N°41	Detalle en planta de cuba y sus tuberías.....	81
6.1.42 Figura N°42	Reservorio colapsado Ciudad Pisco - Perú - 2007.....	82
6.1.43 Figura N°43	Reservorio colapsado Ciudad Pisco - Perú - 2007.....	83
6.1.44 Figura N°44	Reservorio niño héroe Ciudad Castilla - Perú - 2018.....	84
6.1.45 Figura N°45	Filtración en el reservorio elevado – Hualmay – Lima.....	85
6.1.46 Figura N°46	Grietas en el reservorio elevado R4 – Iquitos - Perú.....	86
6.2 Gráficos		
6.2.1 Gráfico N°01	Porcentaje de las patologías en la cuba.....	61
6.2.2 Gráfico N°02	Resumen de las patologías en la cuba.....	62
6.2.3 Gráfico N°03	Resumen de Severidad en la cuba.....	63
6.2.4 Gráfico N°04	Patologías presentes.....	67
6.2.5 Gráfico N°05	Comparación de CALIFICACIONES DE SECCIONES.....	68
6.2.6 Gráfico N°06	CALIFICACIONES DE SECCIONES.....	68

6.3 Tablas

6.3.1 Tabla N°01	Tabla de leyenda para calificar al reservorio.....	42
6.3.2 Tabla N°02	Tabla de toma de datos de la sección N° 01.....	55
6.3.3 Tabla N°03	Tabla de toma de datos de la sección N° 02.....	56
6.3.4 Tabla N°04	Tabla de toma de datos de la sección N° 03.....	57
6.3.5 Tabla N°05	Tabla de toma de datos de la sección N° 04.....	58
6.3.6 Tabla N°06	Tabla de toma de datos de la sección N° 05.....	59
6.3.7 Tabla N°07	Tabla de toma de datos de la sección N° 06.....	60
6.3.8 Tabla N°08	Resumen de las patologías en la cuba.....	61
6.3.9 Tabla N°09	Resumen global de muestras evaluadas.....	62
6.3.10 Tabla N°10	Resumen de muestras evaluadas.....	63
6.3.11 Tabla N°11	Cuadro global de afectación.....	64

6.4 Cuadros

6.4.1 Cuadro N°01	Cuadro de definiciones patológicas.....	22
6.4.2 Cuadro N°02	Cuadro de definiciones patológicas.....	23
6.4.3 Cuadro N°03	Cuadro de clasificación de los reservorios.....	24
6.4.4 Cuadro N°04	Cuadro de tipos de patologías.....	25
6.4.5 Cuadro N°05	Cuadro de diseño de la investigación.....	40

6.5 Plano

6.5.1 Plano PU - 01	Plano de ubicación del reservorio Tacalá.....	53
6.5.2 Plano R - 01	Plano de patologías del reservorio Tacalá.....	54

I.-INTRODUCCION

Desde los inicios de la vida humana, el agua como fuente de vida ha sido indispensable para la existencia del hombre, es aquí donde surge la importancia de cuidar y prevalecer el agua, hoy en día a nivel mundial el agua se encuentra escasa, por tanto el hombre buscó la manera de recopilar y almacenar dicho elemento sustancial para la vida, existen grandes obras relacionadas al tema, tales como represas, plantas de tratamiento de agua potable, reservorios. Los reservorios en calidad de “almacenar” el agua potable, tienen la necesidad de cubrir con la demanda no solo de la población actual sino de la población futura dependiendo del diseño contemplado según norma recomienda 20 años. Este periodo de diseño depende de una serie de variables, las cuales deben ser evaluadas para obtener un sistema eficiente. Los factores que intervienen para el diseño son las necesidades de una ampliación, durabilidad de la estructura y los equipos, con estos factores el ingeniero proyectista opta por el mejor criterio y poder así determinar el crecimiento poblacional de la zona. En el presente estudio tendremos por objetivos identificar que patologías están presentes, también mencionaremos la patología más predominante y por último indicaremos el grado de severidad del reservorio.

En Piura los reservorios son esenciales para el abastecimiento del agua potable, debido al gran crecimiento de la ciudad, Piura se abastece de los páramos provenientes de la sierra, la perforación de pozos y sus procesos como las plantas de tratamiento de agua potable, donde se trata el agua de río. Por tanto se justifica la realización del presente estudio por ser un tema de importancia para la vida humana.

El presente estudio tiene como finalidad exponer las generalidades de las patologías para así poder tomar mejores decisiones en la reparación de las partes afectadas directamente, en presente reservorio predomina una calificación 03 mostrando un grado de severidad malo por lo que se deben tomar las medidas necesarias de reparación inmediata.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 BASES TEÓRICAS

➤ NORMA TÉCNICA E060 CONCRETO ARMADO

La presente norma nos da las indicaciones para la construcción, supervisión y control de las estructuras de concreto armado, teniendo poca participación en estructuras especiales como el caso de reservorios elevados, solo será necesaria en lo que sea aplicable durante su construcción del presente estudio.

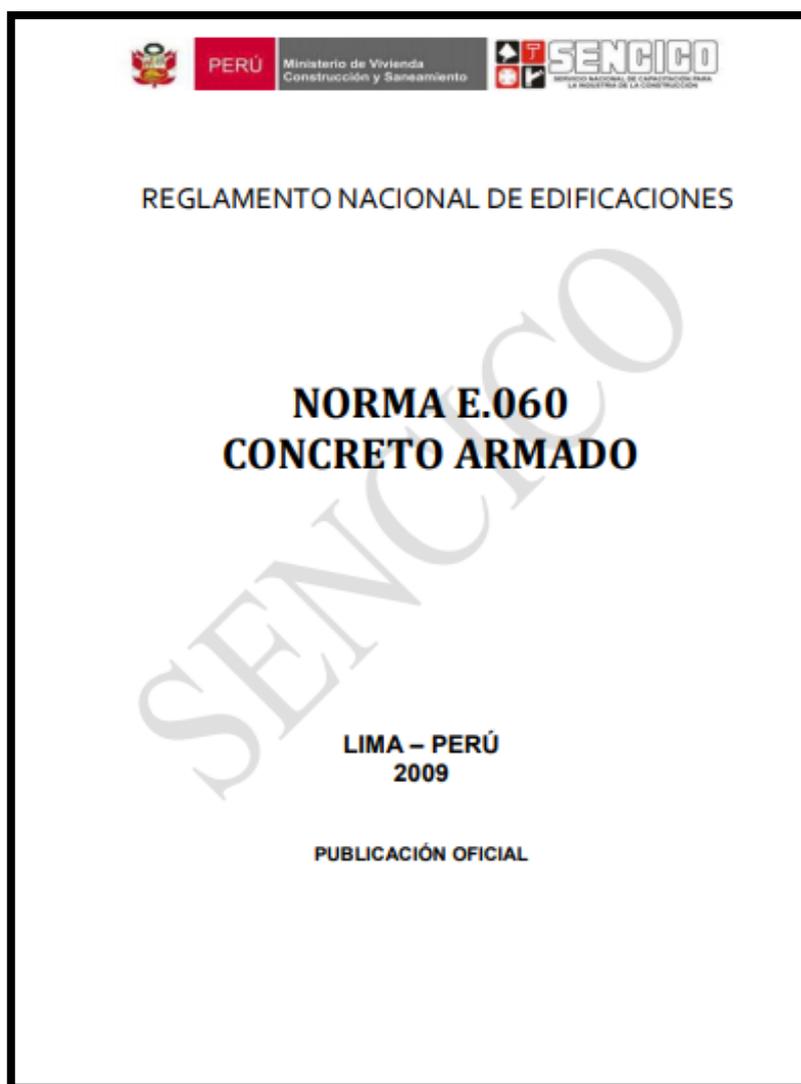


Figura N°01: Norma E.060 Concreto Armado – Perú - 2009

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

➤ **NORMA TECNICA OS 030**

En esta norma nos indican los requisitos mínimos que se deben cumplir para un sistema de almacenamiento y distribución de agua potable que es para consumo humano. Teniendo mucha influencia en el diseño del presente estudio.

OS.030	
ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO	
<u>ÍNDICE</u>	
	PÁG.
1. ALCANCE	2
2. FINALIDAD	2
3. ASPECTOS GENERALES	2
3.1 Determinación del volumen de almacenamiento	2
3.2 Ubicación	2
3.3 Estudios Complementarios	2
3.4 Vulnerabilidad	2
3.5 Caseta de Válvulas	2
3.6 Mantenimiento	2
3.7 Seguridad Aérea	3
4. VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	3
4.1 Volumen de Regulación	3
4.2 Volumen Contra Incendio	3
4.3 Volumen de Reserva	3
5. RESERVORIOS: CARACTERÍSTICAS E INSTALACIONES	3
5.1 Funcionamiento	3
5.2 Instalaciones	4
5.3 Accesorios	4

Figura N°02: Norma OS.030 Abastecimiento de Agua para Consumo – Perú

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

➤ **NORMA TÉCNICA E050 SUELOS Y CIMENTACIONES**

La presente norma es y debe ser la primordial porque es donde nos brindan los parámetros de diseño, el suelo es el lugar donde se inicia nuestro proyecto, y de acuerdo a las características del suelo, serán nuestros parámetros iniciales de diseño. Donde por factores de agentes externos a la estructura se generaría patologías una de ellas el fenómeno de intemperismo.



Figura N°03: Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones – Perú

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

2.2 MARCO TEORICO

2.2.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

A. ANÁLISIS DE ESTUDIO DE LAS PATOLOGIAS PARA SU REPARACION DE LA REPRESA GRAUS – TORAN Y GRAUS – ESPAÑA.

Del Hoyo & Casafont ⁽¹⁾ (1992) La presa de Graus es una presa de hormigón de tipo gravedad ubicada en España en la provincia de Cataluña. Fue construida entre 1968 y 1971 sobre el río Tabescán, perteneciente a la cuenca de Ebro. Por medio de la instrumentación presente en ella, se ha ido observando movimientos y deformaciones remanentes a lo largo de la vida útil de la presa. Las deformaciones y movimientos están acompañados de fisuraciones en distintas zonas de la estructura. Por esto, la presa de Graus ha sido caso de estudio de muchos trabajos de investigación. En investigaciones anteriores, se ha llegado a la conclusión de que las patologías que esta presa padece son producto de reacciones expansivas del hormigón utilizado en su construcción, más concretamente la presencia de reacción sulfática interna (RSI).

B. “ESTUDIO PATOLÓGICO TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE”

Parra V. Carlos ⁽²⁾ (2016), 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”, el cual presenta una serie de lesiones que impiden su utilización en la actualidad. 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.

2.2.2 ANTECEDENTES NACIONALES

A. “DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO APOYADO R1, DEL DISTRITO DE COISHCO, PROVINCIA DE SANTA, DEPARTAMENTO DE ANCASH” ABRIL - 2015

Pinedo B. Moises G. ⁽³⁾ en su tesis nos menciona al reservorio R1 el cual está ubicado en el cerro “La Caja” a 142 m.s.n.m. en el distrito de Coishco, provincia de Santa, departamento de Ancash. Debido a que ya cuenta con aproximadamente más de 28 años desde su construcción, se están presentando diferentes tipos de patologías en su área lateral y de no ser tratadas en un corto tiempo estas anomalías podrían deteriorar de manera considerable toda su construcción. Dificultando su uso y perjudicando así el abastecimiento de agua en el distrito, ya que solo cuenta con 12 horas de agua al mes.



Figura N°04: Reservorio apoyado R1 – Coishco – Ancash - 2015

Fuente: Pinedo B. Moises G

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

Infante M. Danny ⁽⁴⁾ (2017), 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.

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 descascamiento de la pintura tanto de la pared exterior, así como también la tapa, que son debidas a acciones directas del clima, pero esto no significa un nivel de riesgo alto para la estructura, solo es cuestión de estética.
- El concreto de la pared del reservorio presenta una resistencia alta de 303 kg/cm^2 , de acuerdo al ensayo con esclerómetro superior al de su diseño original, por lo cual la pared es segura y no representa un peligro para el funcionamiento de la estructura.
- Los ensayos con esclerómetro realizados en la losa de fondo y en la cúpula del reservorio muestran unas resistencias de 247 kg/cm^2 , y 258 kg/cm^2 respectivamente lo cual en la cúpula es superior a la resistencia de su diseño original y en la losa se encuentra casi igual 245 kg/cm^2 , por lo que la resistencia del concreto es adecuada.
- El estudio de suelos, muestra una capacidad portante de 0.57 kg/cm^2 , y está compuesto principalmente de arcillas con grava, con lo que este terreno tiene que haber sido mejorado para realizar la cimentación de la estructura.
- El muro de contención viene cumpliendo con su función estructural, de manera correcta, presenta pequeñas deformaciones a lo largo de su estructura, las cuales son imperceptibles y esto no representa un riesgo para la estructura del muro, así como también para el reservorio R4.

2.2.3 ANTECEDENTES LOCALES

A. DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN EL CANAL DE RIEGO T-52 DE LA COMISIÓN DE USUARIOS EL ALGARROBO VALLE HERMOSO, SECTOR LA PEÑITA, DISTRITO DE TAMBOGRANDE, PROVINCIA DE PIURA, REGIÓN PIURA, AGOSTO-2016.

Mogollón M. Dino M. ⁽⁵⁾ se plantea como problema de investigación, ¿en qué medida la determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego T52, entre las progresivas 0+000 al 0+500, de la Comisión de Usuarios El Algarrobo Valle Hermoso, Sector La Peñita, distrito de Tambogrande, provincia de Piura, región Piura; nos permitirá conocer el nivel de severidad patológica que presenta el canal? Se tuvo como objetivo general determinar y evaluar las patologías del concreto en el canal de riego T-52, entre las progresivas 0+000 al 0+500, de la Comisión de Usuarios El Algarrobo Valle Hermoso, Sector La Peñita, distrito de Tambogrande, provincia de Piura, región Piura; para lo cual se tuvo como objetivos específicos, elaborar el marco teórico y antecedentes referidos a las patologías del concreto en canales, identificar los tipos de patologías presentes en el canal, evaluarlas, y establecer su nivel de severidad. La metodología empleada en la investigación fue de tipo descriptivo, de nivel cualitativo, no experimental y de corte transversal. Se tuvo como universo de la investigación, el canal T-52, y como muestra se tuvo todos los paños conformantes del canal T-52, entre las progresivas 0+000 al 0+500. Para llevar a cabo la investigación se hizo uso de la técnica de la observación visual, y como instrumento de recolección de datos, se generó una ficha técnica donde quedaron registrados todos los datos de campo. Los resultados arrojan que la patología con más incidencia en el canal, es la sedimentación, y representa el del área del canal. Al realizar el análisis patológico, se concluye que los niveles de severidad que se presentan en el canal, son los que se detallan a continuación: Severidad leve 83.10 %, Severidad moderada 14.35 %, Severidad severa 2.55 %.

B. DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN EL CANAL PRINCIPAL DE REGADÍO BIAGGIO ARBULÚ DEL CASERÍO DE MIRAFLORES ENTRE LAS PROGRESIVAS 0+000 AL KM 1+413 DEL DISTRITO DE CASTILLA, PROVINCIA DE PIURA, REGIÓN PIURA, JULIO - 2016.

Gomez T. Luis ⁽⁶⁾ nos menciona que el canal tiene un promedio de 30 años de antigüedad, pertenece al proyecto Chira-Piura, pues concebido para explotar racionalmente el agua y la tierra de los valles de los ríos Piura y Chira, el proyecto abarca un total de 120000 Ha, como problema de investigación: ¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal principal de regadío Biaggio Arbulú del caserío de Miraflores entre las progresivas 0+000 al 1+413, nos permitirá conocer el nivel de severidad de las patologías en que se encuentra la infraestructura del canal? para obtener la solución al problema. La Metodología de investigación, de la presente fue tipo descriptivo – cualitativa, su objetivo general fue determinar y evaluar las patologías que presenta en el canal. El universo estuvo constituido por toda la longitud del canal principal de regadío Biaggio Arbulú del caserío de Miraflores en sus 56 km y la muestra fue desde la progresiva 0+000 al 1+413, del canal de regadío Biaggio Arbulú del caserío de Miraflores. La técnica de manera visual y como instrumento de recolección de datos se utilizó una ficha de evaluación que después fue procesada. Concluyéndose que el área con patología es de 37.49% respecto al área total, siendo las más comunes eflorescencia.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

PATOLOGIAS EN LA CONSTRUCCION

Gegdyszman Sergio ⁽⁷⁾, define las patologías en la construcción como la ciencia que estudia el conjunto de fallas, defectos, enfermedades y soluciones de la construcción; la ciencia de la Patología, enfoca el diagnóstico y la reparación de las edificaciones no es que sea algo nuevo, ya que se remonta a tiempos lejanos y nace a la par de las prácticas constructivas.

Ya en la antigua Babilonia, en el año 1700 a.c. el Rey Hammurabi creó el primer reglamento de la edificación, donde en uno de “sus artículos” se especificaba que si por causas atribuibles al constructor, fallecía el propietario de una vivienda, se debía dar muerte al constructor.

Esto nos demuestra que en aquella época también existían casos de mala praxis.



Figura N°05: Patología – Fisura.

Fuente: “Patologías de la construcción” – Gegdyszman Sergio⁽⁷⁾

RESERVORIO

Definición propia. Son estructuras que sirven para el almacenamiento del cualquier tipo de fluidos, sean agua, combustibles, productos químicos, y se almacenan con una finalidad concreta, pueden ser de metal, concreto armado, etc.



Figura N°06: Ejemplo de reservorio de concreto armado.

Fuente: Catálogo 2014 – SEDALORETO – pág. 48

RESERVORIO DE AGUA POTABLE

Definición propia. Son estructuras hidráulicas que sirven para el almacenamiento del elemento líquido sustancial, el agua potable; se construye cuando el sistema de redes de agua no satisface el caudal requerido por la población, y se utiliza para mantener en equilibrio los cambios de volumen y de continuidad en las redes que abastecen una localidad.



Figura N°07: Ejemplo de reservorio de metálico

Fuente: Catálogo ILURCO – pág. 59 - 2011

TIPOS DE RESERVORIOS

ELEVADOS - APOYADOS - ENTERRADOS

A) ELEVADOS

Definición propia. Generalmente tienen forma circular, cilíndrica y de paralelepípedo, son construidos sobre un apoyo que pueden ser torres, columnas, pilotes, etc., y se construyen cuando se requiere elevar la altura de la presión del agua para una eficiente distribución, su tamaño dependerá del volumen que va almacenar.



Figura N°08: Reservorio Lourdes R1 - Piura

Fuente: Elaboración Propia (2018)

B) APOYADOS

Definición propia. Estos reservorios tienen principalmente la forma rectangular y circular; su particularidad es que son construidos sobre la superficie del suelo, también se consideran una alternativa cuando los reservorios enterrados superan el costo o cuando la topografía del terreno lo requiere así.

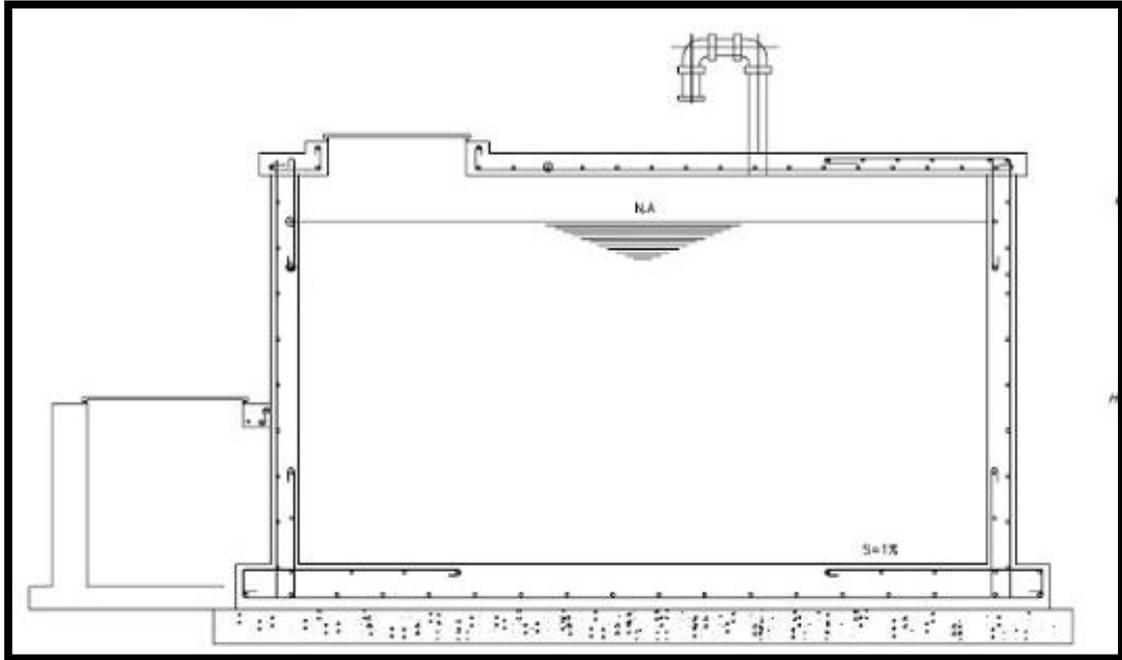


Figura N°09: Ejemplo de reservorio apoyado de concreto armado

Fuente: “Guía para el diseño y construcción de reservorios apoyados” - Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

C) ENTERRADOS

Definición propia. Son aquellos reservorios como su mismo nombre lo indica, “enterrados” por debajo de la superficie del suelo, y mayormente son rectangulares, también llamados “cisternas”, es un tipo de estructura que no está vinculada directamente con el sistema de distribución de una red de agua potable.



Figura N°10: Ejemplo de reservorio enterrado de concreto armado

Fuente: “Guía para el diseño y construcción de reservorios enterrados” - Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO

I. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR BOMBEO SIN TRATAMIENTO

Definición propia. Es el sistema adecuado para abastecer a una determinada población, que cuenta con un pozo perforado y la calidad del agua es apta para el consumo humano, el esquema es el siguiente pozo perforado – reservorio elevado – distribución a las redes de agua potable.

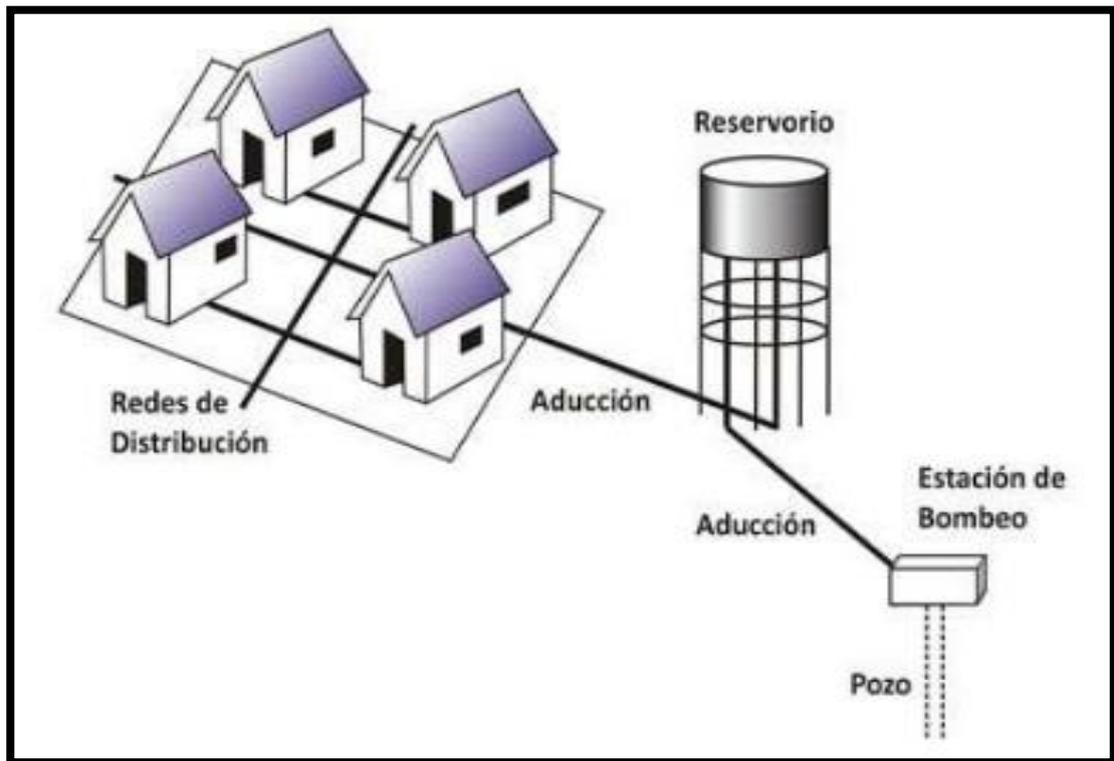


Figura N°11: Esquema sistema de abastecimiento por bombeo sin tratamiento

Fuente: “ABASTECIMIENTO DE AGUA” – Figueroa Marcela ⁽⁸⁾

II. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR BOMBEO CON TRATAMIENTO

Definición propia. Es el sistema empleado para abastecer una población que cuenta con una captación, pero dicha agua necesita un proceso de tratamiento para poder ser distribuida a la población, en ambos casos el reservorio se utiliza para almacenar el agua potable debido a que el caudal máximo horario (Q_{mh}) es mayor que el rendimiento admisible de la fuente.

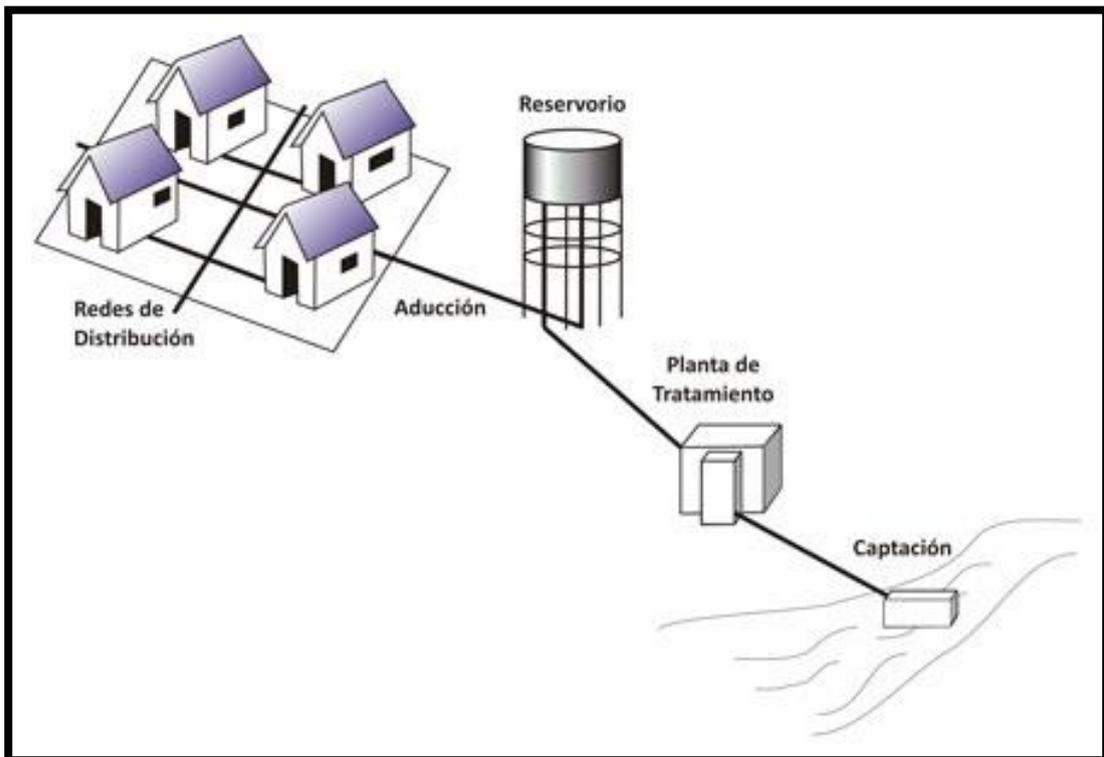


Figura N°12: Esquema sistema de abastecimiento por bombeo con tratamiento

Fuente: “ABASTECIMIENTO DE AGUA” – Figueroa Marcela⁽⁸⁾

PATOLOGIAS EN RESERVORIOS DE CONCRETO ARMADO

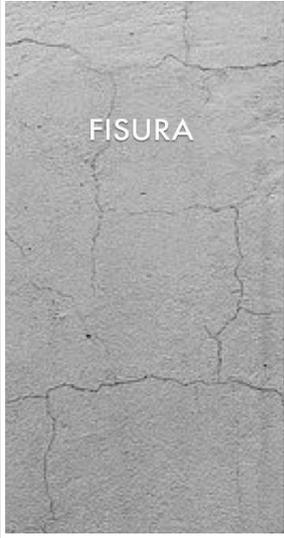
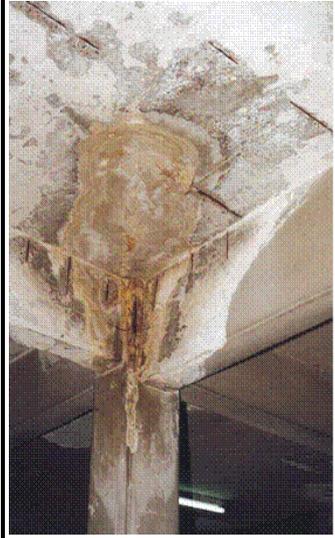
Definición propia. Lo defino como la ciencia que estudia el deterioro o destrucción del concreto en la construcción de reservorios, podemos definir entonces que las patologías en reservorios son la identificación de los daños que se presentan en dicha estructura para ser evaluados y poder considerar la reconstrucción parcial o la demolición completa de la misma para evitar grandes accidentes. Aquí podemos observar un reservorio colapsado en la parte del techo de la cuba, por la fotografía puede ser efectos de antigüedad, y mal diseño.



Figura N°13: Desprendimiento del recubrimiento del reservorio ubicado en Pisco durante el terremoto de Pisco del 2007

Fuente: GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES EN LAS CIUDADES DEL PERÚ -
Kuroiwa H. Julio ⁽⁹⁾

CONCEPTOS DE PATOLOGIAS DEL CONCRETO

GRIETA	FISURA	DETERIORO	LIXIVIACION
Se considera grieta a la abertura o hendidura longitudinal, cuyo ancho es mayor a 1mm dentro de una estructura de concreto por acciones externas o por malos materiales.	Se considera fisura a la abertura o hendidura longitudinal, cuyo ancho es menor a 1mm dentro de una estructura de concreto por acciones externas o por malos materiales.	Es la disminución de la vida útil del concreto por efectos del uso o efectos ambientales. Normalmente éste se presenta de 10 - 15 años después.	Trata cuando el agua disuelve componentes del concreto, el hidróxido de calcio es soluble en agua por lo tanto será lixiviado por el concreto.
			

Cuadro N°01: Cuadro de definiciones patológicas.

Fuente: Marín M. Víctor ⁽¹⁰⁾ “Deterioro del concreto armado” - 2012

CONCEPTOS DE PATOLOGIAS DEL CONCRETO

HUMEDAD	EROSION	POPOUT	EFLORESCENCIA
<p>Representa un terrible riesgo a la estabilidad de las edificaciones, genera la carbonatación y aluminosis. Cuando alcanza al acero genera la corrosión.</p>	<p>Considerada como lesión física del concreto, es cuando existe un desgaste superficial, perdida de integridad, debido a factores externos lluvia, viento, clima, etc.</p>	<p>Es el desprendimiento de pequeñas porciones de una superficie de concreto debido a la presión interna localizada, que deja un cráter poco profundo, de forma cónica.</p>	<p>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.</p>
			

Cuadro N°02: Cuadro de definiciones patológicas.

Fuente: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote ⁽¹¹⁾ Revista científica indexada

ISSN 2410-0269 Vol 3, n° 2, Julio-diciembre de 2016 Chimbote, Perú

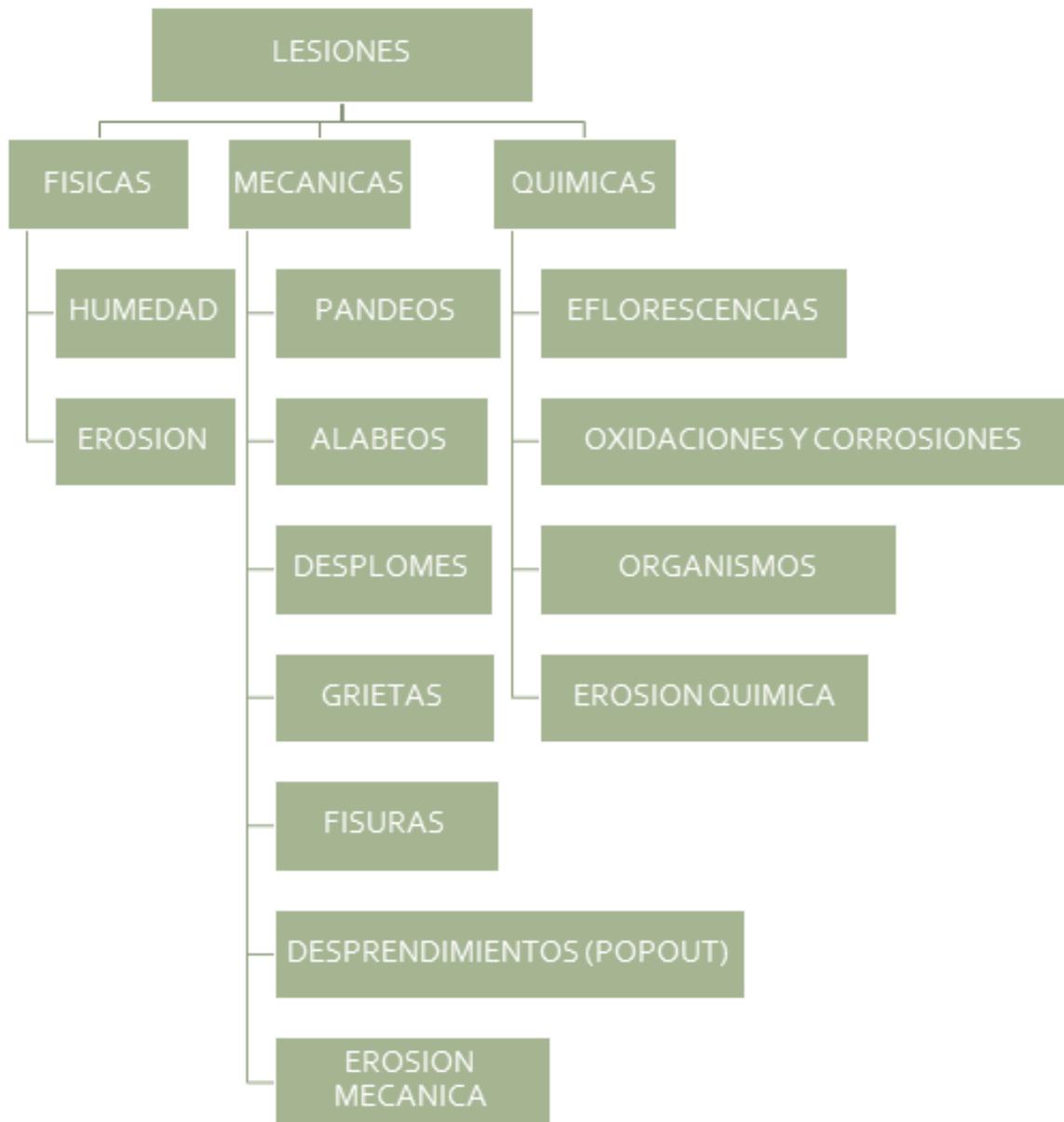
CLASIFICACION DE LOS RESERVORIOS



Cuadro N°03: Cuadro de clasificación de los reservorios.

Fuente: Elaboración propia (2018)

TIPOS DE PATOLOGIAS O LESIONES DEL CONCRETO



Cuadro N°04: Cuadro de tipos de patologías

Fuente: Elaboración propia (2018)

MODELOS DE RESERVORIOS ELEVADOS

(A) TIPO ESFERA – PERU



Figura N°14: Ejemplo de Reservoirio tipo esfera - Perú

Fuente: Catálogo 2015 – SEDAPAL – pág. 87

(B) TIPO OVALADO - MEXICO



Figura N°15: Ejemplo de Reservorio tipo ovalado - México

Fuente: Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural

(C) TIPO COPA DE CHAMPAÑA – MEXICO



Figura N°16: Ejemplo de Reservorio tipo copa de champaña - México

Fuente: Fuente: Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural

(D) TIPO CUADRADO - PERU



Figura N°17: Ejemplo de Reservorio tipo cuadrado - Perú

Fuente: Catálogo 2015 – SEDAPAL – pág. 74

(E) TIPO FUSTE - PERU



Figura N°18: Ejemplo de Reservoirio tipo fuste (fuste delgado) – Lima - Perú

Fuente: Catálogo 2015 – SEDAPAL – pág. 82

(F) TIPO FUSTE - PERU



Figura N°19: Ejemplo de Reservorio tipo fuste (fuste ancho) – Lima - Perú

Fuente: Catálogo 2015 – SEDAPAL – pág. 90

ACCESORIOS DE UN RESERVORIO

Según el Ing. Agüero P. Roger ⁽¹²⁾ en la “GUÍA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIOS APOYADOS” del año 2005 nos define los siguientes accesorios de un reservorio.

❖ TUBERIA DE ENTRADA:

Es la tubería de ingreso del agua para llenar el reservorio, y su diámetro está en función de la línea de impulsión, posee una válvula compuerta de cierre del mismo diámetro, y está ubicada en el nivel superior del reservorio, sobre el nivel máximo del agua de llenado.

❖ TUBERIA DE PASO DIRECTO (BY PASS)

Esta tubería se debe considerar en un reservorio ya que cumple la función de mantener el servicio, mientras se efectúan trabajos de reparación o mantenimiento del reservorio, también posee una válvula compuerta.

❖ TUBERIA DE SALIDA

Es la tubería de salida del reservorio cuyo diámetro está en función de la red matriz de distribución, ubicada en la parte baja del reservorio, así mismo posee una válvula compuerta y una canastilla de succión.

❖ TUBERIA DE LIMPIEZA

Dicha tubería debe estar ubicada en el fondo del reservorio y el criterio de diseño debe ser tal que su descarga no debe pasar las 2 horas, con una pendiente mínima de 1%. Por su mismo nombre sirve para realizar la limpieza del mismo.

❖ TUBERIA DE REBOSE

La tubería de rebose debe tener la posibilidad de que la descargar el caudal de bombeo que abastece al reservorio.

Presentará un diámetro de rebose que estará en función de la altura de la cámara de aire, teniendo cuidado de no presionar la tapa del mismo. Se recomienda que el diámetro de la tubería de rebose no sea menor que el diámetro de la tubería de llegada.

❖ VENTILACION

La ventilación cumple la función de desfogue de gases acumulados, se adicionan a los reservorios de tal manera que no ingresen insectos ni pequeños animales.

DISEÑO DE LOS RESERVORIOS

Según Lazo J. Gloria D. ⁽¹³⁾ en su proyecto de tesis nos brinda las partes de los reservorios donde apreciamos que constan de 02 partes, el tanque de almacenamiento o cuba y su estructura de soporte. La estructura portante puede ser como fuste cilíndrico o tronco cónico.

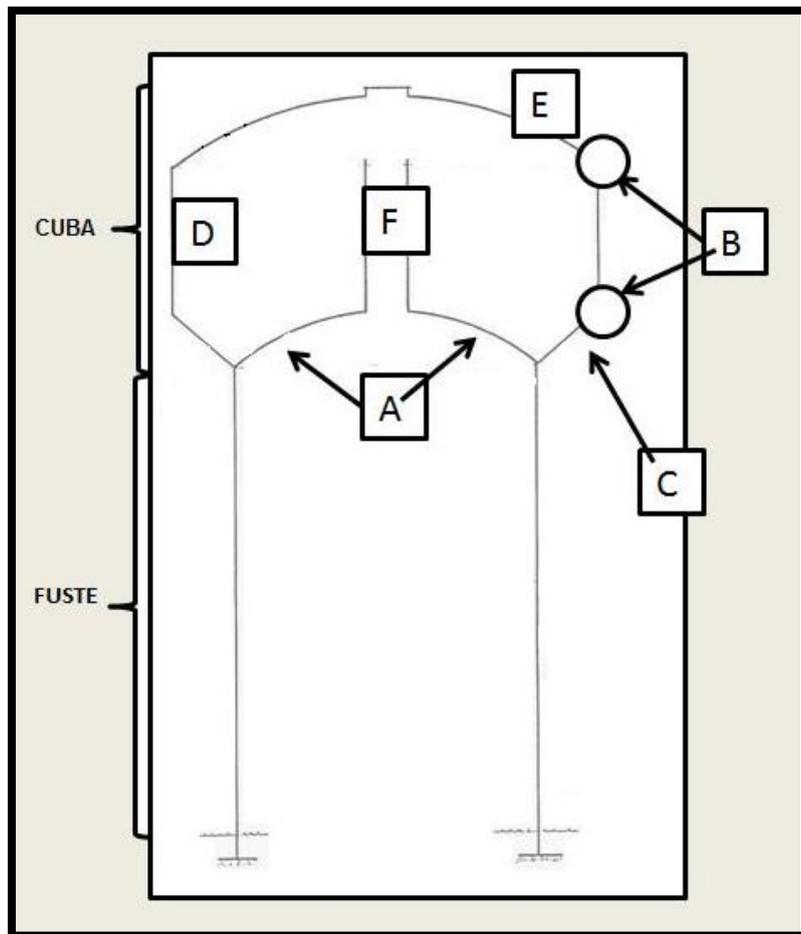


Figura N°20: Ejemplo de las partes de un reservorio tipo fuste

Fuente: Elaboración propia

A: LOSA ESFÉRICA DE FONDO

B: ANILLOS CIRCULARES

C: PARED CÓNICA

D: PARED CIRCULAR

E: CÚPULA ESFÉRICA

F: CHIMENEA ACCESO

DIAGRAMA DE CUBA DEL RESERVORIO

Representación gráfica de las dimensiones de la cuba, utilizadas en el diseño del reservorio, principalmente analizado bajo la condición sísmica.

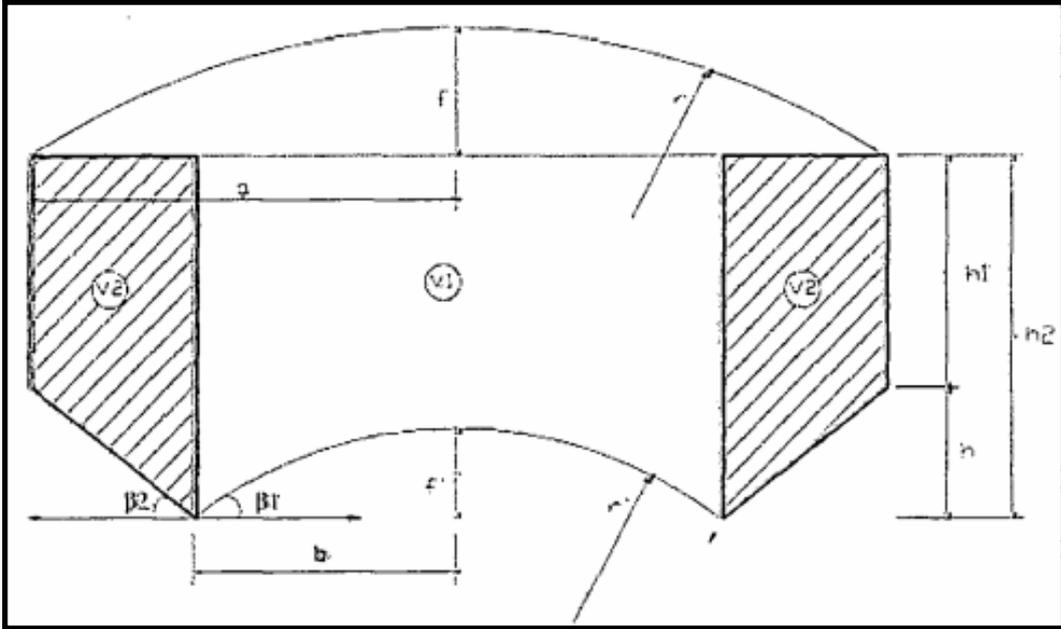


Figura N°21: Cuba con fondo Intze y dimensiones

Fuente: Salinas S. José R. ⁽¹⁴⁾ "Análisis y diseño sismo resistente de un reservorio elevado con estructura cilíndrica de soporte" – Lima – 1996

PATOLOGÍAS POR ATAQUES QUIMICOS

Según Rivera F. Julio ⁽¹⁵⁾ el concreto presenta diversas funciones como su alta alcalinidad, baja permeabilidad y alta resistividad eléctrica, pero la más importante es proteger la armadura o elementos de acero embebidos en él. Cuando éste no cumple dicha función y existe un desgaste o desprendimiento del concreto, se expone el acero de refuerzo, quedando a la intemperie llevando a una corrosión del acero y futuro colapso de la estructura. Según siguiente detalle:



Figura N°22: Ejemplo de corrosión del acero de refuerzo en viga.

Fuente: “CATÁLOGO ASOCRETO – Agosto 2016 – pág. 01

PATOLOGÍA CORROSIÓN EN AMBIENTE MARINO

Según Mendoza Madelyn ⁽¹⁶⁾ el concreto provee al acero de refuerzo las propiedades de protección química y física, por tanto en un ambiente marino los iones cloruro del agua de mar bordean la estructura en contacto con agua y lentamente van penetrando la estructura hasta llegar al acero de refuerzo, también nos menciona la existencia de 2 periodos de tiempo de corrosión el 1ero un periodo de 1 – 5 años que tardan los iones cloruro del mar en atacar el recubrimiento del acero, y un 2do periodo de 50 – 100 años donde los iones cloruro atacan el recubrimiento y el acero por completo, dejando la estructura colapsada.



Figura N°23: Ejemplo de corrosión en pilares de muelles

Fuente: “Estructuras de concreto en ambiente marino” – Mendoza Madelyn ⁽¹⁶⁾

PATOLOGÍAS EN RESERVORIOS: FILTRACIONES - LIMPIEZA

En el artículo de Llasa F. Oscar. ⁽¹⁷⁾ nos indica que un tanque o reservorio con filtraciones tiene ya en proceso corrosión en su armadura, si la fisura apareció tiempo inmediato a su construcción es debido a un fenómeno físico. Los reservorios con patologías biológicas y electroquímicas de los que resalta las eflorescencias salinas y la oxidación del acero aparecen tiempo después de su construcción y conllevan al deterioro del reservorio; así mismo Alva H. Jorge E. ⁽¹⁸⁾ define que debidos a los esfuerzos de corte y tensiones de tracción y compresión lleva al concreto a tensiones mecánicas las cuales nos llevan a fraccionar el concreto apareciendo las grietas, por otro lado un proceso de mal curado también nos lleva a la aparición de grietas. Dávila C. Oscar (2001) ⁽¹⁹⁾ refiere y resalta el mantenimiento y limpieza de reservorios para alargar la vida útil del mismo.



Figura N°24: Ejemplo de limpieza de reservorio apoyado

Fuente: Dávila C. Oscar (2001) ⁽¹⁹⁾ - Artículo “Limpieza de Reservorios”

PROTECCIÓN DEL ACERO DE REFUERZO

Como de base teórica al presente proyecto de tesis nos enfocamos a la cúpula inferior que se ve afectada por el peso propio, peso del líquido y el peso de la chimenea de acceso, según la norma ACI318S-08 ⁽²⁰⁾ Item 10.9, nos brinda un parámetro de diseño para el área del acero de refuerzo longitudinal (AG), no debe ser menor que 0.01 AG ni mayor que 0.08 AG.

En la norma ACI371-08 nos menciona que el fuste del cilindro está sometido a flexo compresión, donde nos recomienda una cuantía mínima vertical de 0.0050 y una cuantía mínima horizontal de 0.0030, todo ello debido a que tiene poca ductibilidad que posee el fuste ante un sismo por ser un elemento esbelto.

Parámetros de reforzamiento		Coeficiente Sísmico		Coeficiente Sísmico
		$A_v < 0.20$		$A_v \geq 0.20$
Reforzamiento Mínimo		$f'_c < 7MPa$	$f'_c \geq 7MPa$	
Vertical	Varillas #11 o menores	0.0015	0.0050	0.0050
Horizontal	Varillas #5 o menores	0.0020	0.0025	0.0025
	Varillas #6 o mayores	0.0025	0.0025	0.0030
Máximo esfuerzo de fluencia f_y		420MPa		420MPa

Figura N°25: Reforzamiento mínimo en fuste de reservorio elevado

Fuente: norma ACI371-08

III.-METODOLOGIA

3.1 Diseño de la investigación del proyecto

- Se desarrollará siguiendo la Guía de inspección de puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones debidamente modificada para reservorios elevados.
- Hojas de datos, o cualquier sistema de almacenamiento de información en campo que permita registrar: fecha, ubicación, componente, sección, tamaño de la unidad de muestra, número y tamaño de patología, tipos de falla, grado de severidad, cantidades, y nombre del encargado de la inspección.
- Imágenes fotográficas, para la determinación de las muestras se tomó las fotos respectivas del contorno del reservorio.
- Planos existentes de la construcción del mismo reservorio.
- La metodología utilizada, es una investigación cualitativa, con toma de muestras, evaluar las patologías y realizar mis conclusiones.



Cuadro N°05: Cuadro de diseño de la investigación

Fuente: Diseño propio

3.2 Población y muestra

Universo o Población

En el estudio realizado se encuentra el siguiente universo:

- Todos los elementos estructurales del Reservoirio Tacalá $V=1000\text{ m}^3$ – Distrito de Castilla – Provincia de Piura.

Muestra

La muestra en el estudio realizado es:

- Parte inferior externa de cuba del Reservoirio elevado Tacalá $v=1000\text{m}^3$ – Distrito de Castilla – Provincia de Piura.

3.3 Definición y operacionalización de variables e indicadores

Este cuadro no se ejecuta porque no tenemos hipótesis y la operacionalización nace de las hipótesis por tanto no disponemos de operacionalización de variables.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Las principales técnicas que se utilizará en la investigación son:

- Determinar de los tipos de patologías.
- Evaluar los datos, por medio de fotografías e inspección ocular.
- Evaluar los tipos de patologías en el contorno del reservoirio elevado.
- Detalles gráficos de elementos a inspeccionar.
- Clasificación según el grado de severidad.

NIVEL DE SEVERIDAD

Para calificar al reservorio se tomará en cuenta la siguiente tabla de calificación según detalle:

NIVEL DE SEVERIDAD		
CALIFICACION	RANGO DE AFECTACIÓN	NIVEL - DESCRIPCION
5	85% - 100%	PÉSIMO: Gran deterioro o pérdida de sección presente en elementos estructurales críticos. _Desplazamientos horizontales o verticales que afectan la estabilidad de la estructura hidráulica. _Se considera una demolición del reservorio por ser un peligro para los habitantes.
4	65% - 84.99%	MUY MALO: Avanzado deterioro de los elementos estructurales primarios. _Grietas de fatiga en acero o grietas de corte en el concreto. _Socavación que compromete el apoyo o cimentación de la infraestructura del reservorio. _Conviene poner "Inoperativo" al reservorio.
3	15% - 64.99%	MALO: La pérdida de sección, deterioro o popout afectan seriamente a los elementos estructurales primarios. Hay posibilidad de fracturas locales, pueden presentarse rajaduras en el concreto o fatigas en el acero.
2	10% - 14.99%	REGULAR: Los elementos primarios están en buen estado, pero algunos elementos secundarios muestran deterioro, algo de pérdida de sección, grietas, Descascaramiento, o popout, pérdida de sección avanzada.
1	2% - %9.99	BUENO: Existen problemas menores. Algunos elementos muestran deterioro sin importancia.
0	0% - 1.99%	MUY BUENO: No se observa problemas en la estructura.

Tabla N°01: Tabla de leyenda para calificar al reservorio

Fuente: Elaboración propia

INSTRUMENTOS

La evaluación será visual y, la toma de datos como instrumento de recolección La evaluación de la condición incluirá los siguientes aspectos:

- Regla milimetrada para medir fisura y grietas, que estén al alcance.

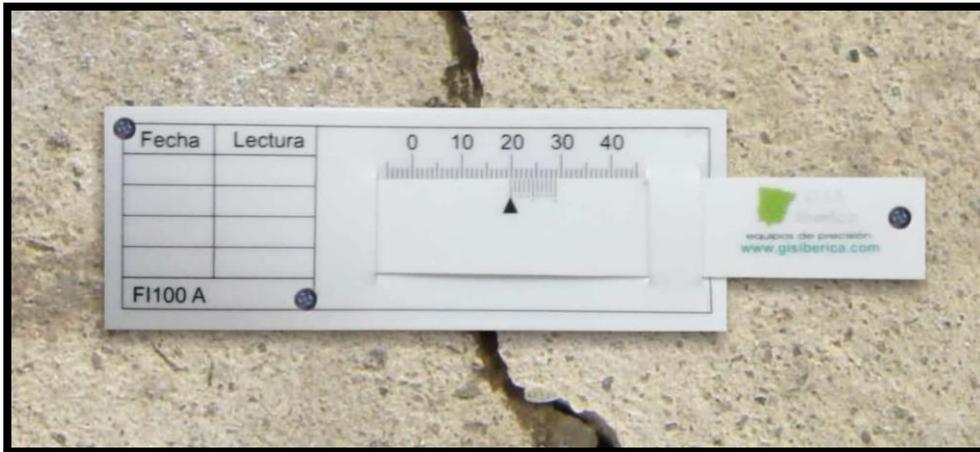


Figura N°26: Regla milimetrada

Fuente: Propia

- Wincha metálica métrica.



Figura N°27: Wincha metálica

Fuente: Propia

3.5 Plan de análisis

Para efectuar la evaluación superficial de daños en el concreto armado se consideran pasos importantes a realizar en base a la necesidad de identificar los deterioros o fallas del reservorio, que serán materia de evaluación específicamente en relación a las características físicas del concreto armado en reservorios elevados.

La evaluación a realizar corresponde a una **“Recolección de Datos”**, como la base principal a desarrollar a partir de la inspección visual del reservorio elevado, debiéndose hacer las anotaciones de lo observado mientras se inspecciona el reservorio elevado, en formatos adecuados para tal finalidad.

Los principios de evaluación son acondicionados y adaptados de la **“Guía para inspección de puentes”** del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú” (21).

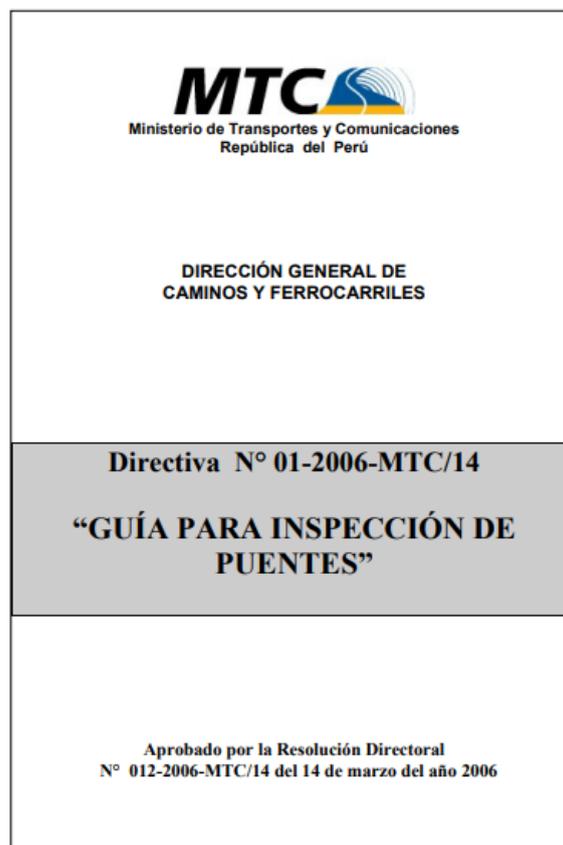


Figura N°28: Guía para inspección de puentes

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones del Perú.

ACCIONES PARA LA INSPECCION EN CAMPO:

Siguiendo los lineamientos de la “Guía para inspección de puentes” del ministerio de transportes, se modificó y se acondicionó las siguientes acciones para la inspección de campo en reservorios elevados:

- 1) Se debe verificar la ubicación y nombre del reservorio indicado para la inspección.
- 2) Se debe tomar todas las medidas de seguridad necesarias para llevar acabo la inspección.
- 3) Al iniciar se tomará una foto de identificación del reservorio.
- 4) Adicionar una fotografía de las vías de acceso hacia el reservorio.
- 5) A continuación se inspeccionarán y calificarán las condiciones de cada uno de los componentes del reservorio, tuberías, soporte, fuste y cuba.
- 6) Se tomará fotografías de las patologías encontradas dentro de la estructura de concreto armado para su identificación.
- 7) Se elaborará un cuadro de inspección para identificar y tabular las patologías presentes en el reservorio, fuste y cuba de almacenamiento.
- 8) Se tomará una fotografía principal de toda la estructura de modo general.
- 9) Se evaluará y calificar la condición general del reservorio.

Para esto se dará una conclusión final siendo todos los componentes del reservorio inspeccionado y que todo el informe se encuentre completo.

ACCIONES PARA DETECTAR LOS DAÑOS

A. EN EL CONCRETO ARMADO

Estos daños visibles en las estructuras de concreto armado suelen ser: agrietamientos, escamas, delaminación, popout, afloramientos, desgastes o abrasión, eflorescencia, etc.

Las fisuras en el concreto son normalmente finas para ser detectadas a primera vista, se pueden diagnosticar entre finas, medias y anchas, donde pasando 1 mm se llamarían grietas, las cuales deben ser reportadas y monitoreadas para llevar un control.

Las grietas se pueden clasificar en estructurales y no estructurales, las primeras requieren de una atención de suma urgencia, ya que afectan la capacidad del reservorio. Las segundas son causadas por efecto de la expansión térmica y contracción de fragua. Se llama delaminación cuando existe desprendimiento del concreto por la parte superior o inferior del acero, la causa más usual de la expansión por la corrosión del acero por la intrusión de cloruros o sales que afectan al mismo.

- ✓ El examen visual realizado al concreto nos permite identificar los deterioros primarios, ya sean manchas de óxido o las grietas. Debemos reconocer como futuros ingenieros que no todas las grietas son de importancia, al igual que las manchas de óxido nos indican la presencia de corrosión del acero.
- ✓ Se debe reportar las medidas de longitud, dirección, ubicación, extensión de las grietas y manchas de óxido.
- ✓ Para el examen físico se puede realizar un sondeo con un martillo y poder así, identificar las áreas de concreto hueco así como detectar la delaminación en dichas áreas.

EJECUCION DE LA INSPECCION

Al realizar la inspección visual nos permite determinar el nivel y grado de agrietamiento, corrosión, los niveles de deformaciones en los componentes del reservorio.

Los elementos a ser inspeccionados serán catalogados en 2 grupos:

- **CIMENTACIONES:** Normalmente esta zona es inaccesible por el inspector, por lo que serán detectadas indirectamente por fallas en las partes superiores de la estructura.
- **SUPERESTRUCTURA:** Son los daños visibles a los largo de todo el reservorio desde el soporte hasta el techo de la cuba.

REGISTRO VISUAL DEL CONCRETO:

- Deben examinarse para detectar la formación de grietas.
- Revisión de descascaramientos u otros signos de deterioro.
- Debe observarse con mucho cuidado el acero de refuerzo para determinar su estado.
- Las grietas en el concreto permiten que la humedad afecte al acero de refuerzo el cual al oxidarse se expande y causa desprendimiento del mismo.

3.6 Matriz de Consistencia

TITULO			
“DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DEL CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO TACALÁ V=1000 M3 – DISTRITO DE CASTILLA - PROVINCIA DE PIURA - DEPARTAMENTO DE PIURA - MARZO 2018”			
PROBLEMA:	OBJETIVO GENERAL:	VARIABLE DEPENDIENTE:	METODOLOGÍA:
¿En que grado la determinación y evaluación de las patologías del concreto armado del reservorio elevado Tacalá V=1000m3 - Distrito de Castilla - Provincia de Piura, nos ayuda a obtener un nivel de severidad de su condición actual?	Determinar y evaluar las patologías del concreto armado del reservorio elevado Tacalá V=1000m3 - Distrito de Castilla - Provincia de Piura	Determinación y evaluación de las patologías del concreto armado.	<p>La metodología utilizada, para el desarrollo del proyecto fue: Recopilación de antecedentes preliminares: En esta etapa se realizó la búsqueda el ordenamiento, análisis y validación de los datos existentes y de toda la información necesaria que ayudó a cumplir con los objetivos de este proyecto.</p> <p>Universo o Población</p> <p>Universo o población se refiere a cualquier conjunto de unidades o elementos como personas, municipios, empresas, etc. claramente definido para el cual se calculan las estimaciones o se busca la información. Como no es imposible obtener datos de toda la población es conveniente extraer una muestra, que sea representativa. En el estudio realizado se encuentra el siguiente universo: La población del Distrito Castilla - Piura.</p> <p>Muestra</p> <p>Es el conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinados caracteres en la totalidad de una población o universo partiendo de la observación de una fracción de la población considerada. La muestra en el estudio realizado es: De acuerdo a la información brindada en el Banco de proyectos SNIP (10) ,los Asentamientos Humanos Tacalá, Pecuario Nuevo Horizonte, Valle De La Esperanza Y Teresa De Calcuta Del Distrito Castilla- Piura. Referidos al proyecto de Inversión pública con N° SNIP 30294, Nombre del Proyecto de Inversión Pública: AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA INTEGRAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS DEL SECTOR NORESTE DE CASTILLA –PIURA.</p>
	OBJETIVOS ESPECIFICOS:	VARIABLE INDEPENDIENTE	
	Identificar las patologías presentes en el reservorio de concreto armado v=1000m3 de Tacalá	Reservorio elevado Tacalá V=1000m3 - Distrito de Castilla - Provincia de Piura	
	Determinar la patología más predominante de la estructura.		
Obtener el grado de severidad de la estructura en estudio.			

3.7 Principios éticos

Principios éticos representa la ética y moral expuesta en los trabajos de investigación así como artículos científicos, la mayoría de los trabajos toman como referencia las teorías y definiciones de autores científicos reconocidos, otros revisan trabajos de investigación similares a sus tesis, por lo que para el presente trabajo de investigación se consultará y tomará artículos, trabajos de investigación, ponencias, textos y otros documentos relacionados al tema **PATOLOGÍAS EN RESERVORIO DE CONCRETO ARMADO**, donde se respetará el derecho de autor. Si bien es cierto la presente tesis está elaborada en base a un resumen de cada uno de los textos mencionados, es decir una pequeña recopilación y asumida como propia, para efectos de comprensión, entendimiento y exposición del tema en estudio.

IV. RESULTADOS

4.1 Resultados

La evaluación a realizar corresponde a una “*Recolección de Datos*”, como la base principal a desarrollar a partir de la inspección visual del reservorio, debiéndose hacer las anotaciones de lo observado mientras se rodea o camina por el contorno del reservorio. El informe de inspección incluye datos que serán plasmados de acuerdo al tipo y grado de daño en la estructura, se determinará un valor entre el 0 y el 5, según los criterios mencionados en la **Tabla N°03**: Tabla de leyenda para calificar al reservorio.

El presente informe de evaluación es de gran ayuda para ilustrar el estado situacional del reservorio en estudio, particularmente para exponer los detalles de los daños encontrados durante la inspección visual, en función al tiempo de vida útil de la estructura. Los mismos que incluirán descripciones, cuadros, fotografías y comentarios que detallen los defectos encontrados, así mismo se presentará la ubicación del problema y su extensión.

Al plasmar los resultados del presente informe se debe tener presente que dicha información puede ser considerada para futuras acciones de mantenimiento lo cual adiciona una asignación de recursos económicos, además de contar en sí como un registro de inspección técnica.

Se utilizará un lenguaje claro y preciso para mantener la misma terminología del reglamento nacional de edificaciones; así mismo toda la información obtenida de manera visual será reforzada y complementada con ayuda de las normas técnicas peruanas, informes de tesis, y lo todo lo señalado en las referencias bibliográficas.

Las fotografías adjuntas en el presente informe mostrarán los detalles de los daños encontrados en la estructura, se incluirán también croquis o esquemas para representar la ubicación de los daños.

ESTIMACION DE ACCIONES DE ACUERDO A LA EVALUACION

Al realizar una correcta y oportuna evaluación de las fallas observadas en el presente reservorio, permitirá a la entidad encargada de la operación y mantenimiento tomar a cabo las medidas preventivas y correctivas según sea el grado de afectación.

Las acciones que se pueden tomar se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Acciones normativas.**- Imposición de señales preventivas, para evitar el funcionamiento del reservorio.

- **Acciones preventivas.**- Se realiza la medida de inspección continua, llevando un control y reporte en apariciones de fisuras, grietas, eflorescencia, etc.

- **Acciones ejecutivas.**- Se enfocan principalmente en obras de mejoramiento o rehabilitación de las partes afectadas en la estructura de concreto armado, como el sellado de fisuras, recubrimiento de las paredes de concreto con aditivos, etc.

Áreas externas del reservorio

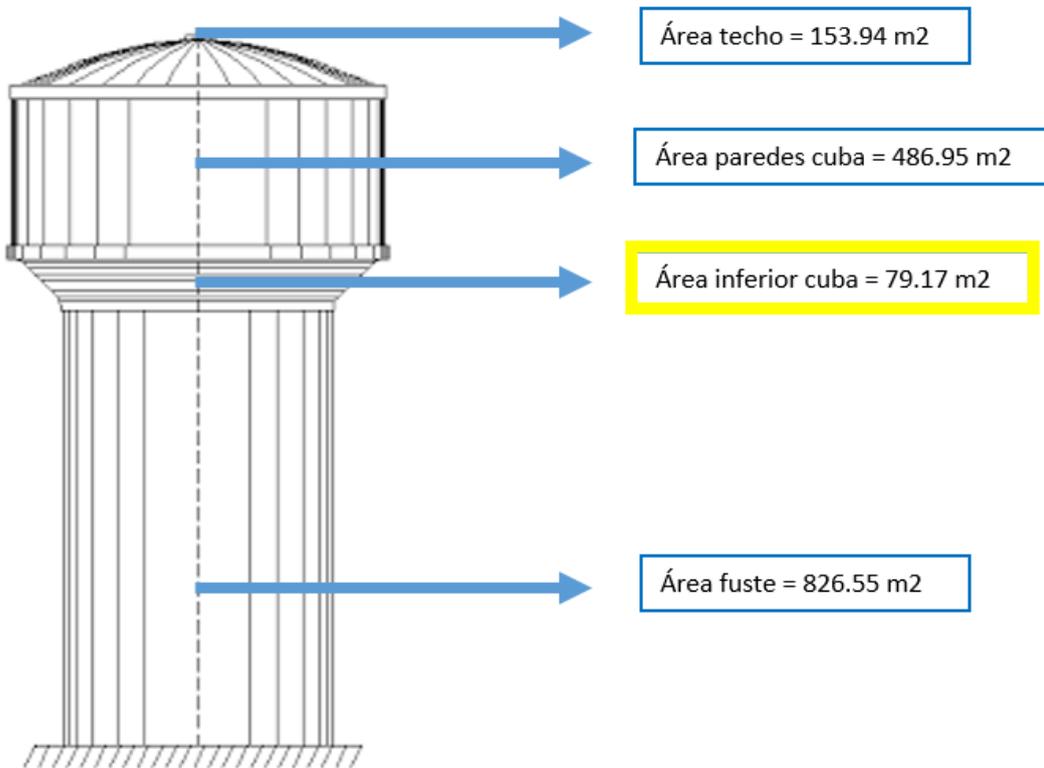


Figura N°29: Áreas externas de la estructura

Fuente: Elaboración propia

Representación del área inferior de la cuba

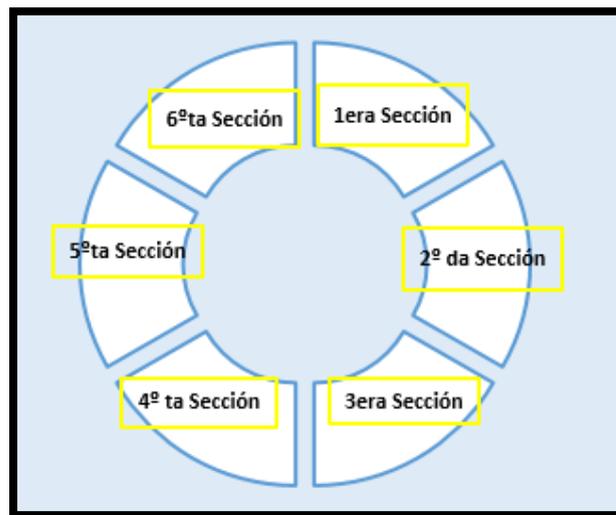
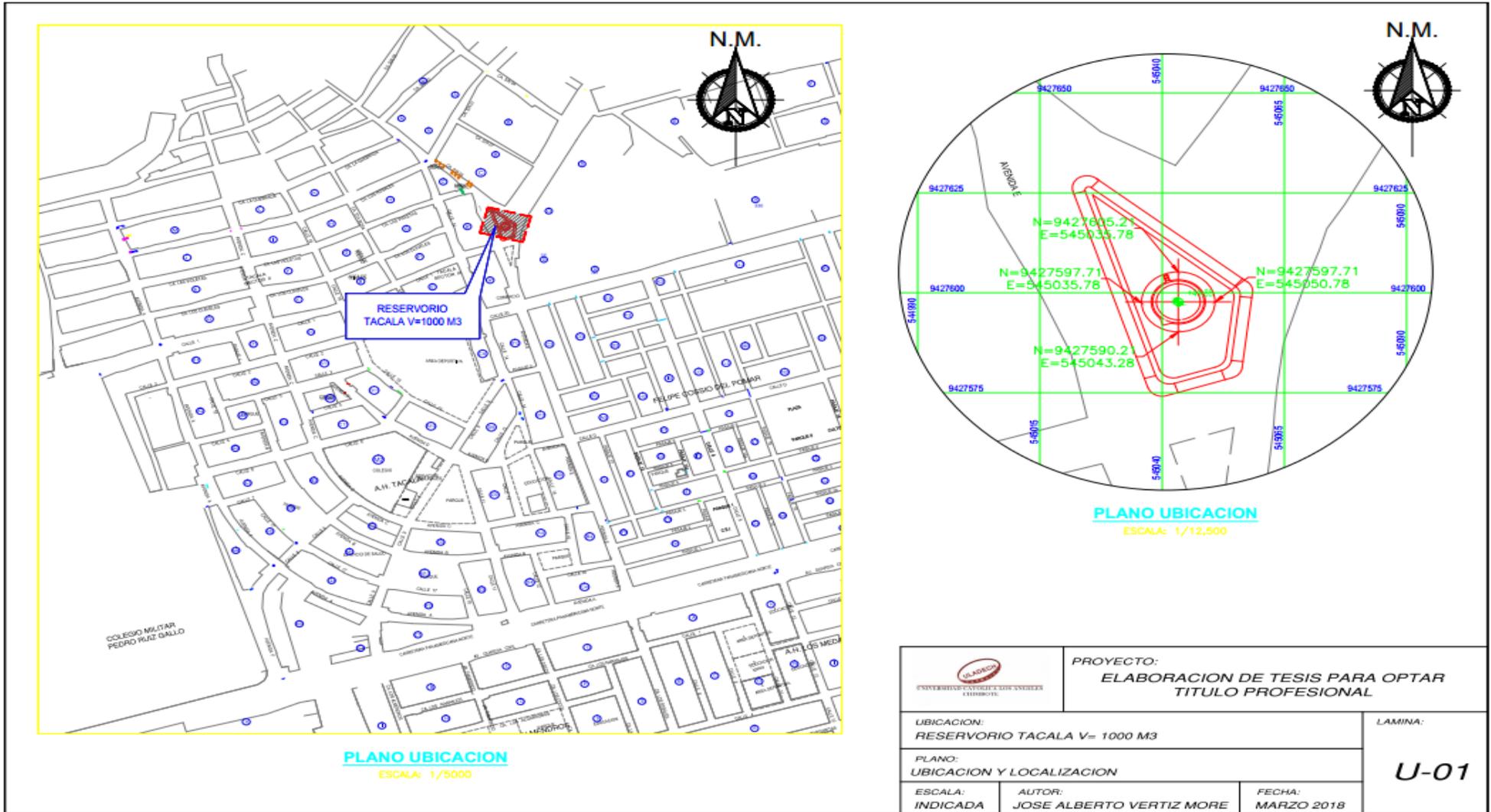


Figura N°30: Representación de las 06 secciones en el reservorio

Fuente: Elaboración propia

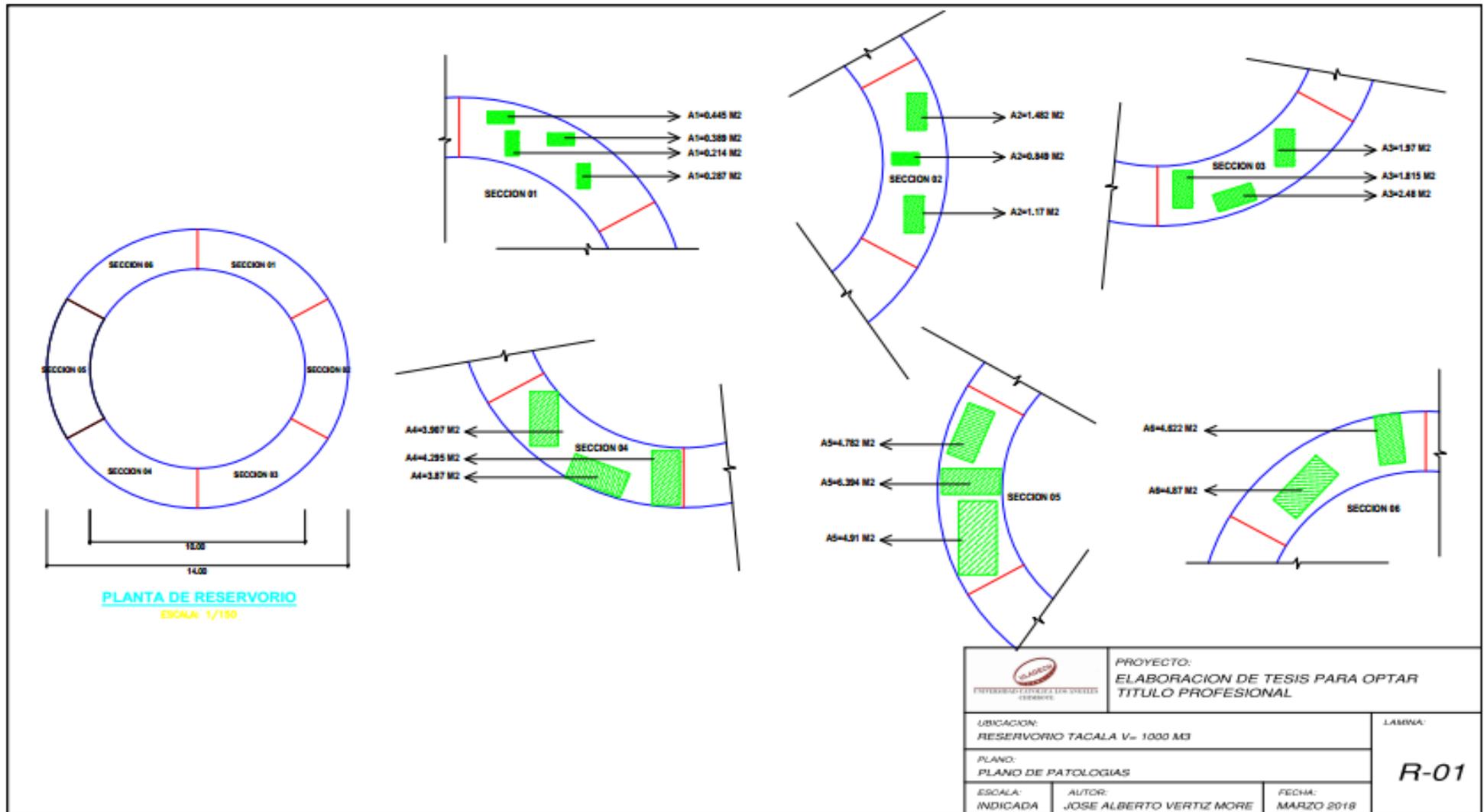
PLANO DE UBICACIÓN



Plano U-01: Plano de ubicación del reservorio Tacalá

Fuente: Elaboración propia

PLANO DE PATOLOGÍAS



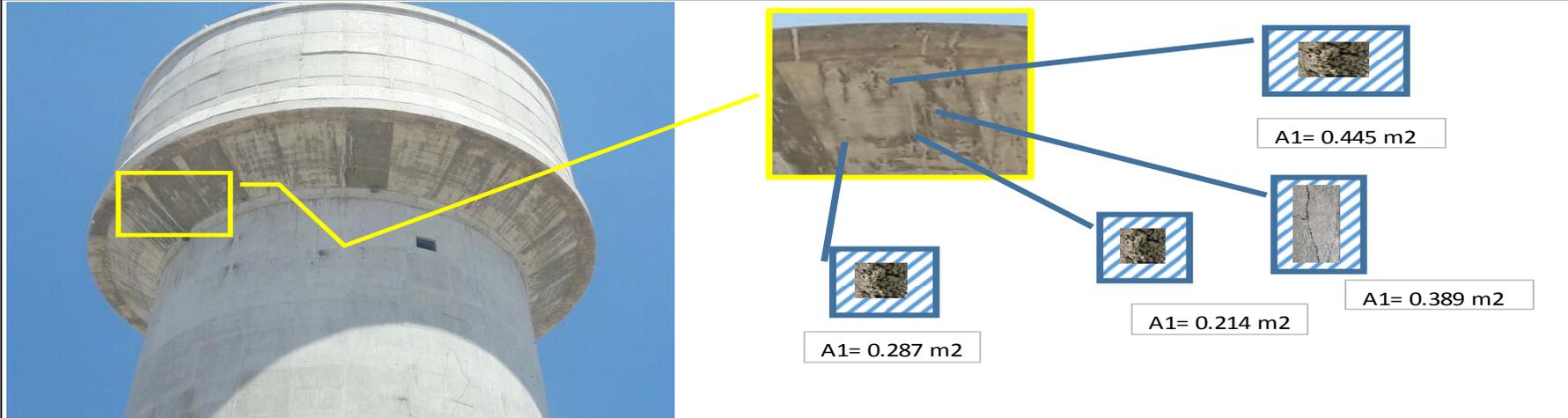
Plano R-01: Plano de patologías del reservorio Tacalá

Fuente: Elaboración propia

Autor: Bach. José Alberto Vértiz More Estructura: Reservoirio elevado Capacidad: V=1000m3 Ubicación: Tacalá – Castilla - Piura	“DETERMINACIÓN Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DEL CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO TACALÁ V=1000 M3 – DISTRITO DE CASTILLA - PROVINCIA DE PIURA - DEPARTAMENTO DE PIURA - MARZO 2018”	
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

SECCION N° 01

1) PLANO DE PATOLOGÍA



2) TIPOS DE PATOLOGIAS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	% AREA AFECTADA	% AREA NO AFECTADA
A. CANGREJERAS	0.95	78.22	0.92%	99.08%
B. FISURAS	0.39	78.78	0.49%	99.51%
C. GRIETAS	0.00	79.17	0.00%	100.00%
D. CARBONATACION DE CONCRETO	0.00	79.17	0.00%	100.00%
E. EFLORESCENCIA	0.00	79.17	0.00%	100.00%
F. DESPRENDIMIENTO	0.00	79.17	0.00%	100.00%
G. EROSION	0.00	79.17	0.00%	100.00%
H. HUMEDAD	0.00	79.17	0.00%	100.00%

3) RESULTADOS DE LA PATOLOGIA

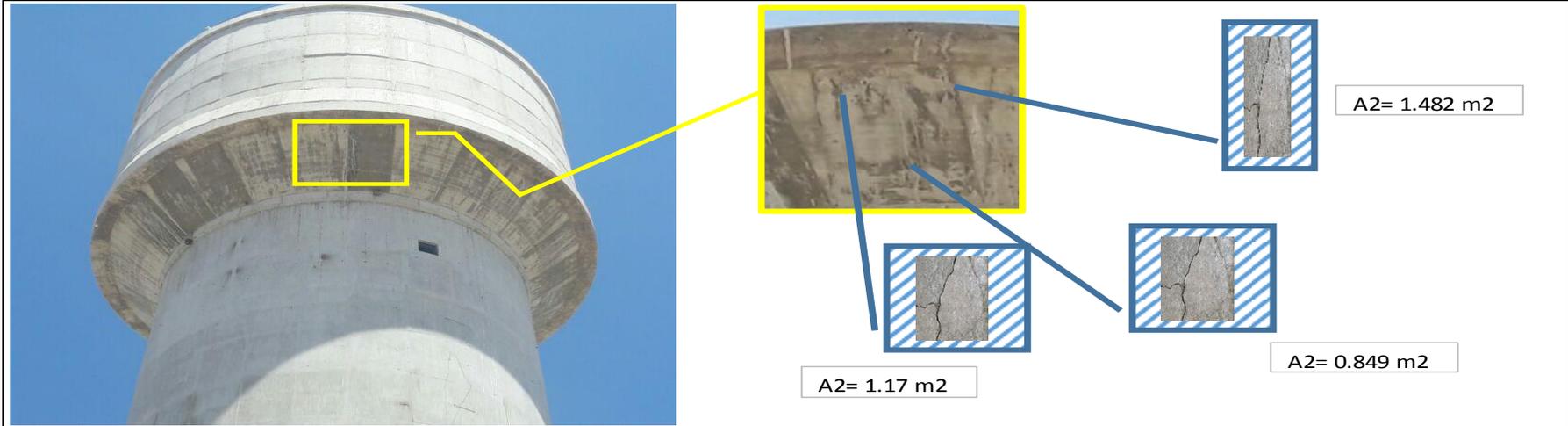
AREA TOTAL AFECTADA (m2)	1.34	PRESENTA 1.69% DE AREA AFECTADA MOSTRANDO UN NIVEL DE SEVERIDAD 0 - MUY BUENO.
AREA TOTAL NO AFECTADA (m2)	77.84	
% AREA TOTAL AFECTADA (m2)	1.69%	
% AREA TOTAL NO AFECTADA (m2)	98.31%	
NIVEL DE SEVERIDAD	0	

Tabla N°02: Toma de datos Sección N° 01

Fuente: Elaboración propia

SECCION N° 02

1) PLANO DE PATOLOGÍA



2) TIPOS DE PATOLOGIAS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	% AREA AFECTADA	% AREA NO AFECTADA
A. CANGREJERAS	0.00	79.17	0.00%	100.00%
B. FISURAS	3.50	75.67	4.42%	95.58%
C. GRIETAS	0.00	79.17	0.00%	100.00%
D. CARBONATACION DE CONCRETO	0.00	79.17	0.00%	100.00%
E. EFLORESCENCIA	0.00	79.17	0.00%	100.00%
F. DESPRENDIMIENTO	0.00	79.17	0.00%	100.00%
G. EROSION	0.00	79.17	0.00%	100.00%
H. HUMEDAD	0.00	79.17	0.00%	100.00%

3) RESULTADOS DE LA PATOLOGIA

AREA TOTAL AFECTADA (m2)	3.50	PRESENTA 4.42% DE AREA AFECTADA MOSTRANDO UN NIVEL DE SEVERIDAD 1 - BUENO.
AREA TOTAL NO AFECTADA (m2)	75.67	
% AREA TOTAL AFECTADA (m2)	4.42%	
% AREA TOTAL NO AFECTADA (m2)	95.58%	
NIVEL DE SEVERIDAD	1	

Tabla N°03: Toma de datos Sección N° 02

Fuente: Elaboración propia

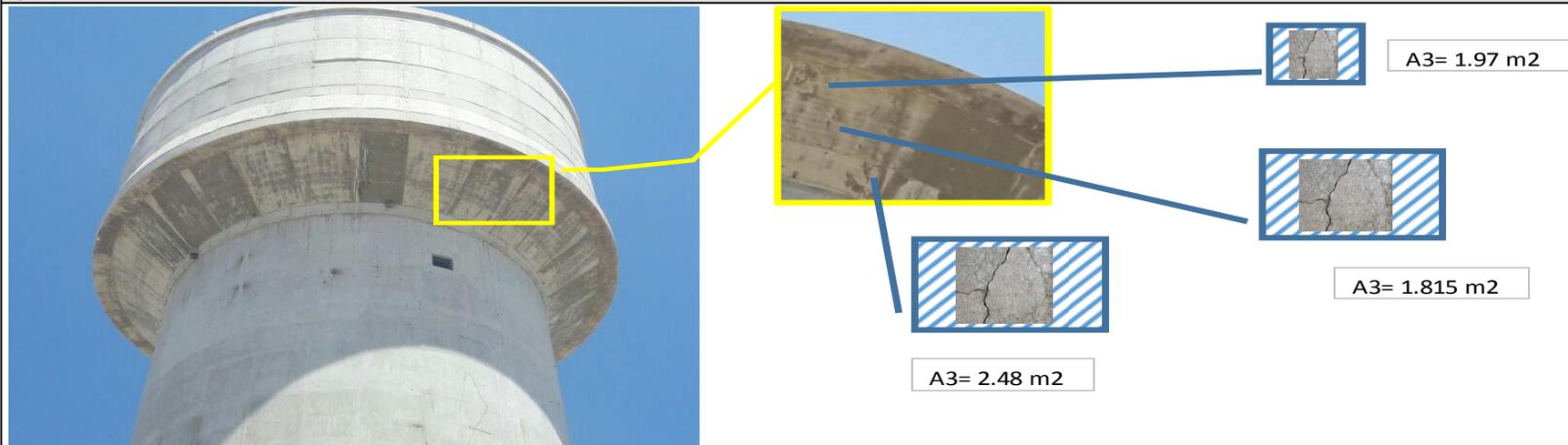
Autor: Bach. José Alberto Vértiz More
 Estructura: Reservoirio elevado
 Capacidad: V=1000m3
 Ubicación: Tacalá – Castilla - Piura

“DETERMINACIÓN Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DEL CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO TACALÁ V=1000 M3 – DISTRITO DE CASTILLA - PROVINCIA DE PIURA - DEPARTAMENTO DE PIURA - MARZO 2018”



SECCION N° 03

1) PLANO DE PATOLOGÍA



2) TIPOS DE PATOLOGIAS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	% AREA AFECTADA	% AREA NO AFECTADA
A. CANGREJERAS	0.00	79.17	0.00%	100.00%
B. FISURAS	0.00	79.17	0.00%	100.00%
C. GRIETAS	8.27	70.91	10.45%	89.55%
D. CARBONATACION DE CONCRETO	0.00	79.17	0.00%	100.00%
E. EFLORESCENCIA	0.00	79.17	0.00%	100.00%
F. DESPRENDIMIENTO	0.00	79.17	0.00%	100.00%
G. EROSION	0.00	79.17	0.00%	100.00%
H. HUMEDAD	0.00	79.17	0.00%	100.00%

3) RESULTADOS DE LA PATOLOGIA

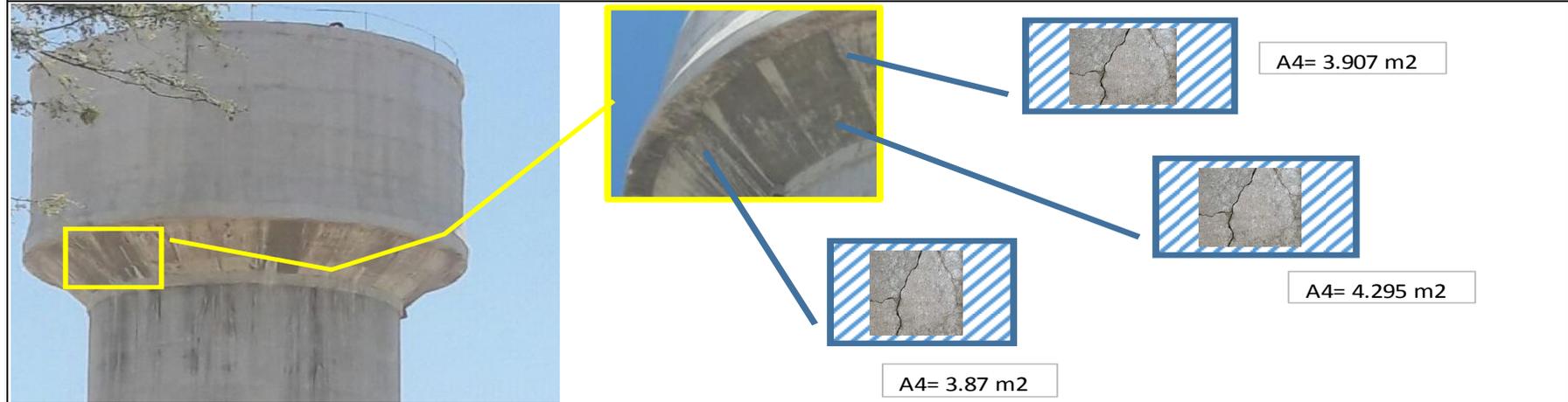
AREA TOTAL AFECTADA (m2)	8.27	PRESENTA 10.45% DE AREA AFECTADA MOSTRANDO UN NIVEL DE SEVERIDAD 2 - REGULAR.
AREA TOTAL NO AFECTADA (m2)	70.91	
% AREA TOTAL AFECTADA (m2)	10.45%	
% AREA TOTAL NO AFECTADA (m2)	89.55%	
NIVEL DE SEVERIDAD	2	

Tabla N°04: Toma de datos Sección N° 03

Fuente: Elaboración propia

SECCION N° 04

1) PLANO DE PATOLOGÍA



2) TIPOS DE PATOLOGIAS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	% AREA AFECTADA	% AREA NO AFECTADA
A. CANGREJERAS	0.00	79.17	0.00%	100.00%
B. FISURAS	0.00	79.17	0.00%	100.00%
C. GRIETAS	12.07	67.10	15.25%	84.75%
D. CARBONATACION DE CONCRETO	0.00	79.17	0.00%	100.00%
E. EFLORESCENCIA	0.00	79.17	0.00%	100.00%
F. DESPRENDIMIENTO	0.00	79.17	0.00%	100.00%
G. EROSION	0.00	79.17	0.00%	100.00%
H. HUMEDAD	0.00	79.17	0.00%	100.00%

3) RESULTADOS DE LA PATOLOGIA

AREA TOTAL AFECTADA (m2)	12.07	PRESENTA 15.25% DE AREA AFECTADA MOSTRANDO UN NIVEL DE SEVERIDAD 3 - MALO.
AREA TOTAL NO AFECTADA (m2)	67.10	
% AREA TOTAL AFECTADA (m2)	15.25%	
% AREA TOTAL NO AFECTADA (m2)	84.75%	
NIVEL DE SEVERIDAD	3	

Tabla N°05: Toma de datos Sección N° 04

Fuente: Elaboración propia

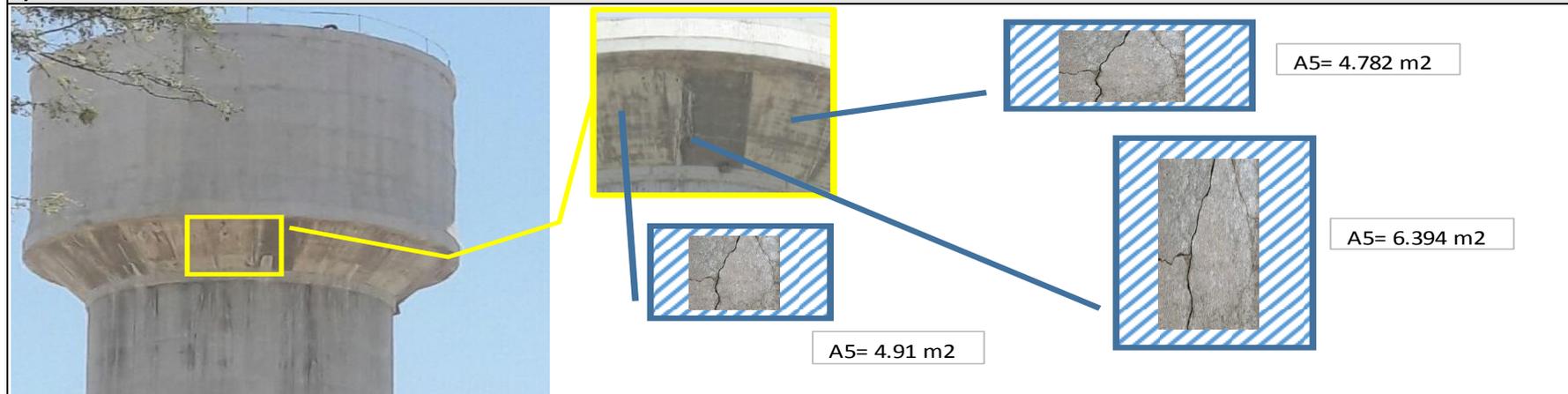
Autor: Bach. José Alberto Vértiz More
 Estructura: Reservoirio elevado
 Capacidad: V=1000m3
 Ubicación: Tacalá – Castilla - Piura

“DETERMINACIÓN Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DEL CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO TACALÁ V=1000 M3 – DISTRITO DE CASTILLA - PROVINCIA DE PIURA - DEPARTAMENTO DE PIURA - MARZO 2018”



SECCION N° 05

1) PLANO DE PATOLOGÍA



2) TIPOS DE PATOLOGIAS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	% AREA AFECTADA	% AREA NO AFECTADA
A. CANGREJERAS	0.00	79.17	0.00%	100.00%
B. FISURAS	0.00	79.17	0.00%	100.00%
C. GRIETAS	16.09	63.08	20.32%	79.68%
D. CARBONATACION DE CONCRETO	0.00	79.17	0.00%	100.00%
E. EFLORESCENCIA	0.00	79.17	0.00%	100.00%
F. DESPRENDIMIENTO	0.00	79.17	0.00%	100.00%
G. EROSION	0.00	79.17	0.00%	100.00%
H. HUMEDAD	0.00	79.17	0.00%	100.00%

3) RESULTADOS DE LA PATOLOGIA

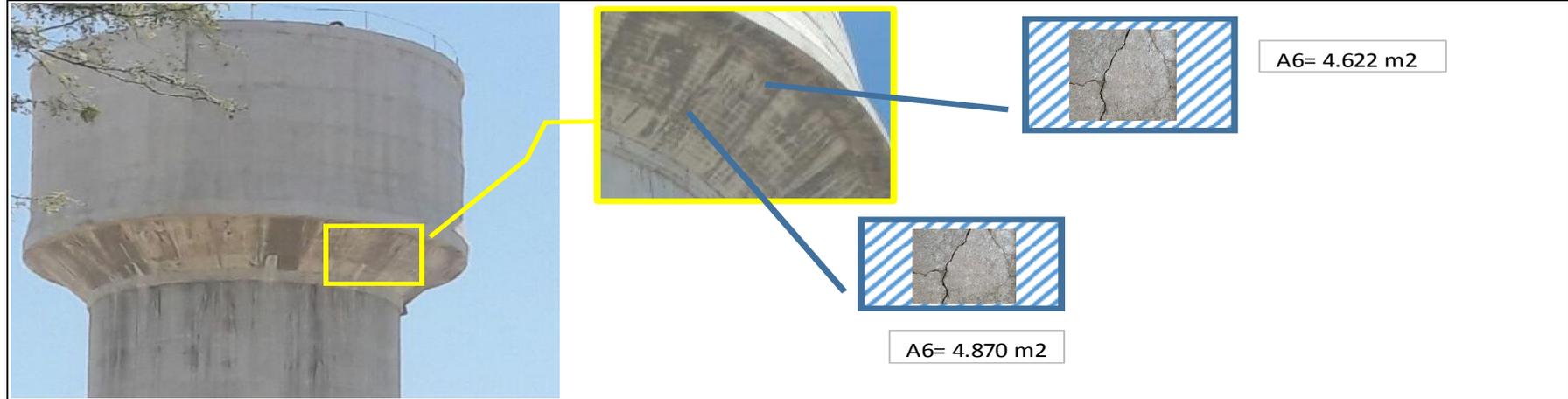
AREA TOTAL AFECTADA (m2)	16.09	PRESENTA 20.32% DE AREA AFECTADA MOSTRANDO UN NIVEL DE SEVERIDAD 3 - MALO.
AREA TOTAL NO AFECTADA (m2)	63.08	
% AREA TOTAL AFECTADA (m2)	20.32%	
% AREA TOTAL NO AFECTADA (m2)	79.68%	
NIVEL DE SEVERIDAD	3	

Tabla N°06: Toma de datos Sección N° 05

Fuente: Elaboración propia

SECCION N° 06

1) PLANO DE PATOLOGÍA



2) TIPOS DE PATOLOGIAS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	% AREA AFECTADA	% AREA NO AFECTADA
A. CANGREJERAS	0.00	79.17	0.00%	100.00%
B. FISURAS	0.00	79.17	0.00%	100.00%
C. GRIETAS	9.49	69.68	11.99%	88.01%
D. CARBONATACION DE CONCRETO	0.00	79.17	0.00%	100.00%
E. EFLORESCENCIA	0.00	79.17	0.00%	100.00%
F. DESPRENDIMIENTO	0.00	79.17	0.00%	100.00%
G. EROSION	0.00	79.17	0.00%	100.00%
H. HUMEDAD	0.00	79.17	0.00%	100.00%

3) RESULTADOS DE LA PATOLOGIA

AREA TOTAL AFECTADA (m2)	9.49	PRESENTA 11.99% DE AREA AFECTADA MOSTRANDO UN NIVEL DE SEVERIDAD 2 - REGULAR.
AREA TOTAL NO AFECTADA (m2)	69.68	
% AREA TOTAL AFECTADA (m2)	11.99%	
% AREA TOTAL NO AFECTADA (m2)	88.01%	
NIVEL DE SEVERIDAD	2	

Tabla N°07: Toma de datos Sección N° 06

Fuente: Elaboración propia

Resumen de las patologías

ITEM	PATOLOGIA	AREA DE ESTUDIO (m2)	AREA CON PATOLOGIA (m2)	% AFECTACIÓN
A.	CANGREJERAS	79.17	0.95	1.20%
B.	FISURAS	79.17	3.89	4.91%
C.	GRIETAS	79.17	45.92	58.00%
D.	CARBONATACION DE CONCRETO	79.17	0	0.00%
E.	EFLORESCENCIA	79.17	0	0.00%
F.	DESPRENDIMIENTO	79.17	0	0.00%
G.	EROSION	79.17	0	0.00%
H.	HUMEDAD	79.17	0	0.00%

Tabla N°08: Resumen de las patologías en la cuba

Fuente: Elaboración propia

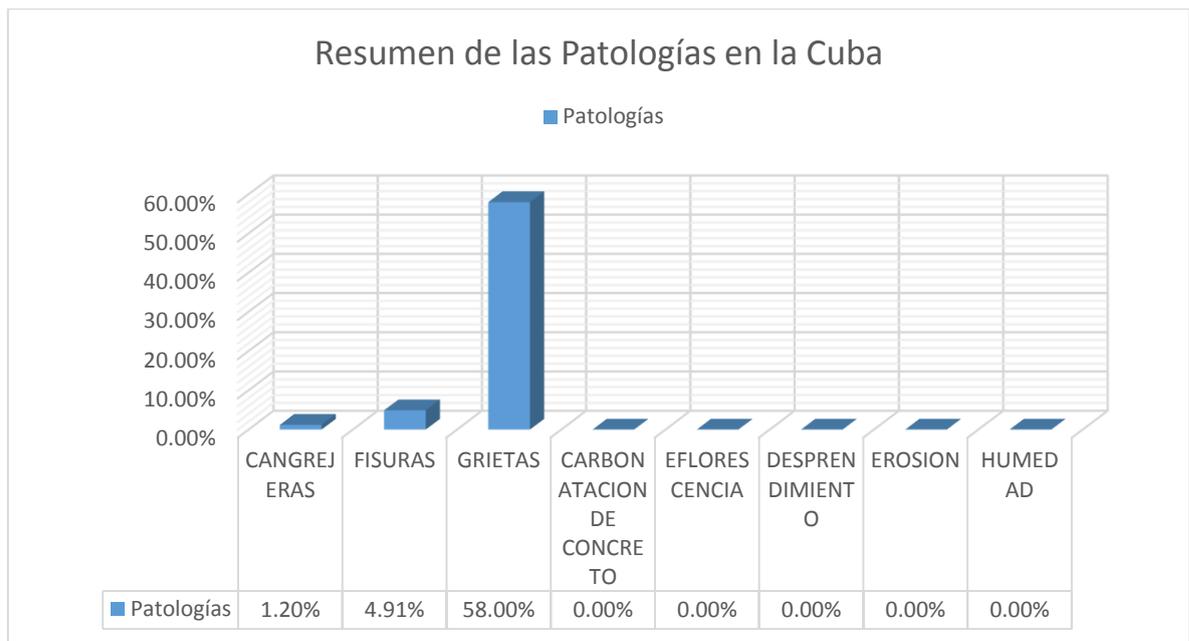


Gráfico N°01: Porcentaje de las patologías en la cuba

Fuente: Elaboración propia

Resumen de Muestras Evaluadas

<p>“DETERMINACIÓN Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DEL CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO TACALÁ V=1000 M3 – DISTRITO DE CASTILLA - PROVINCIA DE PIURA - DEPARTAMENTO DE PIURA - MARZO 2018”</p>		
RESUMEN DE LAS MUESTRAS EVALUADAS		
AREA	M2	% DE PATOLOGIA EXISTENTE
AREA DE ESTUDIO	79.17	100.00%
AREA CON PATOLOGIA	50.75	64.10%
AREA SIN PATOLOGIA	28.42	35.90%

Tabla N°09: Resumen global de muestras evaluadas

Fuente: Elaboración propia

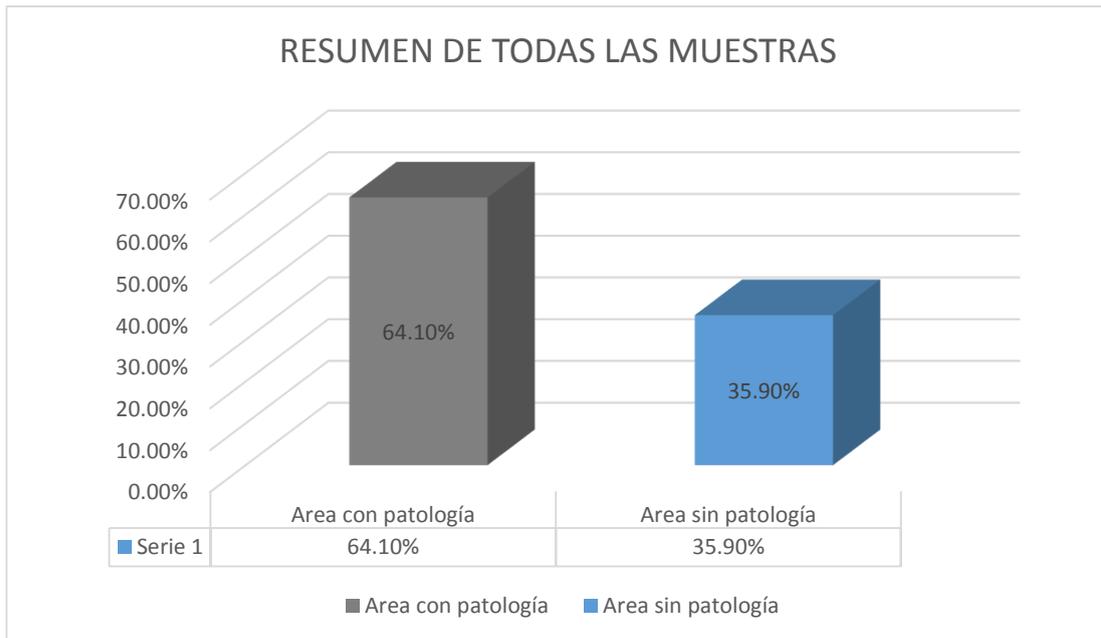


Gráfico N°02: Resumen de las patologías en la cuba

Fuente: Elaboración propia

Resumen de Severidad en las Muestras

“DETERMINACIÓN Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DEL CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO TACALÁ V=1000 M3 – DISTRITO DE CASTILLA - PROVINCIA DE PIURA - DEPARTAMENTO DE PIURA - MARZO 2018”		
RESUMEN DE SEVERIDAD EN LAS MUESTRAS		
SECCION N°	GRADO	CALIFICACION
SECCION N° 1	0	MUY BUENA
SECCION N° 2	1	BUENA
SECCION N° 3	2	REGULAR
SECCION N° 4	3	MALO
SECCION N° 5	3	MALO
SECCION N° 6	2	REGULAR

Tabla N°10: Resumen de muestras evaluadas

Fuente: Elaboración propia

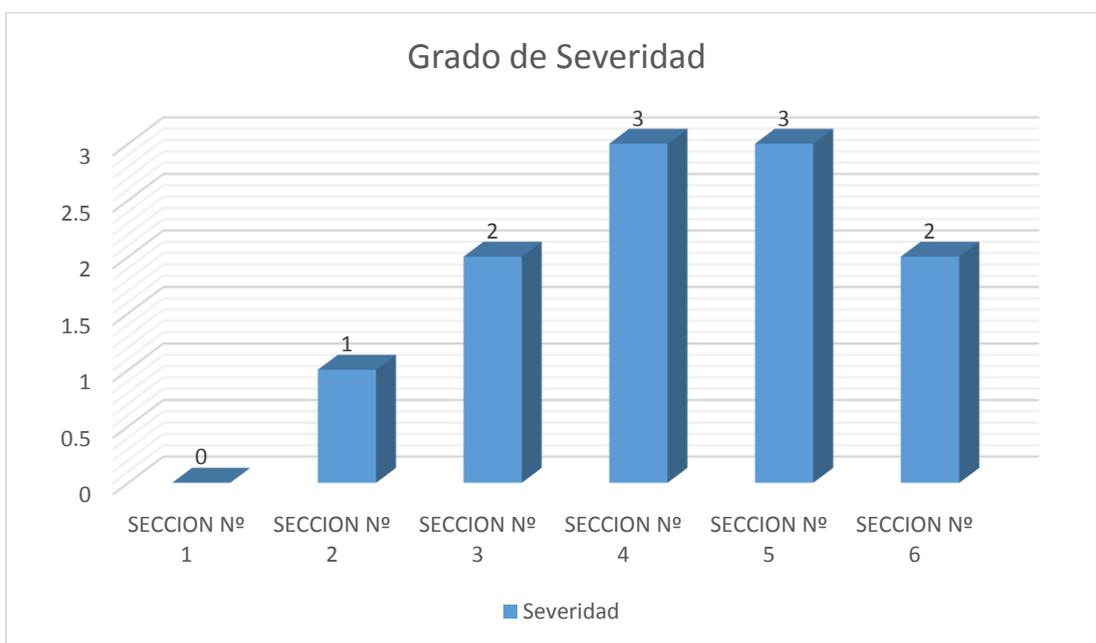


Gráfico N°03: Resumen de Severidad en la cuba

Fuente: Elaboración propia

CUADRO GLOBAL DE AFECTACION

“DETERMINACIÓN Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DEL CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO TACALÁ V=1000 M3 – DISTRITO DE CASTILLA - PROVINCIA DE PIURA - DEPARTAMENTO DE PIURA - MARZO 2018”													
ITEM	PATOLOGIA	SECCION 1		SECCION 2		SECCION 3		SECCION 4		SECCION 5		SECCION 6	
		AREA (m2) AFECTADA	% AFECTACION										
A.	CANGREJERAS	0.95	0.92%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
B.	FISURAS	0.39	0.49%	3.50	4.42%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
C.	GRIETAS	0	0.00%	0	0.00%	8.27	10.45%	12.07	15.25%	16.09	20.32%	9.49	11.99%
D.	CARBONATACION DE CONCRETO	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
E.	EFLORESCENCIA	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
F.	DESPRENDIMIENTO	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
G.	EROSION	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
H.	HUMEDAD	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
ΣTOTAL		1.34	1.69%	3.5	4.42	8.27	10.45	12.07	15.25	16.09	20.32%	9.49	11.99%
ΣTOTAL DE AREAS AFECTADAS (m2)		50.76											
AREA DE ESTUDIO (m2)		79.17											
% DE AFECTACION TOTAL		64.10%											
NIVEL DE SEVERIDAD TOTAL		3 - MALO											

Tabla N°11: Cuadro global de afectación

Fuente: Elaboración propia

4.2 Análisis de resultados

De nuestra muestra que es la parte inferior externa de la cuba se tomó 06 secciones exteriores del reservorio, los mismos que presentan patologías visibles. Vamos a analizar los resultados de cada sección.

❖ Analizando la sección 1 observamos que el 0.92% del área inferior de la cuba es afectada por cangrejas, y 0.49% es afectada por fisuras, lo cual nos lleva a un área total de afectación de 1.69% cuya severidad es de grado 0, es decir una calificación MUY BUENO.

❖ Analizando la sección 2 observamos que el 4.42% es afectada por fisuras, lo cual nos lleva a un área total de afectación de 4.42% cuya severidad es de grado 1, es decir una calificación BUENO.

❖ Analizando la sección 3 observamos que el 10.45% es afectada por grietas, lo cual nos lleva a un área total de afectación de 10.45% cuya severidad es de grado 2, es decir una calificación REGULAR.

❖ Analizando la sección 4 observamos que el 15.25% es afectada por grietas, lo cual nos lleva a un área total de afectación de 15.25% cuya severidad es de grado 3, es decir una calificación MALO.

❖ Analizando la sección 5 observamos que el 20.32% es afectada por grietas, lo cual nos lleva a un área total de afectación de 20.32% cuya severidad es de grado 3, es decir una calificación MALO.

❖ Analizando la sección 6 observamos que el 11.99% es afectada por grietas, lo cual nos lleva a un área total de afectación de 11.99% cuya severidad es de grado 2, es decir una calificación REGULAR.

Según la toma de datos nos muestran una calificación global de nivel 03 mostrando una estructura **MALO** por lo que debemos tomarle importancia para solicitar una rehabilitación o reparación de las partes afectadas, ya que de no tomar las medidas pertinentes, puede afectar el acero y formar así la corrosión y esto es perjudicial para la estructura.

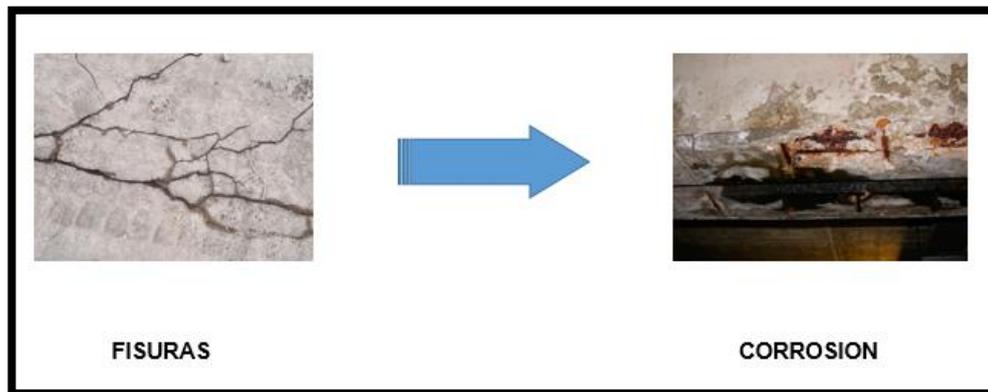


Figura N°31: Comparación de fisuras y corrosión

Fuente: Elaboración propia

V.-CONCLUSIONES

Conclusiones

Según la inspección realizada, hemos concluido que las patologías más resaltantes en la cuba del reservorio de Tacalá, son: cangrejeras 2%, fisuras 4.91% y grietas en un 90%. Representadas en el siguiente gráfico.

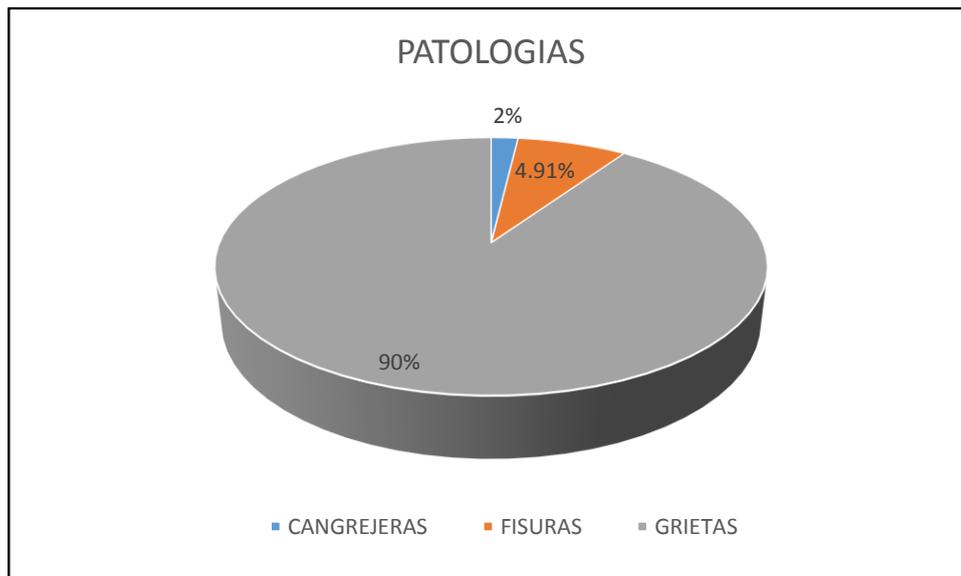


Gráfico N°04: Patologías presentes

Fuente: Elaboración propia

La patología predominante en esta área de la cuba es el **AGRIETAMIENTO** identificado un 90% del área inferior de la cuba.

En nuestro cuadro de inspección observamos que nuestra línea poligonal de tendencia nos lleva de un grado 2 hacia uno de 3, esto concluye que la estructura presenta un **grado de severidad 3 - MALO**, con tendencia a seguir creciendo con el paso del tiempo la estructura entra en contacto con el fenómeno del intemperismo y así desgaste justo en las áreas con patologías descritas anteriormente.

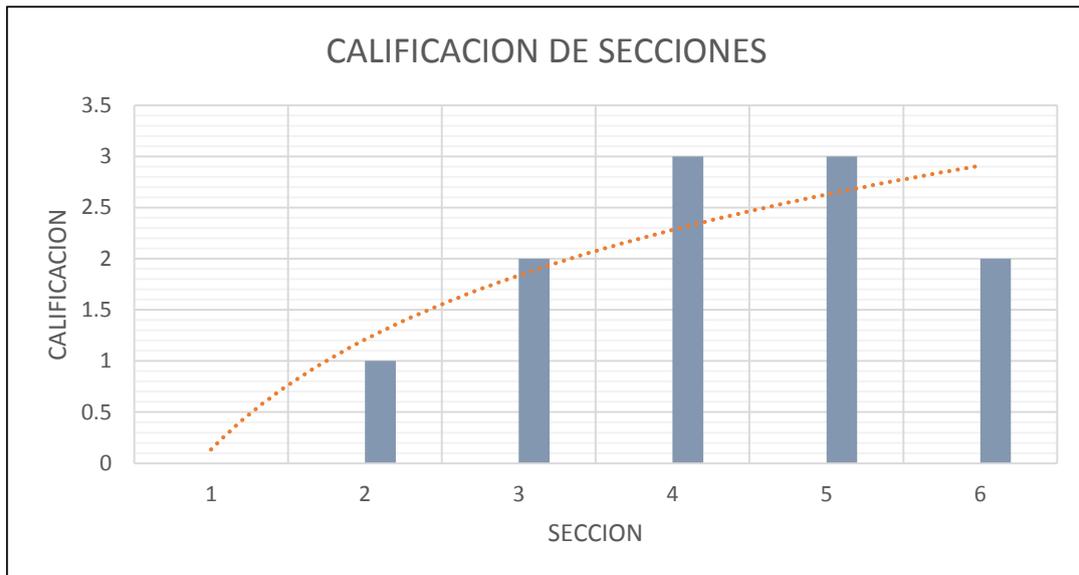


Gráfico N°05: Comparación de CALIFICACIONES DE SECCIONES

Fuente: Elaboración propia

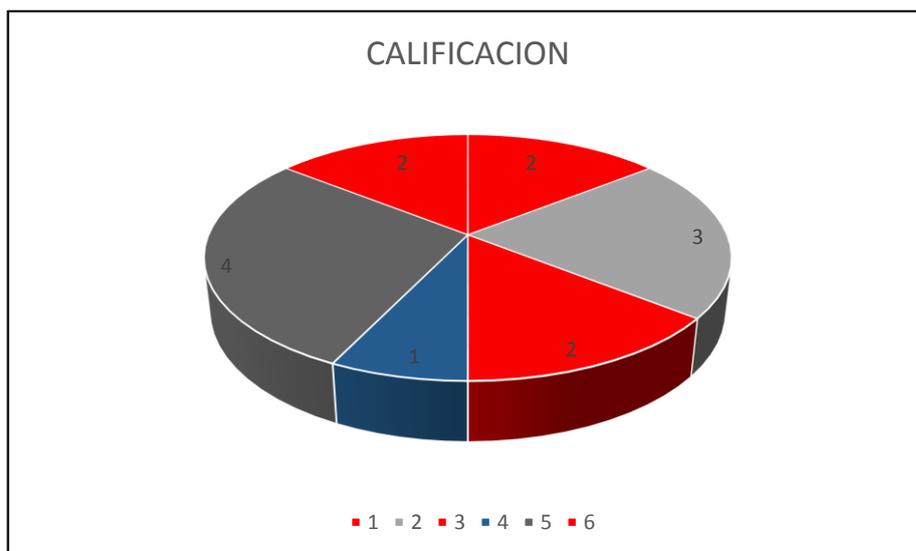


Gráfico N°06: CALIFICACIONES DE SECCIONES

Fuente: Elaboración propia

Aspectos complementarios

Debemos adicionar que toda construcción debe ser vigilada constantemente, los errores de construcción son los más peligrosos para toda infraestructura, las patologías en reservorios las predominantes son la humedad y la eflorescencia pero son vistas con el paso de los años, en especial este reservorio por tener solo 3 años, causa admiración y llama la atención por ser una construcción nueva, por tanto se debería tomar en cuenta las observaciones plasmadas en la presente tesis, para generar un acta de inspección de la calidad del concreto utilizado en el vaciado de la cuba.

Para realizar la reparación de las patologías indicadas se deberá rasquetear y raspar las partes afectadas según sea la afectación, las grietas deben ser abiertas y aplicar un sellador compatible con agua potable, en el caso que exista acero expuesto se deberá aplicar 02 manos de estabilizador de óxido, para detener la corrosión en el acero. Las “cangrejeras” deberán ser reparadas con un mortero hidráulico MTG del tipo polimérico para garantizar la impermeabilidad del reservorio. Finalmente podemos adicionar como aspecto complementario que el proceso constructivo, donde presenciamos 02 momentos, previo a la descarga del concreto y posterior a la descarga del concreto; en el 1er momento previo a la descarga se deberán revisar los estudios de diseño para dicha estructura hidráulica, supervisión en la colocación del acero, revisión correcta del encofrado donde garantice el recubrimiento del acero y mayor énfasis en las partes con pendientes muy inclinadas.

Para el 2do momento posterior a la descarga se deberá supervisar la descarga del concreto, realizar las pruebas y ensayos requeridos según normativa, realizar un chequeo de uniformidad de las estructuras del reservorio con la supervisión, revisar el acabado superficial así como la micro textura y la macro textura, realizar la protección y el curado que necesita dicha estructura hidráulica, pronosticar los mantenimientos necesarios para acceder al periodo de vida útil diseñado.

Referencias bibliográficas

1. Del Hoyo & Casafont – “ANÁLISIS DE ESTUDIO DE LAS PATOLOGÍAS PARA SU REPARACION DE LA REPRESA GRAUS – TORAN Y GRAUS” - ESPAÑA (1992)
2. Parra V. Carlos “ESTUDIO PATOLÓGICO TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE”.
3. Pinedo B. Moises G. “DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO APOYADO R1, DEL DISTRITO DE COISHCO, PROVINCIA DE SANTA, DEPARTAMENTO DE ANCASH” ABRIL – 2015.
4. Infante M. Danny – Tesis – “ANÁLISIS PATOLÓGICO DEL RESERVORIO DE CONCRETO ARMADO R4 DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA”.
5. Mogollón M. Dino M – Tesis - “DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN EL CANAL DE RIEGO T-52 DE LA COMISIÓN DE USUARIOS EL ALGARROBO VALLE HERMOSO, SECTOR LA PEÑITA, DISTRITO DE TAMBOGRANDE, PROVINCIA DE PIURA, REGIÓN PIURA”, AGOSTO-2016.
6. Gómez T. Luis - Tesis – “DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN EL CANAL PRINCIPAL DE REGADÍO BIAGGIO ARBULÚ DEL CASERÍO DE MIRAFLORES ENTRE LAS PROGRESIVAS 0+000 AL KM 1+413 DEL DISTRITO DE CASTILLA, PROVINCIA DE PIURA, REGIÓN PIURA”, JULIO - 2016.
7. Gegdyszman Sergio. Patología de la construcción. Arquimaster.com.ar.
8. Figueroa Marcela - “ABASTECIMIENTO DE AGUA” -2015.
9. Kuroiwa H. Julio - GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES EN LAS CIUDADES DEL PERÚ.
10. Marín M. Victor. “Deterioro del concreto armado”. 2012.
11. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. Revista científica indexada ISSN 2410-0269 Vol 3, n° 2, Julio-diciembre de 2016 Chimbote, Perú.
12. Agüero P. Roger “GUÍA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIOS APOYADOS”. Internet. Perú - 2005.

- 13.Lazo J. Gloria D. "DISEÑO Y ANÁLISIS SÍSMICO DE RESERVORIO CIRCULAR DE 250 M3 PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE PAUCARA, PROVINCIA DE ACOBAMBA, REGIÓN DE HUANCVELICA" – Huancavelica 2015.
- 14.Salinas S. José R. “Análisis y diseño sismo resistente de un reservorio elevado con estructura cilíndrica de soporte” – Lima – 1996.
- 15.Rivera F. Julio “Patologías en reservorios elevados” - 2015.
- 16.Mendoza Madelyn “Estructuras de concreto en ambiente marino” – 2016.
- 17.Llaza F. Oscar – Artículo - “Análisis sísmico de reservorios”.
- 18.Alva H. Jorge E. "Cimentaciones profundas. Comité peruano de Mecánica de suelos, "cimentaciones de estructuras”.
- 19.Dávila C. Oscar – Artículo “Limpieza de reservorios” – 2001.
- 20.ACI318S-08Item 10.9.
- 21.Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. “Guía para inspección de puentes” – Perú 2006.

ANEXOS

PROCESO CONSTRUCTIVO DEL RESERVORIO TACALÁ V=1000 M3

MAYO -2014



Figura N°32: Colocación de acero central de la zapata cuyo Diámetro=20m

Fuente: Consorcio Nuevo Horizonte

PROCESO CONSTRUCTIVO DEL RESERVORIO TACALÁ V=1000 M3

MAYO -2014



Figura N°33: Colocación de acero en viga de cimentación del reservorio, con empalmes para el fuste respectivo

Fuente: Consorcio Nuevo Horizonte

PROCESO CONSTRUCTIVO DEL RESERVORIO TACALÁ V=1000 M3

OCTUBRE -2014



Figura N°34: Encofrado de la cuba desde vista inferior

Fuente: Consorcio Nuevo Horizonte

PROCESO CONSTRUCTIVO DEL RESERVORIO TACALÁ V=1000 M3

OCTUBRE -2014



Figura N°35: Encofrado de la parte inferior de la cuba - vista interna

Fuente: Consorcio Nuevo Horizonte

PROCESO CONSTRUCTIVO DEL RESERVORIO TACALÁ V=1000 M3

OCTUBRE -2014



Figura N°36: Colocación de acero en la cuba - vista interna

Fuente: Consorcio Nuevo Horizonte

PROCESO CONSTRUCTIVO DEL RESERVORIO TACALÁ V=1000 M3

MARZO -2015

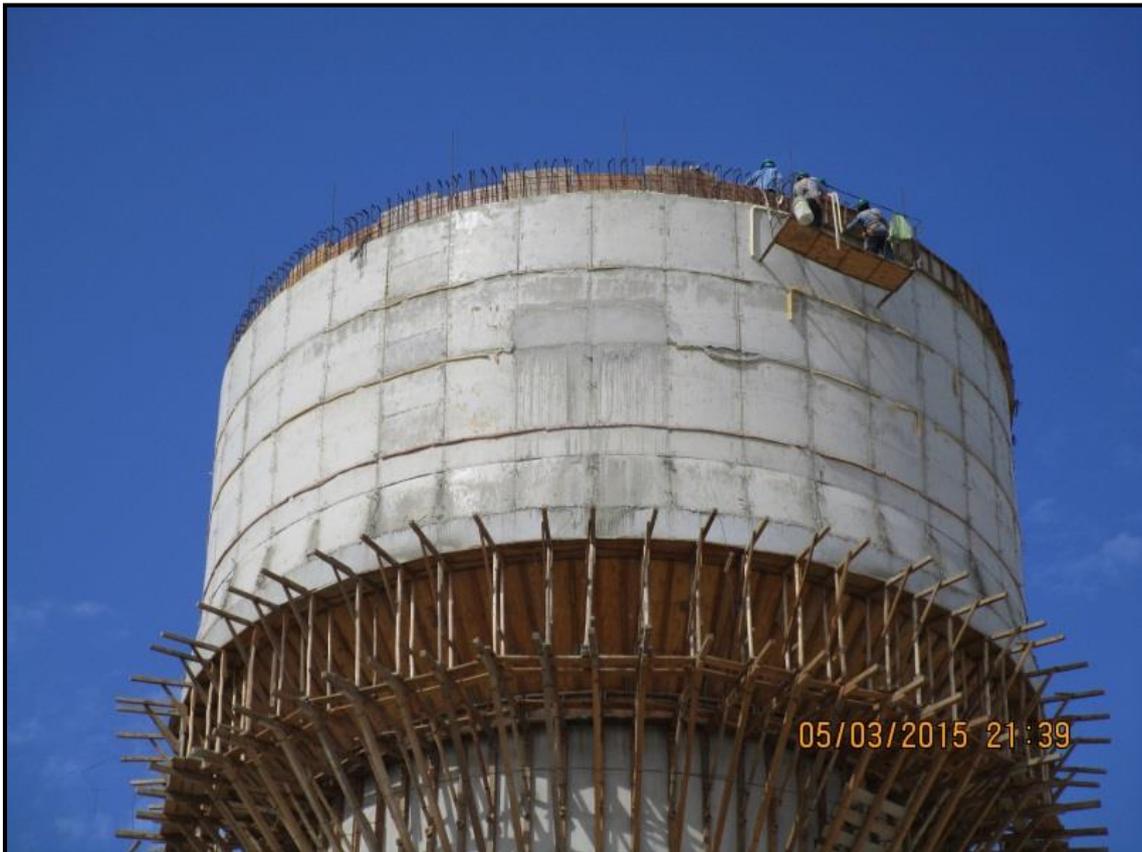


Figura N°37: Encofrado de la última capa de la cuba - vista externa

Fuente: Consorcio Nuevo Horizonte

PROCESO CONSTRUCTIVO DEL RESERVORIO TACALÁ V=1000 M3

MARZO -2015



Figura N°38: Encofrado del techo de la cuba del reservorio - vista interna

Fuente: Consorcio Nuevo Horizonte

PROCESO CONSTRUCTIVO DEL RESERVORIO TACALÁ V=1000 M3

ABRIL -2015



Figura N°39: Vaciado del techo de la cuba del reservorio

Fuente: Consorcio Nuevo Horizonte

DETALLE DE TRONCO CONICO DE CUBA – FUSTE

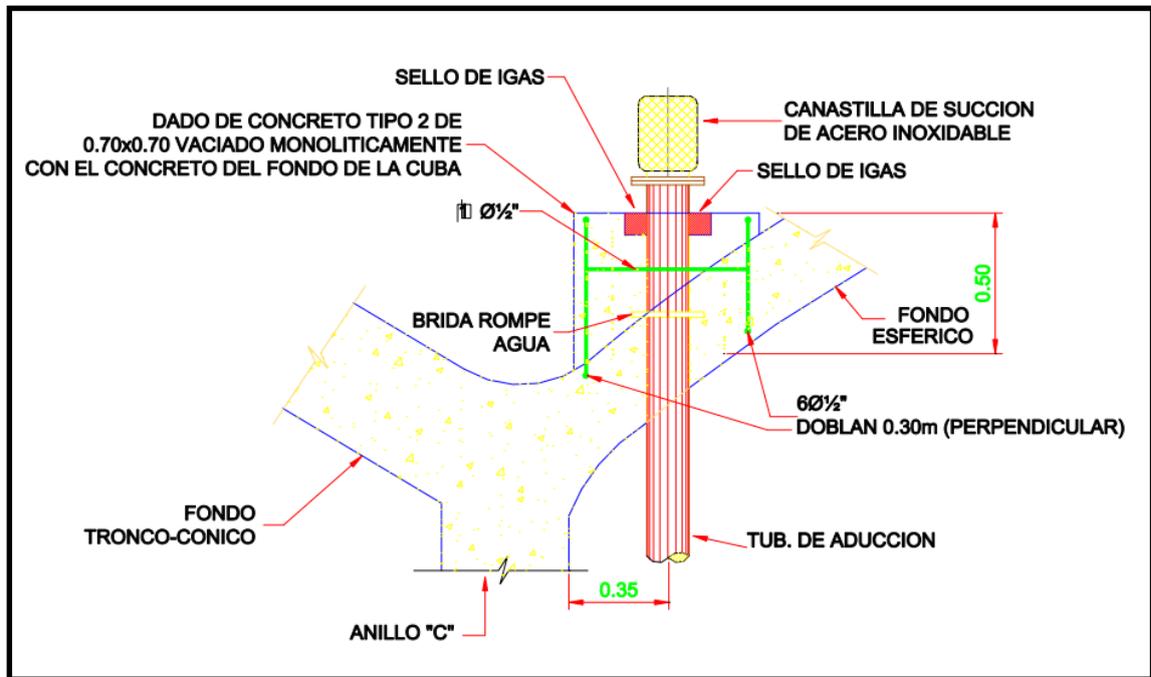


Figura N°40: Detalle en perfil de fondo tronco cónico entre cuba - fuste

Fuente: Consorcio Nuevo Horizonte

VISTA EN PLANTA DE CUBA

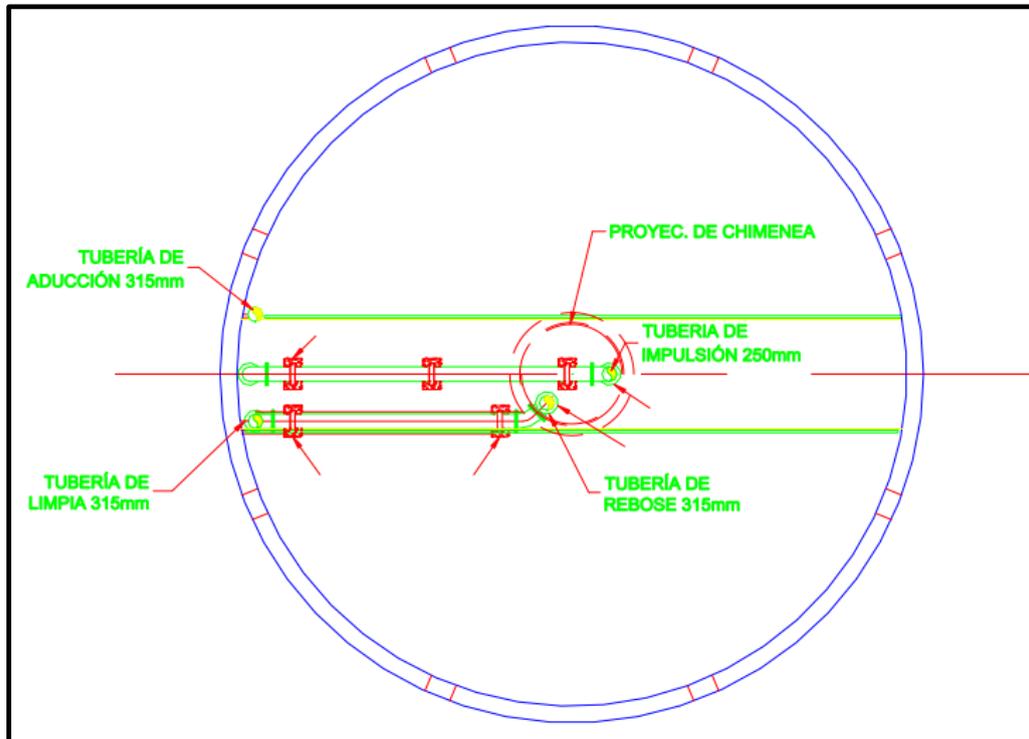


Figura N°41: Detalle en planta de cuba y sus tuberías

Fuente: Consorcio Nuevo Horizonte

PATOLOGIAS: DESPRENDIMIENTO – CORROSION - EFLORESCENCIA



Figura N°42: Reservorio colapsado Ciudad Pisco - Perú - 2007

Fuente: “Análisis y Diseño Sísmico de un Reservorio Elevado Tipo Intze de 600m³” -
Quispe A. Ebherlin B

Comentario: Dicho reservorio se encuentra muy afectado con el sismo, por tanto los niveles de severidad presentes son muy altos, en mi opinión debe ser reevaluado para verificar si sus elementos estructurales cumplen con su diseño o en todo caso optar por la demolición completa. Existen ensayos de laboratorio como “testigos” para probar la resistencia de los elementos.

PATOLOGIAS: HUMEDAD - EFLORESCENCIA



Figura N°43: Reservorio colapsado Ciudad de Pisco – Perú – 2007

Fuente: “Análisis y Diseño Sísmico de un Reservorio Elevado Tipo Intze de 600m³”
– Ebherlin Q. Publicación

Comentario: Al igual que la Figura N° 45, dicho reservorio se encuentra afectado por el sismo, pero presenta patologías en la cuba y en su soporte, la presencia de humedad trae consigo la existencia de “hongos”, la eflorescencia también es proveniente de la humedad junto con las sales presentes tanto en el líquido contenido o por las precipitaciones, para evitar esto se debe primero limpiar con agua a presión y retirar todas las sales, se puede utilizar un limpiador de ácido clorhídrico, para evitar la reaparición de la eflorescencia es necesario impermeabilizar todas las paredes de la cuba y las zonas donde se afecte.

PATOLOGIA: HUMEDAD – EFLORESCENCIA - DESPRENDIMIENTO



Figura N°44: Reservorio Niño Héroe Ciudad de Castilla – Perú - 2018

Fuente: Propia.

Comentario: La humedad trae consigo la presencia de hongos y eflorescencia las cuales mencioné en la Figura N°46, en el presente reservorio observamos también un concreto “envejecido” debido a más de 50 años de vida útil, este concreto es afectado directamente por el fenómeno de “intemperismo”, que es la acción del tiempo, del viento, el clima y el ambiente, por el cual causa el deterioro de todas las estructuras, se debe realizar una inspección profunda para diagnosticar si la estructura puede continuar en operación y ser rehabilitada.

PATOLOGIA: FILTRACION



Figura N°45: Filtración en el reservorio elevado – Hualmay – Lima - Perú

Fuente: “Análisis y Diseño Sísmico de un Reservorio Elevado Tipo Intze de 600m³”

Comentario: El presente reservorio presenta filtraciones del agua justamente de la parte inferior de la cuba, siendo esta la parte más crítica de la estructura, por ello para evitar este tipo de patologías se debe tener una minuciosa supervisión en el vaciado del concreto en esa parte de la estructura debido a la inclinación y el acero dificulta la homogeneidad del concreto, para su reparación se debe secar y sellar las grietas con un aditivo epóxico cuya función sea plastificar e impermeabilizar el concreto.

PATOLOGIA: GRIETAS



Figura N°46: Grietas en el reservorio elevado R4 – Iquitos - Perú

Fuente: “Análisis y Diseño Sísmico de un Reservorio Elevado Tipo Intze de 600m³”

Comentario: Aquí observamos una reparación de grietas en el reservorio de Iquitos, debido a un mal fraguado del concreto o también puede ser debido a un mal vibrado del concreto, al igual que la Figura N°48 se deberían sellar las grietas con un sellador impermeabilizante para evitar la filtración y la futura corrosión del acero.