

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REPARACIÓN DE UNA  
CISTERNA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES DEL DISTRITO GREGORIO ALBARRACÍN  
LANCHIPA, TACNA 2022”**

**PARA OPTAR:**

**TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. MICHAEL ARNOLD FUENTES VILLALOBOS**

**Bach. BRAYAN RODRIGO MARCA AGUILAR**

**TACNA – PERÚ**

**2023**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REPARACIÓN DE UNA  
CISTERNA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES DEL DISTRITO GREGORIO ALBARRACÍN  
LANCHIPA – TACNA 2022”**

Tesis sustentada y aprobada el 25 de marzo del 2023; estando el jurado calificador integrado por:

**PRESIDENTE : Mtra. MARÍA ETELVINA DUARTE LIZARZABURO**

**SECRETARIO : Mtra. ELIANA NANCY CHAMBILLA VELO**

**VOCAL : Mtro. JIMMI YURY SILVA CHARAJA**

**ASESOR : Mtro. MILTON CESAR GORDILLO MOLINA**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Michael Arnold Fuentes Villalobos, en calidad de: Bachiller en Ingeniería Civil de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 71301903.

Yo Brayan Rodrigo Marca Aguilar, en calidad de: Bachiller en Ingeniería Civil de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 73310055.

Declaro bajo juramento que:

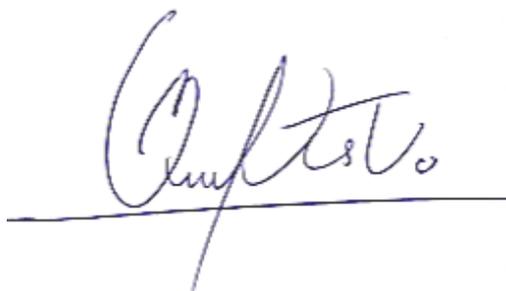
1. Soy autor de la tesis titulada: "*Evaluación y propuesta de Reparación de una cisterna de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna 2022*" la misma que presento para optar: título profesional de ingeniero civil
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, habiéndose respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada.

En consecuencia, me hago responsable frente a la Universidad y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis de investigación.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 25 de marzo del 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Michael', is written over a horizontal line.

.....  
Bach. MICHAEL ARNOLD FUENTES VILLALOBOS  
DNI. 71301903

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Brayan', is written over a horizontal line.

.....  
Bach. BRAYAN RODRIGO MARCA AGUILAR  
DNI. 73310055

## **DEDICATORIA**

Se lo dedico a mi soporte mi Madre Alfonsa Villalobos Sánchez y mis hermanos Angela y Christopher los cuales siempre me han acompañado a lo largo de esta formación académica dándome su apoyo incondicional.

**Michael Arnold Fuentes Villalobos**

El Dedico esta tesis a mis padres Julia y Raúl por todo su apoyo incondicional brindándome palabras de aliento y por hacerme acuerdo lo importante que es el esfuerzo y sacrificio para lograr nuestras metas. A mis hermanos, porque espero haber sido ejemplo para ellos de esfuerzo y superación. Finalmente, a mis amistades que creyeron en mi dándome palabras de aliento para seguir adelante durante esta faceta.

**Brayan Rodrigo Marca Aguilar**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi Madre por no rendirse en darme esta formación académica; a mi hermana Angela que estuvo en cada momento corrigiendo cada error, para tomar las mejores decisiones; a mi hermano Christopher por apoyarme moralmente para que nunca me rinda.

**Michael Arnold Fuentes Villalobos**

Doy gracias a Dios por permitirme seguir cumpliendo metas en este ámbito profesional, también doy gracias a mi familia quienes me apoyaron desde un inicio en este camino.

**Brayan Rodrigo Marca Aguilar**

## ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADO .....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD .....	iii
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE GENERAL .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	2
1.1. Descripción del Problema .....	2
1.2. Formulación del Problema .....	3
1.2.1. Problema General .....	3
1.2.2. Problemas Específicos .....	3
1.3. Justificación e Importancia de la Investigación .....	4
1.4. Objetivos .....	4
1.4.1. Objetivo General .....	4
1.4.2. Objetivos Específicos .....	5
1.5. Hipótesis .....	5
1.5.1. Hipótesis General .....	5
1.5.2. Hipótesis Específica .....	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	6
2.1. Antecedentes del Estudio .....	6
2.1.1. Antecedentes Internacionales .....	6
2.1.2. Antecedentes Nacionales .....	7
2.1.3. Antecedentes Locales .....	8
2.2. Bases Teóricas .....	9
2.2.1. Marco Normativo .....	9
2.2.2. Definición de concreto .....	10
2.2.3. Componentes del Concreto .....	10
2.2.4. Cisterna de Concreto Armado .....	12

2.2.5.	Planta de tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) .....	13
2.2.6.	Agua residual domestica .....	13
2.2.7.	Propiedades del concreto .....	14
2.2.8.	Fisuras y grietas .....	18
2.2.9.	Fisuración en estado fresco.....	21
2.2.10.	Fisuración en estado Endurecido .....	22
2.2.11.	Cangrejeras.....	27
2.2.12.	Tipos de Cangrejeras .....	29
2.2.13.	Packers. ....	30
2.2.14.	Tipos de Packers.....	30
2.2.15.	Bombas de inyección.....	31
2.2.16.	Tipos de Bombas de inyección .....	31
2.2.17.	Materiales de reparación .....	33
2.3.	Definición de términos .....	34
2.3.1.	Aditivos.....	34
2.3.2.	Evaluación patológica.....	34
2.3.3.	Fisura .....	35
2.3.4.	Fisura activa .....	35
2.3.5.	Fisura pasiva .....	35
2.3.6.	Fisurómetro .....	35
2.3.7.	Grieta .....	35
2.3.8.	Juntas.....	35
2.3.9.	Patología .....	35
2.3.10.	Slump.....	36
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....		37
3.1.	Tipo y Nivel de la Investigación.....	37
3.2.	Población y/o Muestra De Estudio .....	37
3.2.1.	Población.....	37
3.2.2.	Muestra .....	37
3.3.	Operacionalización de Variables.....	38
3.3.1.	Variable Independiente.....	38
3.3.2.	Variable dependiente.....	39
3.4.	Técnicas e Instrumentos para la recolección de datos.....	39
3.4.1.	Inspección preliminar.....	39
3.4.1.1.	Recolección de información.....	39
3.4.1.2.	Inspección visual .....	40
3.4.2.	Inspección Detallada .....	40

3.4.2.1. Control de calidad del Concreto.....	40
3.4.2.2. Control de la cantera para agregados finos y gruesos .....	42
3.4.2.3. Características del agua para el concreto.....	46
3.4.3. Evaluación de la cisterna.....	47
3.4.3.1. Ubicación y Localización de patologías .....	47
3.4.3.2. Selección de los componentes con patologías .....	47
3.4.3.3. Nivel de severidad.....	47
3.4.3.4. Análisis Genérico de patologías .....	49
3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	49
3.5.1. Procesamiento y análisis de inspección preliminar .....	49
3.5.2. Procesamiento y análisis de inspección detallada .....	50
3.5.3. Procesamiento y análisis de la evaluación de la cisterna.....	50
3.5.3.1. Nivel de severidad y su clasificación.....	51
3.5.3.2. Procesamiento del análisis genérico de patologías .....	53
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....	55
4.1. Resultados de la inspección preliminar .....	55
4.1.1. Información general.....	55
4.1.2. Información de la procedencia de materiales.....	56
4.1.3. Información de los componentes de concreto.....	56
4.2. Resultados de la inspección detallada .....	56
4.2.1. Ensayo de laboratorio del concreto.....	57
4.2.2. Ensayo de laboratorio de los agregados.....	58
4.2.3. Ensayo de laboratorio del agua .....	58
4.3. Resultados de la evaluación de patologías .....	59
4.3.1. Elección de componentes con patologías.....	59
4.3.2. Identificación de Patologías .....	59
4.3.3. Nivel de severidad de Patologías .....	59
4.4. Propuesta de reparación.....	60
4.4.1. Propuesta de reparación para las fisuras.....	60
4.4.2. Propuesta de reparación para cangrejas .....	64
4.4.3. Propuesta de reparación para cangrejas graves .....	65
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	67
5.1. Del proceso constructivo.....	67
5.2. De las patologías encontradas.....	67
5.3. Del nivel de severidad.....	67
5.4. De la propuesta de reparación.....	68
CONCLUSIONES .....	69

RECOMENDACIONES.....	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
ANEXOS .....	73

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Compuestos principales del cemento Portland .....	11
Tabla 2. Límites permisibles para el agua de mezcla y curado de concreto .....	11
Tabla 3. Composición típica de agua residual .....	13
Tabla 4. Categoría y clases de Exposición .....	17
Tabla 5. Requisitos para el concreto según la clase de exposición .....	17
Tabla 6. Clasificación de fisuras y grietas .....	19
Tabla 7. Tipos y clasificación general de fisuras .....	20
Tabla 8. Asentamiento para diversos tipos de estructuras .....	29
Tabla 9. Asentamientos para estructuras hidráulicas .....	30
Tabla 10. Operacionalización de la variable Independiente .....	38
Tabla 11. Operacionalización de la variable Dependiente .....	39
Tabla 12. Recomendaciones para Asentamientos .....	42
Tabla 13. Representación de patologías .....	51
Tabla 14. Información General .....	55
Tabla 15. Información de los Materiales .....	56
Tabla 16. Información de los Componentes del concreto .....	56
Tabla 17. Resultados de la resistencia a Compresión .....	57
Tabla 18. Resultados de los Ensayos .....	58
Tabla 19. Límites permisibles para el uso del agua .....	58
Tabla 20. Elementos con patologías .....	59
Tabla 21. Nivel de severidad .....	59
Tabla 22. Identificación de patologías .....	60

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Representación típica de fisuración por retracción plástica	22
Figura 2. Representación de fisuración por cargas	23
Figura 3. Representación de fisuración por flexión	23
Figura 4. Representación de fisuración por Torsión	24
Figura 5. Representación de fisuración por secado	25
Figura 6. Representación de fisuración por Cambio Térmico	25
Figura 7. Representación de fisuración por reactividad álcali agregado	26
Figura 8. Representación de fisuración por ataque de Sulfatos	26
Figura 9. Representación de fisuración por corrosión del acero	27
Figura 10. Tipos de Packers	31
Figura 11. Bomba monocomponente	32
Figura 12. Bomba Bicomponente	33
Figura 13. Ubicación de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	37
Figura 14. Ubicación de la Cisterna para Almacenamiento de PTAR	38
Figura 15. Ficha de inspección preliminar	40
Figura 16. Instrumentos para realizar el ensayo de asentamiento	41
Figura 17. Instrumentos para el ensayo de Granulometría	43
Figura 18. Instrumentos para la determinación de la Humedad	43
Figura 19. Instrumentos para el ensayo de Peso unitario	44
Figura 20. Gravedad específica y absorción de los agregados finos	45
Figura 21. Gravedad específica y absorción de los agregados gruesos	46
Figura 22. Ficha para determinar el nivel de severidad	48
Figura 23. Nivel de Patologías en el Concreto	52
Figura 24. Parámetros del nivel de Severidad	52
Figura 25. Ficha para la Inspección Preliminar	54
Figura 26. Asentamiento en campo	57
Figura 27. Angulo de Perforación	61
Figura 28. Zona de fijación del inyector	62
Figura 29. Colocación de packers	62
Figura 30. Materiales para la reparación	63

**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1. Matriz de consistencia.....	73
Anexo 2. Identificación de patologías en Muro I .....	73
Anexo 3. Identificación de patologías en Muro II .....	73
Anexo 4. Identificación de patologías en Muro III .....	73
Anexo 5. Identificación de patologías en Muro IV .....	73
Anexo 6. Identificación de patologías en Losa de cimentación.....	73
Anexo 7. Identificación de patologías en Loza maciza .....	73
Anexo 8. Identificación de patologías en Viga .....	73
Anexo 9. Ensayo de laboratorio a los Agregados .....	73
Anexo 10. Ensayo de laboratorio al Concreto .....	73
Anexo 11. Fichas de campo .....	73

## RESUMEN

La siguiente investigación tiene el principal objetivo de evaluar y proponer la reparación de una cisterna de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, donde plantea la alternativa de solución a la problemática del mal proceso constructivo, mediante la elaboración de propuestas de reparación de patologías identificadas durante la construcción del tanque de almacenamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). La tesis de investigación es de tipo explicativo con enfoque cualitativo debido a que contribuye a generar propuestas de reparación para mejorar la durabilidad del concreto. Para la evaluación y propuesta de reparación de las patologías de los componentes de concreto se realizó la inspección preliminar y detallada. La inspección preliminar tiene como objetivo la recolección de datos y visitas a la obra para identificar las patologías presentes en los elementos de concreto armado de la cisterna de la PTAR. La inspección detallada comprendió el análisis de cada patología identificada en cada elemento estructural, donde se tomó medidas de dichas patologías y se solicitó información de ensayos realizados antes, durante y después de la ejecución de la planta de tratamiento de aguas residuales a la empresa ejecutora del proyecto “Mejoramiento y ampliación del servicio de movilidad urbana en la Avenida Ecológica y Avenida Municipal Tramo Av. Humboldt – Av. Ecológica – Av. coronel Gregorio Albarracín del distrito de coronel Gregorio Albarracín Lanchipa – Provincia de Tacna – Departamento Tacna”. Donde se identificó fisuras con espesor de 0,3 mm a 0,5 mm en la losa de cimentación, cangrejeras graves con una dimensión promedio de 10 cm y fisuras con un espesor de 5 mm en uno de los muros de concreto armado, fisuras con una abertura de 0,05 mm a 0,3 mm en vigas y finalmente grietas de 1 mm a 10 mm en la losa maciza de la cisterna de almacenamiento de la PTAR por lo cual se determinó el nivel de severidad de dichas patologías identificadas y mencionadas anteriormente. Finalmente se desarrolló propuestas de reparación para cada patología encontrada utilizando aditivos rentables de distintas marcas existentes en el mercado local y métodos aplicación adecuados para extender la vida útil y durabilidad de los componentes de concreto armado de la cisterna de almacenamiento.

**Palabras Claves:** Fisuración, patología, Planta de tratamiento de aguas residuales, reparación, cisterna, Componentes de concreto, aditivos; Segregación.

## ABSTRACT

The main objective of the following investigation is to evaluate and propose the repair of a cistern from the wastewater treatment plant of the District of Colonel Gregorio Albarracín Lanchipa, where it proposes the alternative solution to the problem of the bad construction process, through the elaboration of proposals. repair of pathologies identified during the construction of the storage tank of the wastewater treatment plant (PTAR). The research thesis is of an explanatory type with a qualitative approach because it contributes to generating repair proposals to improve the durability of concrete. For the evaluation and proposal of repair of the pathologies of the concrete elements, the preliminary and detailed inspection methods were developed. The preliminary inspection included the information gathering techniques and field visits to identify the pathologies present in the reinforced concrete elements of the WWTP tank. The detailed inspection included the analysis of each pathology identified in each structural element, where measures of said pathologies and information on tests carried out before, during and after the execution of the wastewater treatment plant was requested from the executing company of the project "Improvement and expansion of the urban mobility service on Avenida Ecológica and Avenida Municipal Tramo Av. Humboldt – Av. Ecológica – Av. Colonel Gregorio Albarracín of the district of Colonel Gregorio Albarracín Lanchipa – Province of Tacna – Department of Tacna". Where cracks with a thickness of 0.3mm to 0.5mm were identified in the foundation slab, severe cracks with an average dimension of 10cm and cracks with a thickness of 5mm in one of the reinforced concrete walls, cracks with an opening of 0.05 mm to 0.3 mm in beams and finally cracks of 1 mm to 10 mm in the solid slab of the WWTP storage cistern, for which the level of severity of said pathologies identified and mentioned above was determined. Finally, repair proposals were developed for each type of pathology using profitable additives from different brands existing in the local market and appropriate application methods to extend the useful life and durability of the reinforced concrete components of the storage tank.

**KeyWords:** Cracking, pathology, Wastewater treatment plant, repair, cistern, Concrete components, additives; Segregati

## INTRODUCCIÓN

La construcción de plantas de tratamiento en el distrito Gregorio Albarracín Lanchipa requiere un proceso constructivo adecuado para su durabilidad. El problema del agrietamiento y segregación del concreto ha sido tema de investigación mucho tiempo atrás, de acuerdo como avanza la tecnología ya existen muchos productos que pueden solucionar este problema, pero muchas veces no se selecciona un método de reparación adecuado y se generan nuevas grietas. Si es así, esto no resuelve el problema estético y mucho menos el inconveniente estructural.

Las causas y clasificación de la fisuración del concreto por el ACI 224 es un apoyo para distinguir adecuadamente la fisuración accionado por la retracción de secado y el control de la fisuración en elementos flexionados y construcciones de concreto masivo. Para la reparación es indispensable conocer el comportamiento y características de las fisuras. Las cangrejeras son los puntos débiles de los elementos de concreto armado. Por lo tanto, se debe prestar atención a ellos cuando se manifiestan en lugares de esfuerzos concentrados, en la parte inferior de placas y en la mitad de la luz de las vigas.

Donde en el Cap. I se Desarrolla una identificación del problema que aclare la descripción y formulación del problema y luego detallamos la justificación, los objetivos y las hipótesis del estudio.

En el Cap. II los antecedentes del estudio reflejan que la base teórica nos permite comprender información integral sobre grietas y fisuras, de acuerdo a eso continuar haciendo propuestas para mejoras.

En el Cap. III determinamos la metodología a utilizar en nuestra investigación; presenta tipos y niveles seguidos de la operacionalización de las variables; también describe técnicas y herramientas de recopilación de datos.

En el Cap. IV, se plasma recomendaciones para mejorar el estado observado en el tanque de almacenamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Finalmente, en el Cap. V usamos el contexto, los objetivos y las hipótesis de nuestro tema para enmarcar diferentes discusiones para concluir las mejor.

## CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Descripción del Problema

En el Perú el mal proceso constructivo ha reunido impactos negativos en la durabilidad de las cisternas de almacenamiento de agua. Así mismo una mala elaboración de las especificaciones técnica, diseño de mezclas y el inadecuado control de calidad han afectado la durabilidad y vida útil, particularmente en estructuras de concreto armado expuestas continuamente a los procesos químicos y físicos del agua.

Según un estudio de investigación realizado en la región Piura. El problema surge en que no siempre se emplean los procedimientos de reparación más adecuados por distintos factores como carencia de información de la patología, falta de una asesoría especializada y propuestas de reparación con costos elevados. Para encontrar las correctas soluciones para la fisuración se deberá realizar una verificación exhaustiva, mecánica y fisiológica, que ayude a determinar la naturaleza de la patología del elemento estructural, de su acabado o revestimiento (Rivera & Melendez , 2021, pág. 11).

Según la tesis realizada en la región Lambayeque siempre existirá una causa del mismo, tales como el uso de material inadecuado, mano de obra no calificada, el medio ambiente al que está sometido o desinterés por la calidad de la construcción. En este sentido y teniendo en cuenta que, en un proyecto construido en concreto armado, pueden ocurrir diferentes problemas antes de la puesta en servicio del inmueble, se ha elaborado el presente informe para presentar algunas recomendaciones para el resane de las imperfecciones (Peralta Vasquez, 2019, pág. 6).

En la región de Tacna, las cisternas para el almacenamiento de aguas residuales muestran problemas patológicos. La reparación inmediata a estas patologías es una reparación superficial, llamado resane, que, si bien soluciona el problema en el momento, no es la respuesta adecuada a dicha patología debido a que la estructura está sometida a la presión del agua, esfuerzos horizontales producidos por el empuje de la tierra y ataques químicos. Por lo que a través del tiempo estas patologías se manifiesten nuevamente y con mayor magnitud afectando la vida útil del concreto y con posibles daños a nivel estructural.

El deterioro de origen químico se manifiesta fundamentalmente por la presencia de agua en el concreto, debido a que se encarga de activar los componentes agresivos. Otra de las condiciones para que se produzca este tipo de ataques es el transporte de sustancias agresivas a través de los poros del concreto, de forma que si no hay transporte no hay reacción (Laguna & Mamani, 2019, pág. 25).

El distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa, ubicado en la provincia de Tacna, en la región de Tacna, es una de las zonas con mayor presencia de cloruros y sulfatos por lo que se debería tener un mayor cuidado a la hora de la ejecución de los procesos constructivos y ensayos realizados antes, durante y después de la construcción de la cisterna para el almacenamiento de aguas residuales. Sin embargo, actualmente esta obra se encuentra inconclusa presentando problemas patológicos como: fisuras, grietas y cangrejeras.

Existe entonces una preocupante necesidad de realizar una investigación para desarrollar una propuesta del procedimiento adecuado para la reparación de las patologías encontradas en una cisterna de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Distrito Gregorio Albarracín, Tacna.

## **1.2 Formulación del Problema**

### **1.2.1 Problema General**

¿En qué medida la evaluación y propuesta de reparación de una cisterna de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa permitirá establecer su estado actual y proponer una reparación?

### **1.2.2 Problemas Específicos**

- a. ¿Cuáles son los tipos de patologías del concreto de una cisterna de la planta tratamiento de aguas residuales del Distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa?
- b. ¿Cuál es el nivel de severidad de las patologías del concreto de una cisterna de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa?
- c. ¿Cuáles son las alternativas de reparación de una cisterna de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa?

### **1.3 Justificación e Importancia de la Investigación**

El trabajo de investigación tiene como ámbito de intervención en el distrito Gregorio Albarracín Lanchipa de la ciudad de Tacna, esta investigación tiene el objetivo una mejora mediante una propuesta de reparación y así las futuras construcciones en el área de estudio no causen problemas debido al mal proceso constructivo.

La construcción adecuada de cisternas para el almacenamiento de agua residual orientada para el tratamiento de aguas negras son de suma importancia para el correcto funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, la ausencia de control técnico y de calidad de la construcción compromete la durabilidad y vida útil del concreto. En ese sentido nuestra investigación se justifica por las siguientes razones:

En lo científico: Este estudio busca aportar conocimiento sobre problemas patológicos en estructuras de concreto expuestas al agua mediante el uso de una metodología de inspección preliminar y examen detallado y evaluación de características del concreto y materiales; para determinar el diagnóstico. De igual forma, la reparación sugiere materiales útiles y comerciales a nivel local para solucionar problemas patológicos.

En lo social, las propuestas de reparación que indican en la investigación serán un aporte a la población del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa ya que facilitará el correcto proceso de reparación para futuras estructuras que presente patologías. De igual forma, la propuesta de reparación pretende alargar la vida útil de la cisterna y devolverle la seguridad ante posibles averías futuras.

En lo Económico: mejorar y controlar la calidad del concreto, evitando así daño en la construcción y, por ende, posibles gastos en reparación y/o rehabilitación. para así administrar de manera eficiente el presupuesto de la obra.

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo General**

Evaluar y proponer la reparación de una cisterna de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- a. Desarrollar un diagnóstico de las patologías del concreto de una cisterna de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de coronel Gregorio Albarracín Lanchipa
- b. Determinar el nivel de severidad de las patologías del concreto de una cisterna de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de coronel Gregorio Albarracín Lanchipa
- c. Desarrollar alternativas para la reparación de una cisterna de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa

## **1.5 Hipótesis**

### **1.5.1 Hipótesis General**

El inadecuado control de calidad y el mal proceso constructivo generan problemas patológicos en los componentes de la cisterna de planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa que comprometen la durabilidad y la vida útil del concreto.

### **1.5.2 Hipótesis Específica**

- a. Las patologías en el concreto afectan en la durabilidad de una cisterna de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de coronel Gregorio Albarracín Lanchipa
- b. Las patologías del concreto de una cisterna de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, son severas
- c. La cisterna de la planta de tratamiento mejorara notablemente con los procedimientos propuestos para su reparación

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes del Estudio

#### 2.1.1 Antecedentes Internacionales

Según, Garzon & Landin (2017). Manual Técnico para la Reparación y Refuerzo de Columnas y Vigas de Concreto Armado Dañadas Mecánicamente. Su principal objetivo es contribuir a la restauración de edificios de hormigón armado cuyas estructuras han sido afectadas por diferentes tipos de daños a través de un manual que contiene métodos, sistemas y técnicas de reparación y refuerzo. Esta investigación es cualitativa. Este documento contiene información teórica e ilustraciones de diversos sistemas para el rescate de elementos de columnas y vigas de hormigón afectados por daños de causas mecánicas (deformación, fisuras, separación) y el diseño de las intervenciones adecuadas. El resultado es una gran cantidad de tecnología al alcance de los profesionales, que ofrece soluciones parciales a los problemas de mantenimiento a través de un manual técnico y práctico, que también se amplía con modelos de visualización interactivos.

Según, Ministerio de vivienda y urbanismo del Gobierno de Chile (2018). El objetivo principal del Manual de Reparación y Reforzamiento Estructural es desarrollar normas para la evaluación, diseño y construcción de obras de reparación y/o reforzamiento de estructuras o elementos estructurales de hormigón armado y mampostería. Es de tipo descriptivo que genera lineamientos para proyectistas de reparación y refuerzo de estructuras, así como otros profesionales y técnicos involucrados en el desarrollo de proyectos y ejecución de ingeniería. Las normas y procedimientos establecidos en este manual están destinados a ser utilizados por personas con las habilidades necesarias para evaluar el significado y las limitaciones de su contenido y por aquellos que se responsabilizarán de su aplicación.

Según, Lewis (2019). Evaluación de morteros cementicios de reparación por el método del bloque de Baenziger tiene como objetivo principal la determinación del método de ensayo experimental realizado sobre morteros de reparación a base de cemento, tendencia a fisurarse, retraerse y adherirse. En estas estructuras de concreto armado, el agrietamiento conduce a un aumento gradual de la permeabilidad, lo que conduce a una rápida corrosión y deterioro del refuerzo de concreto. Esto puede provocar que el miembro pierda su capacidad para resistir los esfuerzos y momentos de diseño, que parte de la estructura falle, que la reparación sea costosa o que el

miembro deba reconstruirse nuevamente. Obtenga datos confiables sobre las propiedades mecánicas y las propiedades físicas de los morteros de cemento de reparación para obtener mejores resultados de reparación estructural.

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales**

Según, Rivera & Meléndez (2021). “Recomendaciones para la Reparación de Fisuras con Métodos No Tradicionales y Métodos Tecnológicos en Elementos Estructurales y No Estructurales” se hacen propuestas para reparar grietas en componentes estructurales y no estructurales utilizando métodos y enfoques técnicos no convencionales. Para una mejor elección del proceso de reparación, entender las características, comportamiento y contexto de las grietas es fundamental, este trabajo las presenta de manera sencilla para su comprensión integral y rápida identificación, y también brinda algunos El proceso de reparación propuesto que se debe considerar, la construcción proceso para evitar el agrietamiento y describe los métodos de reparación de grietas más famosos utilizados en la construcción del colegio de Alto Rendimiento Piura Catacaus, para lo cual se elaboró un formato de lista de verificación para recolectar información de manera práctica para el análisis de grietas. En ese momento, el carácter y condición del se revela la fisura y el proceso constructivo para reparar la fisura. El agrietamiento del concreto ha sido durante mucho tiempo objeto de investigación, a medida que la tecnología ha mejorado existen muchos productos que pueden abordar este problema, pero muchas veces no se elige el método de reparación adecuado, creando nuevas grietas en el área, lo que de ser así no resuelve el problema estético. problemas, por no hablar de los inconvenientes estructurales. La clasificación de las causas de las fisuras por el ACI 224 ayudó a identificarlas correctamente en la construcción del colegio de Alto Rendimiento en Piura Catacaos.

Según, Quispe (2018). “Aplicación de técnicas sostenibles de Reparación de la fisuración del Concreto Armado en Edificaciones” El objetivo principal de la tesis es proponer técnicas sostenibles para la reparación de fisuras en hormigón armado. Es entendible. Las causas del agrietamiento y las limitaciones de apertura se determinan en la tesis. Explica cómo reparar grietas con diversos componentes, prolongando la vida útil y mejorando el funcionamiento de las construcciones. Se propone un procedimiento de reparación que utiliza como herramienta para este fin una matriz de fácil lectura, recopilación de información sobre construcciones existentes, denuncias presentadas ante las autoridades competentes y consultas de varios usuarios a una empresa proveedora que brinde soluciones de grietas de sellado Se concluye que es posible

adaptar y aplicar estas técnicas para reparar elementos de concreto armado con el fin de mantener sus características originales de forma, calidad y servicio frente a las exigencias inherentes a las que están sometidos.

Según, Garcia (2019). "Evaluación y reparación de fisuras en estructuras de concreto armado mediante el comité ACI 224 en el Distrito de Vicco – Pasco 2018. Su objetivo es determinar la sostenibilidad de estructuras de concreto armado mediante la evaluación y reparación de grietas a través del comité ACI 224. El presente trabajo de investigación está determinando las principales causas de fisuración en estructuras de concreto armado. Se presentarán las principales técnicas de reparación de fisuras y los procedimientos para evaluar la fisuración del concreto armado. Se proporciona una guía para la correcta aplicación de los principales métodos de reparación de grietas. El objetivo del trabajo de investigación es brindar lineamientos para la planificación, diseño y ejecución. Se tomará como estudio el proyecto que se realizó en el distrito de Vicco. En los diversos capítulos de esta investigación se hará mención al manual del comité ACI 224 del cual se ha basado esta investigación en todos los lineamientos y recomendaciones para su mejor ejecución y tratamiento de las fisuras evaluadas.

### ***2.1.3 Antecedentes Locales***

Según, Laguna & Mamani (2019). "Evaluación, Diagnóstico y Reparación de los Elementos de Concreto en el Complejo recreacional Municipal los Humedales de Ite, provincia Jorge Basadre Grohmann, Tacna – 2019" el objetivo principal es reparar los elementos de concreto armado del Complejo Recreativo Municipal. En este tipo de investigación se busca la causa de los problemas patológicos en los elementos de concreto armado. Pretender conocer el origen de los problemas patológicos y proponer la correcta reparación para recuperar la vida útil de las edificaciones en zonas costeras. Se desarrollaron métodos de inspección detallados para el diagnóstico de elementos de concreto. En la inspección preliminar se incluyeron técnicas de recolección, seguimiento de información y visitas de inspección del ambiente de servicio. Para determinar las características del concreto de manera cuantitativa se realizaron ensayos de laboratorio con el fin de analizar las características mecánicas, físicas y químicas del concreto. En la evaluación de los resultados obtenidos de las inspecciones se consideraron las normas del ACI, NTP, ASTM, ASOCRETO y AASTHO. La evaluación de patologías incluyó encuesta, selección de elementos, nivel de severidad y examen general. Según registros fotográficos, las patologías se ubican en la elaboración de planos. En la selección de elementos se describió el porcentaje de elementos con y sin patologías.

Se utilizaron fichas de registro para desarrollar el análisis del nivel de severidad de los elementos de concreto armado. El análisis de las posibles razones de los problemas patológicos se incluyó en el examen general. El diagnóstico se basó en la evaluación y desarrollo de la inspección preliminar. Con el fin de prolongar la vida útil de las estructuras, se elaboró una propuesta de reparación utilizando materiales y métodos adecuados. Se analizaron los problemas patológicos para conocer el comportamiento de los elementos de hormigón expuestos a un ambiente marino severo y realizar recomendaciones para mejorar la preparación y ejecución de futuras edificaciones.

Según, Vargas (2017). "Diagnóstico, prevención y reparación en viviendas de albañilería con problemas de humedad en el distrito Gregorio Albarracín Lanchipa – provincia Tacna – departamento Tacna" su objetivo es diagnosticar, prevenir y reparar problemas de humedad en casas de mampostería. La aparición de eflorescencias, hongos, mohos y la oxidación de las estructuras de acero dentro del concreto armado son solo algunos de los problemas que degradan los materiales de construcción. Daña la salud de las personas que conviven con ella. Para realizar el diagnóstico de las viviendas se aplicó una encuesta a 167 habitantes y sus viviendas sobre el problema y síntomas de la humedad, también sobre su reparación y prevención. Las tres casas representativas de los problemas de humedad más comunes fueron elegidas por los resultados de la encuesta, así como por las causas, el estado de gravedad en que se encuentran, así como diversos factores que contribuyen al problema. Las recomendaciones para la reparación y la prevención se plantearon después de la presentación del caso. El diagnóstico, prevención y reparación de viviendas de mampostería con problemas de humedad en el distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa se realizó con base en las investigaciones y propuestas de diversos autores.

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 Marco Normativo**

- ACI 364 Evaluación de estructuras de hormigón antes de la rehabilitación
- Norma E - 0.20 Cargas
- Norma E - 0.30 Diseño Sismo resistente
- Norma E - 0.60 Concreto Armado
- Norma OS 0.90 Planta de tratamiento de aguas residuales
- Norma ECA - D.S. N.º 002 -2008 – MINAM
- Norma Técnica Peruana NTP 334.021:2014. Aditivos para el concreto
- Norma Técnica Peruana NTP 339.030:2012. Diseño de mezcla de concreto

### **2.2.2 Definición de concreto**

El concreto es un material de uso común, o convencional y se produce mediante la mezcla de tres componentes esenciales, cemento, agua y agregados, a los cuales eventualmente se incorpora un cuarto componente que genéricamente se designa como aditivo. Al mezclar estos componentes y producir lo que se conoce como concreto, se introduce de manera simultánea un quinto participante representado por el aire. La mezcla íntima de los componentes del concreto convencional produce una masa plástica que puede ser moldeada y compactada con relativa facilidad; pero gradualmente pierde esta característica hasta que al cabo de algunas horas se torna rígida y comienza a adquirir el aspecto, comportamiento y propiedades de un cuerpo sólido, para convertirse finalmente en el material mecánicamente resistente que es el concreto endurecido. El concreto convencional en estado fresco, es un conjunto de fragmentos de roca, globalmente definidos como agregados, dispersos en una matriz viscosa constituida por una pasta de cemento de consistencia plástica. Esto significa que en una mezcla así hay muy poco o ningún contacto entre las partículas de los agregados, característica que tiende a permanecer en el concreto ya endurecido (Torre, 2004, pág. 74).

### **2.2.3 Componentes del Concreto**

#### **2.2.3.1 Cemento**

Los cementos que conforman esta especificación de la NTP 334.082 Serán designados como cemento portland con propiedades especiales según 5.2.1. al 5.2.6. Si no se especifica el modelo, se deben seguir los requisitos del modelo GU. A continuación, se presenta la clasificación de los cementos.

- TIPO GU cemento portland para construcciones generales
- TIPO MS: De resistencia moderada a los sulfatos
- TIPO HS: De resistencia alta a los sulfatos
- TIPO MH: De calor de hidratación moderado
- TIPO LH: De calor de hidratación bajo

En la tabla 1 se indica la composición química del cemento portland.

**Tabla 1**

*Compuestos principales del cemento Portland*

<b>Compuesto</b>	<b>Fórmula de óxido</b>	<b>Notación abreviada</b>	<b>Límites de porcentajes</b>
Silicato Tricálcico	$3CaO SiO_2$	$C_3S$	30% a 60%
Silicato Di cálcico	$2CaO SiO_2$	$C_2S$	15% a 37%
Aluminato Tricálcico	$3CaO Al_2O_3$	$C_3A$	7% a 15%
Aluminoferrito tetracíclico	$4CaO Al_2O_3 Fe_2O_3$	$C_4AF$	8% a 10%

*Nota.* Elaboración en base a Tecnología del Concreto (2018).

### 2.2.3.2 Agua

El agua utilizada para el concreto debe ser potable y cumplir con los límites establecidos en la Norma Técnica Peruana NTP 339.088, como se muestra en la Tabla 2. Para la preparación del concreto se utiliza agua en dos situaciones: agua de mezcla y agua de curado.

**Tabla 2**

*Límites permisibles para el agua de mezcla y curado de concreto*

<b>Sustancias disueltas</b>	<b>Valor permisible máximo</b>
Sólidos en suspensión	500 ppm
Materia Orgánica	3 ppm
Alcalinidad $NaHCO_3$	1000 ppm
Sulfatos	600 ppm
Cloruros	1000 ppm
pH	5 a 8

*Nota.* Elaboración en base a la norma NTP 339.088.

### 2.2.3.3 Agregados

Controlan el cambio de volumen de la pasta de cemento y contribuyen a su resistencia mecánica, y estos agregados deben estar estandarizados por la NTP 400.037.

Se clasifican según tamaño

- Agregado Fino: Pasa por un tamiz de 3/4 de pulgada (9,5 mm), pasa casi por completo por un tamiz del N.º 4 (4,75 mm) y es retenido en su mayor parte por un tamiz del N.º 200 (um).

- Agregado Grueso. Es el material retenido en el tamiz N° 4 (4.75 mm)

#### **2.2.3.4 Aditivos**

Incorporados al concreto antes o durante la mezcla. Son productos químicos altamente activos y se utilizan en dosis mínimas. La principal razón para usar aditivos es cambiar las propiedades del concreto premezclado. Aditivos reductores, retardadores y acelerantes de agua, deben cumplir con los requisitos de la norma NTP 334.088.

#### **2.2.4 Cisterna de Concreto Armado**

La construcción de cisternas de concreto armado para el almacenamiento de aguas residuales debe realizarse de acuerdo con el plan de proyecto aprobado. Será necesario realizar cambios menores en los planos de construcción que marcan la ubicación final de la construcción.

Las normas técnicas aplicadas durante la construcción de la cisterna para el almacenamiento de aguas residuales se efectuarán de conformidad con las siguientes normas y reglamentos.

- Reglamento Nacional de Edificaciones: E.0.20 Cargas, E. 0.50 Suelos y Cimentaciones y E.0.60 Concreto Armado.
- Normas Técnica peruana NTP 334.088
- Normas A.C.I (American Concrete Institute).
- Normas A.S.T.M. (American Society for testing and Materials).

Los requisitos específicos de las estructuras de concreto armado para el almacenamiento de aguas residuales, los principales aspectos controlados durante el diseño, preparación y colocación del concreto son la estabilidad, la resistencia, la deflexión y la limitación de grietas, la buena durabilidad y la baja permeabilidad. El concreto utilizado en este tipo de construcción debe tener las siguientes propiedades:

- Ser Impermeable.
- Máxima resistencia a los productos químicos que se encuentran comúnmente en la naturaleza.

El concreto es particularmente adecuado para estructuras de almacenamiento. Durante la construcción, se debe mantener un estricto control de calidad para garantizar que el concreto bien compactado y curado sea impermeable.

### 2.2.5 Planta de tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

PTAR suelen ser los encargados de tratar las aguas residuales de viviendas, restaurantes, baños públicos, hoteles, centros comerciales, fábricas y zonas rurales. Por tanto, ante este grave problema, las plantas de aguas residuales tienen un papel muy importante que desempeñar. Eso significa tratar y purificar esta agua contaminada para que pueda reutilizarse en todas las áreas de necesidad. El problema es que no hay suficientes plantas para manejar grandes cantidades de agua. Por la tanto es de vital importancia las plantas de PTAR.

La operación de tratamiento de aguas residuales consta de muchos procedimientos destinados a eliminar elementos nocivos en su composición. Utiliza rejillas de diferentes tamaños para separar y eliminar sólidos y residuos grasos de los líquidos. Este proceso se lleva a cabo en dos pasos: tamizado y desarenado. Reducir la sedimentación de sólidos. Se utilizan varios procesos como la sedimentación, la flotación y la floculación. Reduce la producción de biomateriales a partir de desechos orgánicos humanos. Aumentar la pureza del agua. Aquí se utilizan productos químicos como el cloro. Las plantas de tratamiento de aguas residuales se clasifican en privadas o industriales, según el tipo de extracción de agua. Esta estructura recoge las aguas residuales domésticas.

### 2.2.6 Agua residual doméstica

Aguas de uso doméstico, comercial e institucional, incluidos los desechos fisiológicos y otros materiales de la actividad humana. La Tabla 3 muestra la composición típica de las aguas residuales domésticas.

**Tabla 3**

*Composición típica de agua residual*

Año	Parámetro	Unidad	Norma ECA- D.S. N° 002- 2008 MINAM	PV-1	PV-2	PV-3	PV-4
2014	pH	Valor de pH	6.5-8,5	7,44	7,45	7,54	7,5
2014	Turbidez	UNT	5	0,36	0,44	0,4	3,1
2014	Conductividad	us/cm	1500	485,4	1383,2	1255,4	1107
2014	Nitratos	mg/IN	10	2,345	2,9443	4,08	1,24
2014	Boro	mg/l B	0,5	0,44609	0,81483	1,08153	1,96
2014	Sulfatos	mg/l SO <sub>4</sub> <sup>3</sup>	250	125,286	279,129	300,4	271,5
2014	Aluminio	mg/ l Al	0,2	0,00464	0,00632	0,00774	0,017
2014	Cloruros	mg/ l Cl	250	90,98429	160,8814	166,9286	148,9
2014	Dureza total	mg/CaCO <sub>3</sub>	500	202,09143	417,34714	488,58429	451,8

*Nota.* Elaboración según la investigación realiza por Ortiz (2015).

## **2.2.7 Propiedades del concreto**

### **2.2.7.1 Trabajabilidad**

Es una condición conveniente para mezclar, verter, compactar y terminar el concreto fresco sin segregación ni fugas durante estas operaciones. Hasta la fecha, no existe una prueba que pueda cuantificar esta característica, a menudo se evalúa en pruebas de consistencia.

Del mismo modo la diferencia entre trabajabilidad y la pérdida de trabajabilidad. El asentamiento debe ser determinado lo más pronto posible después del amasado del concreto. El concreto en estado fresco se va rigidizando con el tiempo y perdiendo trabajabilidad; este fenómeno es conocido como “pérdida de trabajabilidad”. La pérdida de trabajabilidad es producida por la hidratación del cemento, evaporación del agua de amasado y la absorción de los áridos de esta agua. La actuación conjunta de estos junto con el hecho de que la formación de los productos de hidratación consume parte del agua de la mezcla, tendrán como resultado una pérdida de agua libre, que se manifestará finalmente en la reducción del efecto lubricante del agua del concreto (Ortiz, 2005, pág. 19).

### **2.2.7.2 Consistencia**

Está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla, dependo principalmente de la cantidad de agua usada.

Este método de ensayo cubre la determinación de la movilidad relativa o habilidad para fluir del concreto, según la norma de terminología referente al concreto y agregados para concreto. Usualmente, para concreto, se utiliza el ensayo de asentamiento, mencionado anteriormente, pero existen varios métodos para determinarla, como el método del Consistómetro Vebe, que es objeto de este estudio. Esta característica de las mezclas de concreto en estado fresco es difícil de cuantificar (Ramirez, 2017, pág. 32).

### **2.2.7.3 Segregación**

Segregación: Separación de los componentes del concreto fresco (agregados y mortero), resultando en una mezcla sin uniformidad.

Es una propiedad del concreto fresco, que implica la descomposición de este en sus partes constituyentes o loquees lo mismo, la separación del Agregado Grueso del

Mortero. Es un fenómeno perjudicial para el concreto, produciendo en el elemento llenado, bolsones de piedra, capas arenosas, cangrejas, etc. La segregación es una función de la consistencia de la mezcla, siendo el riesgo mayor cuanto más húmeda es y menor cuanto más seca lo es. En el proceso de diseño de mezclas, es necesario tener siempre presente el riesgo de segregación, pudiéndose disminuir este, mediante el aumento de finos (cemento o A. fino) y de la consistencia de la mezcla (Abanto, 2016, pág. 50).

La segregación del concreto depende de la estabilidad de la misma por consiguiente podemos decir que: La estabilidad se define como la capacidad del hormigón a no ser segregado. Si definimos la segregación, se dice que es el fenómeno por el cual el hormigón presenta inestabilidad por una pasta matriz pobre que no puede retener los elementos en una mezcla homogénea. Hablaremos de: Segregación húmeda (exudación) por exceso de agua y Segregación seca por falta de agua (Rabanal & Su, 2017, pág. 15).

La segregación del concreto se refiere a la separación de los materiales gruesos (como la grava y el agregado) del mortero durante la colocación y compactación del concreto. Las causas comunes que pueden originar la segregación del concreto son:

- Falta de cohesión: Si la cantidad de agua en la mezcla es insuficiente, o si la cantidad de cemento es insuficiente, la mezcla de concreto puede no tener suficiente cohesión, lo que puede provocar la segregación de los materiales gruesos.
- Tamaño y forma de los materiales gruesos: Si los materiales gruesos utilizados en la mezcla de concreto tienen tamaños y formas diferentes, pueden no encajar bien entre sí, lo que puede provocar la segregación del concreto.
- Exceso de agua: Si se agrega demasiada agua a la mezcla de concreto, puede provocar la segregación de los materiales gruesos debido a la separación de los componentes.
- Caída libre de la mezcla: Si la mezcla de concreto se deja caer libremente desde una altura considerable, puede provocar la segregación de los materiales gruesos debido a la separación de los componentes.
- Falta de vibración: Si la mezcla de concreto no se vibra adecuadamente durante la colocación, puede provocar la segregación de los materiales gruesos debido a la separación de los componentes.

La segregación del concreto puede tener un impacto negativo en la calidad y la resistencia del concreto. Si se detecta segregación del concreto durante su colocación,

es importante tomar medidas para corregir el problema. Algunas acciones que pueden ayudar a corregir la segregación del concreto son:

- Agregar más agua: Si la mezcla de concreto se encuentra muy seca, se puede agregar agua para aumentar la cohesión de la mezcla. Sin embargo, es importante tener cuidado al agregar agua, ya que un exceso de agua también puede provocar la segregación.
- Utilizar mezcladores adecuados: Es importante utilizar mezcladores adecuados para la mezcla de concreto, ya que esto puede ayudar a asegurar una distribución adecuada de los materiales
- Comience en la esquina del encofrado o en el punto más bajo si el terreno tiene pendiente
- Controlar la altura de la caída: Si se está vertiendo el concreto desde una altura, es importante controlar la altura de la caída para evitar la segregación
- Vibración adecuada: Es importante compactar adecuadamente la mezcla de concreto durante la colocación para evitar la segregación

#### **2.2.7.4 Resistencia**

La resistencia a la compresión del concreto es la carga máxima por unidad de área que la probeta puede soportar antes de la rotura por compresión (fisuras, fracturas). La resistencia del diseño depende del tipo de exposición a la cual estará sometida el concreto. Según la tabla 4.2.1 de la norma E.060 tenemos la siguiente clasificación. Ya que la cisterna para el almacenamiento de aguas residuales. La tabla 4 indica la categoría y clase de exposición a la que estará sometido la cisterna para el almacenamiento de agua residual (Abanto, 2016).

Una vez identificada el tipo de exposición del concreto deberá cumplir los requisitos mínimo que indican en la tabla 4.3.1 de la norma E 060.

Para este tipo de estructura que estará expuesta continuamente a características químicas de aguas residuales.

Según la norma E 0.60 la resistencia de diseño mínima es 35 MPa de acuerdo a la exposición que estará sometido el concreto. La tabla 5 indica los requisitos mínimos de resistencia que debe cumplir la estructura.

**Tabla 4***Categoría y clases de Exposición*

<b>Categoría</b>	<b>Clase</b>	<b>Condición</b>	
s Sulfatos		Sulfatos solubles en agua en el suelo en contacto con el concreto ( $SO_4$ )% en masa	Sulfatos disueltos en agua en contacto con el concreto ( $SO_4$ ) en ppm
	S0	$SO_4 < 0.10$	$SO_4 < 150$
	S1	$0.10 \leq SO_4 < 0.20$	$150 \leq SO_4 < 1500$
	S2	$0.20 \leq SO_4 < 2.00$	$1500 \leq SO_4 < 10000$
w en contacto con el agua	S3	$SO_4 > 2.00$	$SO_4 > 10000$
	W0	Concreto seco en servicio	
	W1	Concreto en contacto con agua donde no se requiere baja permeabilidad	
c Protección del refuerzo contra la corrosión	W2	Concreto expuesto en contacto con agua donde se requiera baja permeabilidad	
	C0	Concreto seco o protegido contra la humedad	
	C1	Concreto expuesta a la humedad, pero no a una fuente de cloruros	
	C2	Concreto expuesto a cloruros de agua salobre, agua de mar, salpicaduras de la misma fuentes o químicos descongelantes	

*Nota.* Elaboración según la Norma E.060 concreto armado.

**Tabla 5***Requisitos para el concreto según la clase de exposición*

<b>Clase de exposición</b>	<b>Relación a/mc</b>	<b>F`c mínimo</b>	<b>Requisitos mínimos adicionales</b>			
<b>S0</b>	N/A	17	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	No permitido
<b>S1</b>	0.50	28	Tipo II	Cemento adicionado con designación MS	Tipo MS	No permitido
<b>S2</b>	0.45	31	Tipo V	Cemento adicionado con designación HS	Tipo HS	No permitido
<b>S3 opción 1</b>	0.45	31	Tipo V (más adición de minerales)	Cemento adicionado con designación HS Mas adiciones minerales	Tipo HS más adiciones minerales	No permitido
<b>S4 opción 2</b>	0.40	35	Tipo V	Cemento adicionado con designación HS	Tipo HS	No permitido
			Contenido máximo de iones cloruro (Cl) solubles en agua por m3 de concreto como % en peso del contenido de cemento			Requisitos relacionados
			Concreto reforzado	Concreto pretensado		
<b>C0</b>	N/A	17	1.00	0.06		Ninguno
<b>C1</b>	N/A	21	0.30	0.06		Ninguno
<b>C2</b>	0.40	35	0.15	0.06		Ver 7 y 7.5

*Nota.* Elaboración según la Norma E.060 concreto armado.

#### **2.2.7.5 Exudación**

Se define como la porción de agua que sube de una mezcla a la superficie debido a la sedimentación de sólidos (Abanto, 2016).

#### **2.2.7.6 Durabilidad**

El concreto debe ser resistente a los efectos de la intemperie, los productos químicos y el desgaste que sufrirá durante su uso (Abanto, 2016).

#### **2.2.7.7 Densidad**

La densidad (densidad, peso aparente, unidad de masa) del concreto convencional, comúnmente utilizado para pavimentos, edificios y otras estructuras, varía de 2200 a 2400 kg/m<sup>3</sup> (Abanto, 2016).

#### **2.2.7.8 Generación del calor**

Existen Las temperaturas del concreto son relativamente bajas, por lo que existen medios para controlar la temperatura del concreto. Uso de cemento con bajo contenido de aluminato tricálcico y silicato tricálcico; reducción del uso de material cementoso. circulación de agua de refrigeración a través de tuberías y, en algunos casos, aislamiento de superficies de concreto para adaptarse a diferentes condiciones de exposición y diferentes propiedades (Rabanal & Su, 2017).

#### **2.2.7.9 Impermeabilidad**

Esta es una importante propiedad del concreto y, a menudo, se puede mejorar reduciendo la cantidad de agua en la mezcla. El exceso de agua se evapora, dejando huecos y vacíos, y si están conectados, el agua puede entrar o atravesar el concreto. La incorporación de aire (burbujas de aire microscópicas) y el curado completo con el tiempo generalmente aumentan la impermeabilidad (Abanto, 2016).

#### **2.2.8 Fisuras y grietas**

Existen múltiples definiciones sobre lo que son fisuras y grietas a continuación nombraremos una definición de acuerdo a la investigación que se está desarrollando.

La tabla 4 clasifica las grietas y fisuras según su ancho y grado de impacto en estructuras expuestas, particularmente en relación con agresivos ambientes y materiales peligrosos (Toxement, 2019).

**Tabla 6**

*Clasificación de fisuras y grietas*

Clasificación por ancho (e)		Nivel de repercusión en la estructura
Micro fisuras	$e < 0.05 \text{ mm}$	Nivel muy bajo
Fisuras	$0.1 < e < 0.4 \text{ mm}$	Nivel bajo Tener cuidado con ambientes marino u otros agresivos donde pueda desencadenarse la corrosión de acero.
Macro fisura	$0.2 < e < 0.4 \text{ mm}$	Nivel Moderado Podrían existir repercusiones estructurales, se requiere estudio de vulnerabilidad para el diagnóstico y alternativas de reparación.
Grietas	$0.4 < e < 1 \text{ mm}$	Nivel Alto Posible reducción de la capacidad sismo resistente. Se requiere de un estudio de vulnerabilidad para el diagnóstico y determinar la posibilidad de salvar la estructura dependiendo de los daños encontrados.
	$e > 1 \text{ mm}$	Nivel muy Alto Posible reducción significativa de la capacidad sismorresistente. Se requiere de un estudio de vulnerabilidad para el diagnóstico y determinar la posibilidad de salvar la estructura dependiendo de los daños encontrados.

*Nota.* Elaboración en base a la investigación de Sotomayor (2020).

Las fisuras y grietas son discontinuidades que aparecen en elementos estructurales como losas, placas, vigas, columnas, taludes, etc., y de alguna forma alertan un suceso que puede comprometer la serviciabilidad y durabilidad de las estructuras. El estudio sobre su aparición debe abordarse con prontitud, dado que están relacionadas con una variedad de causas debido a la casi nula resistencia a la tracción del concreto fresco y endurecido (Sotomayor, 2020, pág. 1).

Las fisuras son aberturas de hasta 1 mm de ancho sólo afectan a la superficie de las estructuras de concreto, y su aparición depende de la humedad, la temperatura y los cambios en el estado tensional de las armaduras.

Las Grietas son fisuras de más de 1 mm de ancho que dañan a la estructura del concreto en todo su espesor. Se producen en cualquier componente estructural o recinto y están asociados a movimientos del terreno, mal reparto de cargas no previsto, sobrecargas, oscilaciones térmicas, estas como un factor principal de su abertura. La tabla 7 indica la clasificación de fisuras según el estado del concreto.

**Tabla 7**

*Tipos y clasificación general de fisuras*

<b>Tipos de fisuras</b>			
Estado fresco	Plásticas	Retracción por asiento plástico	- Cabeza de columna - Unión Dintel columna - Asiento plástico por refuerzo
		Retracción plástica	
	Movimiento del subsuelo	Asiento de columna	
	Cargas	Cortante	- Carga concentrada - Carga simple
		Flexión Nudo Torsión Cabeza de columna	
Estado endurecido	Exposición Ambiental	Retracción por secado	Creep o fisuración en mapa
		Cambio térmico Reactividad álcali Agregados Corrosión Ataque por sulfatos	

*Nota.* fuente investigación de Sotomayor (2020).

Las principales causas de la fisuración en el concreto comprenden el origen de las fisuras que se presentan en una estructura de concreto, es imprescindible a la hora de determinar el método de reparación adecuado, por ello, a continuación, se exponen algunas de las principales causas de diferentes tipos de fisuras, su forma de manifestación y su clasificación. Adicionalmente, se presenta una esquematización de mapeo de diferentes tipos de fisuras en una estructura que permite entender más fácilmente su origen y relación ya sea con las condiciones ambientales o con los métodos constructivos de la estructura en concreto (Toxement, 2019).

## **2.2.9 Fisuración en estado fresco**

### **2.2.9.1 Fisuración Plástica**

Dado que el concreto se contrae en la medida que el agua presente en la mezcla reacciona químicamente con los materiales cementantes después de iniciado el proceso de fraguado y la ganancia de resistencias, los elementos de concreto sufren normalmente contracciones que generan fisuras de manera severa. A continuación, se muestran los casos más frecuentes debidos a este tipo de Fisuración (Toxement, 2019).

La retracción plástica suele presentarse con anchos apreciables en las grietas entre 0,2 mm y 0,4 mm son de escasa profundidad y generalmente se dan a las seis horas de haber vertido el concreto sobre el elemento de interés. Generalmente tienen direcciones que coinciden de manera predominante con las zonas donde se encuentra la cantidad menor de armadura de soporte y además coinciden con el sentido en la que el viento se mueve durante la puesta en obra. Por otro lado, suelen depender de variaciones en el espesor del elemento de concreto (Toxement, 2019).

La figura 1 es una representación típica de este tipo de fisuración.

**Figura 1**

*Representación típica de fisuración por retracción plástica*



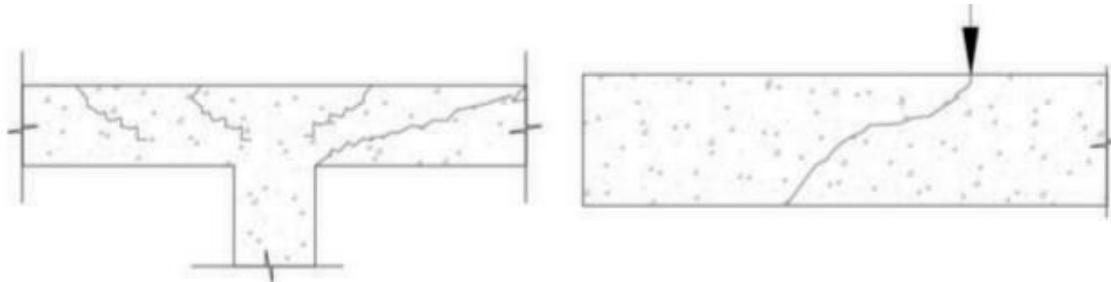
Nota. fuente [www.engineeringcivil.com](http://www.engineeringcivil.com)

Entre las causas de mayor importancia se tienen la evaporación rápida del agua de la superficie, la velocidad lenta de exudación, relaciones agua cemento altas, exceso de finos en la arena, empleo de cementos o retardantes inadecuados, mal curado o temperaturas ambientales o del viento demasiado agresivas (Fopae, 2011, pág. 12).

**2.2.10 Fisuración en estado Endurecido****2.2.10.1 Fisuración por Cargas**

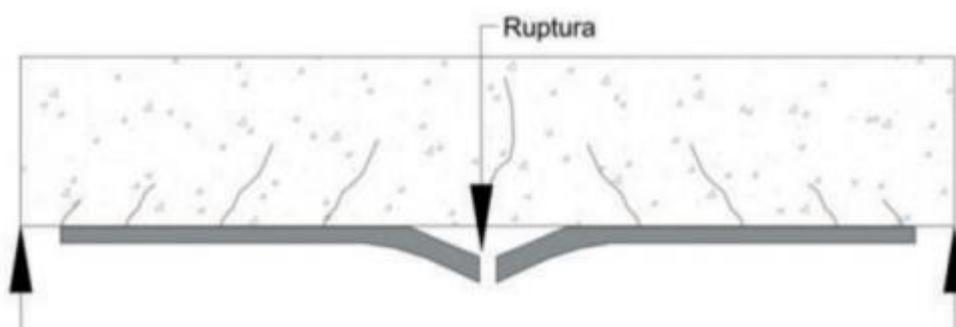
Por lo general, el concreto puede dañarse por problemas de fatiga estructural y del material bajo repetidas cargas mecánicas. Como producto del impacto anterior, se produce un progresivo deterioro entre las juntas, los áridos gruesos, la matriz de hormigón e incluso las armaduras de acero. Esto a veces da como resultado grietas que pueden ser más grandes y ubicadas con mayor precisión según el tipo de trabajo que se realice en el hormigón prefabricado (Toxement, 2019).

las cortantes por lo general son grietas de ancho variable y hay un gran número de ellas, se pueden cerrar cuando se llega al final de la compresión, y cuando aumenta la carga, el número de grietas en el prefabricado de concreto aumenta hasta el punto en que lo hacen. no. crecer Si no es solo un aumento en el espesor, este efecto se llama grieta estabilizada. Por otro lado, las grietas de cortante simple se inclinan (dirección de 45°) y luego se doblan en la dirección de la carga concentrada. La figura 2 es una representación típica de una fisuración debido a cargas.

**Figura 2***Representación de fisuración por cargas**Nota.*Fuente: FOPAE, 2011.

Las causas principales de este tipo de fisuración suelen ser una tensión diagonal excesiva y un esfuerzo cortante elevado en el hormigón. Ocurren en áreas de concreto afectadas por momentos de flexión y con mayor frecuencia se manifiestan como una unión de flexión y corte en forma de grietas de varios anchos sobre el componente de refuerzo (Toxement, 2019).

La Flexión en mayoría de las vigas de concreto armado, este tipo de fisuración es posible dada la alta carga de flexión aplicada al elemento durante su vida útil y las condiciones de diseño estructural para la colocación del acero de refuerzo estructural. La figura 3 representa este tipo de fisuración.

**Figura 3***Representación de fisuración por flexión**Nota.*Fuente EngineeringIntro, 2016.

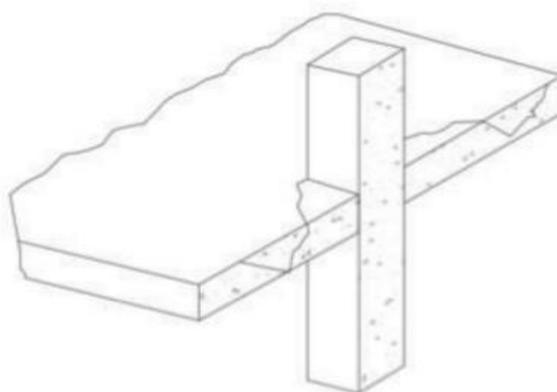
Las fisuras de torsión, suelen ser de tipo helicoidal y tienen un ancho que generalmente es muy pequeño, siendo incluso menores a 0,1 mm. Son causadas por errores en el cálculo de una sección del nervio al borde del componente o por una

disposición inadecuada de las armaduras sobre la columna. Pocas veces se deben a la baja resistencia del hormigón empleado en el elemento (Fopae, 2011, pág. 14).

La figura 4 es una representación típica de este tipo de fisuración.

#### **Figura 4**

*Representación de fisuración por Torsión*



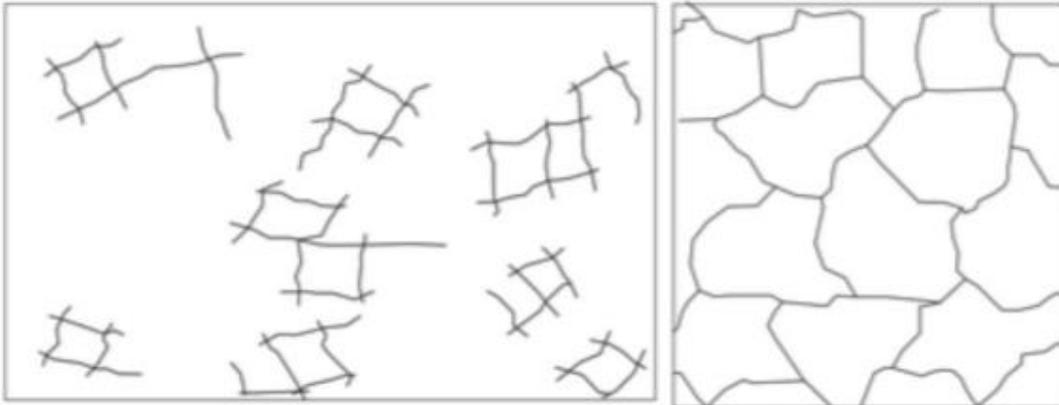
*Nota.*Fuente Fopae, 2011.

#### **2.2.10.2 Fisuración por exposición al Medio Ambiente**

Dado que el entorno puede introducir efectos termodinámicos y fisicoquímicos que pueden cambiar significativamente las propiedades del hormigón y el refuerzo, a continuación, se describen los casos más comunes de fisuración causados por estas variaciones (Toxement, 2019).

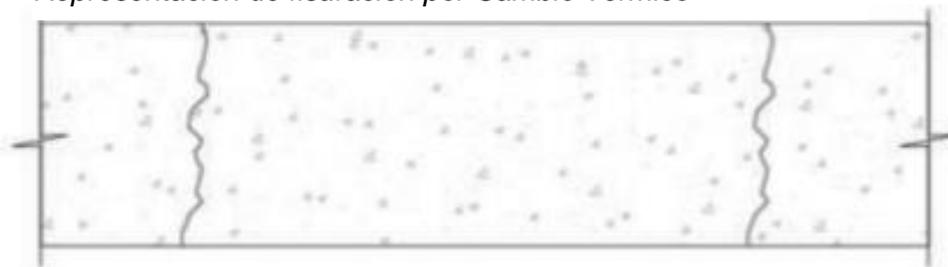
La retracción por secado y fisuración de mapeo o también llamada retracción hidráulica o por secado se produce como fisuras de 0,05 - 0,2 mm de ancho, suelen aparecer unas semanas después de que el hormigón haya fraguado, y normalmente este tipo de fisuras suele tener la misma impresión visual que la piel de cocodrilo. El mapeo, por otro lado, también se suele hacer de los cambios térmicos entre la fachada estructural y el hormigón del elemento, los cambios de temperatura en la interfaz y la transferencia de masa de agua del hormigón a otros materiales, p. mampostería, creando la impresión de varias rupturas en el acabado de las fachadas (Toxement, 2019).

La figura 5 es la representación típica de este tipo de fisuración.

**Figura 5***Representación de fisuración por secado**Nota.* efecto visual de la piel de cocodrilo.

Las principales causas de retracción higrotérmica en el acabado y retracción hidráulica en el mortero utilizado por mala cicatrización (para mapeo de fisuras). Finura excesiva, cantidad mínima de cemento insuficiente y recuperación insuficiente (en caso de retracción hidráulica).

La fisuración por un cambio de temperatura es un efecto físico-químico en el concreto que produce grietas notables de 0,15 a 0,3 mm de ancho, que generalmente aparecen de un día a siete días después de que el concreto se vierte en el componente. La figura 6 representa la fisuración por cambios de temperatura.

**Figura 6***Representación de fisuración por Cambio Térmico**Nota.* fisuración térmica.

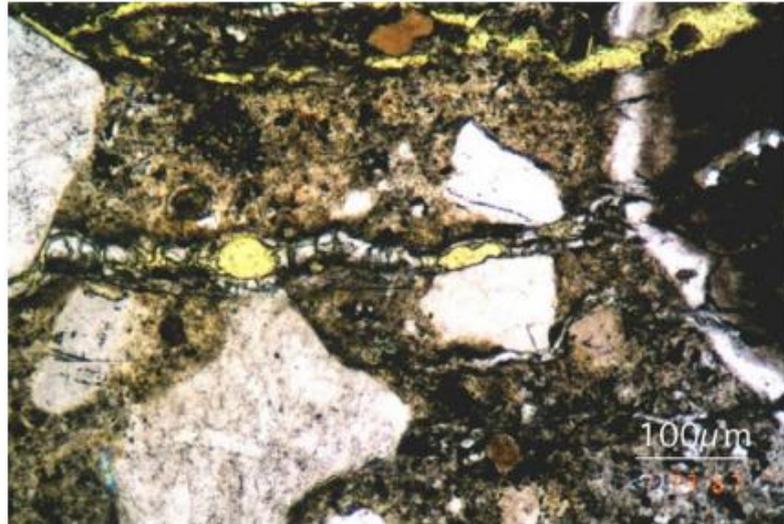
Las principales causas son el rápido enfriamiento, las elevadas temperaturas debido a la disipación pausada del calor de hidratación y el insuficiente cemento.

La reactividad álcali agregado se forman por la interacción de los álcalis del cemento y el material de sílice amorfa de los áridos en condiciones de humedad. Se produce una fisura reticular o estrellada, a veces con un gel blanco o exudado de calcita. Pueden

ocurrir deformaciones importantes de la superficie, separación de gránulos reactivos de la estructura, y esto puede ocurrir generalmente a la edad de 5 años después del inicio de la estructura. La figura 7 representa este tipo de reacción.

### **Figura 7**

*Representación de fisuración por reactividad álcali agregado*



*Nota.* una sección de concreta vista bajo un microscopio petrográfico que muestra un agregado de sílice (en la foto a la derecha) donde el gel de sílice ha creado grietas dentro del concreto.

El ataque de sulfatos ocurre en forma de fisuras que se distribuyen al azar en la superficie del concreto y, a menudo, se forman depósitos blancos en los bordes de las fisuras. La figura 8 representa el ataque de los sulfatos hacia el concreto.

### **Figura 8**

*Representación de fisuración por ataque de Sulfatos*



*Nota.* foto [www. Cobertura instalaciones](http://www.Cobertura instalaciones).

Las razones principales se deben a la reacción de los iones de sulfato y los componentes principales del cemento de tipo aluminato y calcio.

Las armaduras del concreto se corroen y se manifiesta diversas fisuras, situadas en lugares de alta densidad de armaduras superficiales, cuyo ancho suele variar entre diferentes valores y puede superar 1 mm. La figura 9 muestra grietas debido a la corrosión del acero.

### **Figura 9**

*Representación de fisuración por corrosión del acero*



*Nota. foto HUME Ingeniería.*

La causa principal de este tipo de fisuración es la corrosión de las barras de refuerzo debido a la falta de un revestimiento adecuado o una protección insuficiente del concreto. Además, se forma óxido, lo que provoca una presión hiperosmótica y la ruptura de la estructura.

#### **2.2.11 Cangrejas.**

Áreas o agujeros con vacíos debido a la deposición de agregado grueso, separación o pérdida de partículas finas como resultado del concreto segregado durante el vertido. Pueden tener un significado estructural, así como aspectos estéticos o arquitectónicos.

Las cangrejas en el concreto, es una patología muy común en las estructuras de concreto armado, pero no es algo que se debe de tomar a la ligera. Lo malo de las cangrejas es que se pueden ver una vez que retirado el encofrado del elemento estructural, manifestándose de diferentes formas y tamaños (Peralta, 2019, pág. 17).

Las cangrejeras deben recibir un tratamiento particular que incluye técnicas y productos especiales como morteros de reparación estructural. Debemos recordar que es importante que prevalezca el concepto de que Toda reparación se debe realizar con un producto de calidad igual o superior al original (ACI-116R-00, 2000, pág. 6).

Las principales causas más comunes de aparición de cangrejeras son las siguientes.

- a. Gran congestión del refuerzo
  - Exceso traslapes muy cercanos
  - Insuficiente separación entre aceros
- b. Geometría de la sección
  - Componentes muy estrechos
  - Cambios de pendientes excesivas en la sección
- c. Mezcla de concreto defectuoso
  - Demasiado agregado grueso
  - Escaso árido fino, poca trabajabilidad
  - No controlar el fraguado inicial
  - No se emplea aditivos
  - Mal uso de aditivos
- d. Proceso Constructivo:
  - Inadecuada planificación
  - Excesiva caída libre
  - vibrado demasiado pequeño
  - La inmersión tiene un corto tiempo muy corto
  - Excesivo espaciamiento al momento de vibrar
  - Operador sin entrenamiento
  - Falta de supervisión.

Las soluciones para evitar cangrejeras son las siguientes:

- Proveer en el diseño estructural las interferencias en obra debido a refuerzo (cruces y traslapes)
- Optimizar la mezcla de concreto
- Empleo de aditivos
- Capas de vaciado no mayores a 50 cm
- Usar el vibrador adecuado y monitoreo constante

## 2.2.12 Tipos de Cangrejas

### 2.2.12.1 Cangrejas por exceso de refuerzo

Estos tipos de cangrejas generalmente ocurren porque la cantidad máxima de acero en el diseño estructural del miembro a menudo está en el límite o, a veces, excede lo que lo causa en el diseño estructural del miembro durante el vertido se forma una barrera que imposibilita el adecuado movimiento del concreto por el encofrado o acceder la adherencia correcta que debe poseer el acero y el concreto. Recuerde que el concreto arrastra áridos de diferentes diámetros y tamaños y basta, si en él hay obstáculos, empieza a aparecer un espacio vacío en la parte estructural y, lamentablemente, esto no se nota a menos que se produzca un desencofrado.

La prevención de refuerzo excesivo para no generar cangrejas es desarrollar el correcto estudio y diseño de los componentes estructurales para que se deban seguir los estándares del proyecto de construcción, los temas tratados en la norma E060 son abordados en los Capítulos 9, 11, 12, 14, 18 y 21 del Reglamento Nacional de edificaciones, Reglas considerables para conseguir la cantidad de refuerzo estructural en varios componentes de concreto.

### 2.2.12.2 Cangrejas con bajo slump

El dilema puede ser el diseño de los componentes estructurales o el diseño de la mezcla de concreto, ambos relacionados con la manifestación de esta patología, pero el principal motivo de presentación de cangrejas es el bajo asentamiento del concreto. ACI 375 proporciona las tablas 8 y 9 que muestran las clasificaciones de asentamiento cuando se coloca concreto con el vibrador.

**Tabla 8**

*Asentamiento para diversos tipos de estructuras*

Tipo de estructuras	Asentamiento (pulg)	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Vigas y Muro armados	3"	1"
Columnas	4"	1"
Muros, pavimentos y losas	4"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

*Nota.* Elaboración en base a la norma ACI 375.

**Tabla 9***Asentamientos para estructuras hidráulicas*

<b>Tipo de estructura</b>	<b>Asentamiento Máximo</b>
Construcciones macizas	2 <sup>o</sup>
Revestimiento de canales	3 <sup>o</sup>
Losa Horizontal ligeramente inclinada	2 <sup>o</sup>
Arcos y paredes laterales de túneles	4 <sup>o</sup>
Otros tipos de estructuras reforzados	3 <sup>o</sup>

*Nota.* Fuente Design and Construction of Fixed Offshore Concrete.

La prevención de cangrejas de bajo slump se controla de acuerdo a la elección correcta del concreto mediante el uso de aditivos plastificantes o superplastificantes se logra un asentamiento suficiente que pueda penetrar todos los espacios restantes en el encofrado.

### **2.2.13 Packers.**

Son llaves o puertos de llenado y piezas de enlace entre el equipo de inyección y la estructura. Las válvulas unidireccionales (es decir los accesorios de cabeza de botón) están ubicadas en la parte superior del empacador de inyección y se conectan al equipo de inyección.

### **2.2.14 Tipos de Packers.**

- Injection Packer MPS 115-13 / 100 PC Injection Packers. – Utilizado para la inyección a alta y baja presión donde es posible taladrar perforaciones
- Injection Packers Type MPR Button. - Packers equipados con cabezas de botón Zerk para presiones y caudales más altos (por ejemplo, para inyección de cortina)  
Diámetro x Longitud 13 mm x 70 mm
- Injection Packers Type MPC. - Para inyecciones de microcemento

La figura 10 muestra los tipos de packers de acuerdo a su diámetro.

**Figura 10**

*Tipos de Packers*



Nota. Fuente Sika Perú.

### **2.2.15 Bombas de inyección**

Máquinas para la inyección adecuadas para la inyección de la gama de productos.

### **2.2.16 Tipos de Bombas de inyección**

#### **2.2.16.1 Bombas monocomponentes**

El depósito de la bomba se llena con resina premezclada o microcemento. La vida útil de este material comienza después de la mezcla y la cantidad total de la mezcla siempre debe usarse dentro de su respectiva vida útil. Hay disponibles bombas manuales, de diafragma y de pistón que utilizan tecnología de bomba de un solo componente y están diseñadas para manejar y contener volúmenes pequeños a medianos de material de inyección.

Las bombas monocomponentes tal como muestra la figura 11 son bombas universales de inyección y son válidas para una amplia gama de aplicaciones además de para la inyección de los aditivos y sistemas de impermeabilización mediante lámina compartimentada. Es utilizado en resinas de poliuretano (pu), poliacrilatos y epoxi, y la suspensión de microcementos.

**Figura 11***Bomba monocomponente**Nota. Fuente Sika Perú.*

### **2.2.16.2 Bombas bicomponentes**

Estas tienen dos tanques que se llenan por separado con diferentes aditivos, por lo que los componentes se mezclan simplemente bombeándolos a un mezclador estacionario. Este tipo de bomba se debe utilizar para resinas con tiempos de respuesta muy rápidos, ya que el tiempo de mezclado de estos materiales comienza con un mezclador estático. Existen bombas de dos componentes diseñadas específicamente para diferentes tecnologías de resina, según la viscosidad, la relación de mezcla, el tiempo de reacción, etc. diferencia. Así como diversos métodos de aplicación. Para una gelificación rápida de resinas acrílicas o poliacrílicas, se debe usar una bomba independiente y la bomba mezcladora estacionaria se debe limpiar a fondo. También hay bombas de dos pistones que pueden bombear cantidades medianas a grandes de resinas epoxi o PU de dos componentes, incluso bajo alta presión hidrostática.

Las bombas de dos componentes tal como se muestra en la figura 12 han sido diseñadas para las cortinas de inyección detrás de la estructura, para considerables volúmenes o para la utilización en resinas de gel poliacrílico de una veloz reacción. para geles poliacrílicos.

**Figura 12**  
*Bomba Bicomponente*



*Nota.*Fuente Sika Perú.

## **2.2.17 Materiales de reparación**

### **2.2.17.1 Resinas epoxicas**

Estos materiales se utilizan para reparar fisuras y grietas, como una reposición del concreto dañado y unión de componentes nuevos; por lo tanto, actúa como un tipo de resina y un catalizador. Cuando los dos componentes reaccionan, la resina pasa de un estado plástico a uno más duro. Los productos más comerciales en el Perú son los siguientes (Laguna & Mamani, 2019).

- Sikadur 31
- Sikadur 52
- Sikadur – 35 hi – Mod LV
- Sika Injection – 203

Las características más comunes de las resinas son:

- Resistencia de solventes y ácidos
- Adherencia correcta al concreto
- Alta resistencia

### **2.2.17.2 Morteros**

Está compuesto por arena fina, cemento y agua y se adiciona aditivos en algunos casos. Es un compuesto de la construcción que presenta propiedades en estado endurecido y propiedades fisicoquímicas parecidas al concreto. el mortero debe cumplir los siguientes requisitos; Los productos más comerciales en el Perú son los siguientes.

- Sika rep pe
- Sika rep 500
- Chema rep

El mortero debe cumplir los siguientes requisitos

- Se utiliza arena fina con un tamaño entre 2,5 a 5,0 mm según se requiera
- El agua para el mortero debe ser potable
- La resistencia a compresión debe superar a la de los componentes de concreto a reparar
- Se recomienda la aplicación de expansivos
- Ligeramente plásticos para su correcta aplicación
- La adherencia epóxica

### **2.2.17.3 Puentes adherentes**

Funciona como un puente de adherencia para pegar concreto en estado fresco y concreto endurecido en este caso entre concreto y el mortero de reparación. Los productos más comerciales en el Perú son los siguientes.

- Sikadur 52
- Chema epoxi adhesivo 32

## **2.3 Definición de términos**

### **2.3.1 Aditivos**

Son productos químicos cuya función es cambiar las propiedades del hormigón en su estado fresco o endurecido, para darle una propiedad que no tiene, y son una forma fácil y económica de hacerlo (Laguna & Mamani, 2019).

### **2.3.2 Evaluación patológica**

Se define como el análisis sistemático de los desarrollos y características de la 'enfermedad' o de los 'defectos y fallas' que puede sufrir el concreto, sus causas, efectos y remedios (Chávez & Unquén, 2011).

### **2.3.3 Fisura**

Es una fisura o abertura en el espacio de un elemento de concreto que es causada por esfuerzos externos o internos que exceden su resistencia (Toirac, 2004).

### **2.3.4 Fisura activa**

Esta es una fisura móvil que puede agrandarse con el tiempo (Toxement, 2019).

### **2.3.5 Fisura pasiva**

No muestra cambios de tamaño con el tiempo (Laguna & Mamani, 2019).

### **2.3.6 Fisurómetro**

Consiste en una regla formada por dos piezas de plástico unidas a los lados de la ranura. Tiene una escala que oscila entre 0,5 y 0,1 mm, por lo que tiene la capacidad de monitorear las grietas que se desarrollan con el tiempo (Laguna & Mamani, 2019).

### **2.3.7 Grieta**

Se define como una fisura que ha penetrado completamente en un elemento estructural (Toirac, 2004).

### **2.3.8 Juntas**

Estas son "grietas" diseñadas para prevenir futuras fisuras (Toirac, 2004).

### **2.3.9 Patología**

Las patologías del concreto armado entendido como estructura. causa problemas de resistencia y durabilidad en el concreto armado. Depende de cuatro factores: proporción de agregado a cemento, dosificación de cemento, proporción de agua a cemento y aire (Laguna & Mamani, 2019).

### **2.3.10 Slump**

Es un ensayo de consistencia o asentamiento que consiste en compactar una muestra de hormigón fresco para comprobar el porcentaje de trabajabilidad (Abanto, 2016).

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1 Tipo y Nivel de la Investigación

Tipo de investigación: Utilizaremos dos tipos de investigación: exploratorio, que busca el origen de la incertidumbre patológica en las unidades de concreto; y aplicativa, por la aplicación de ideas relacionado a la nueva tecnología de concreto, tiempo de duración, daño del concreto y métodos de reparación.

Nivel de la Investigación: La investigación es descriptiva por que explica una propuesta de reparación para las patologías encontradas.

### 3.2 Población y/o Muestra De Estudio

#### 3.2.1 Población

Cisternas para el almacenamiento de aguas residuales de la Planta de Tratamiento de aguas Residuales PTAR del Distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna como se muestra en la figura 13.

**Figura 13**

*Ubicación de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales*



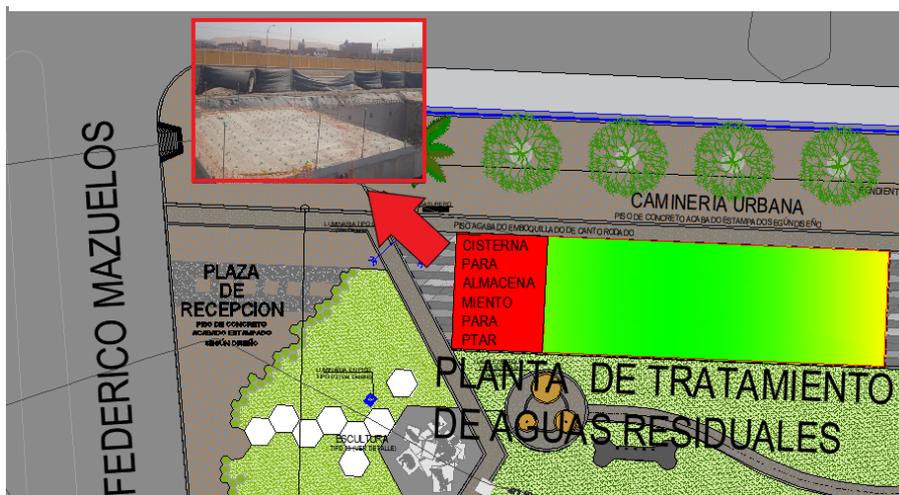
*Nota.* elaboración a los planos de Ubicación y Localización.

#### 3.2.2 Muestra

La cisterna para el almacenamiento de aguas residuales ubicada en la Av. Ecológica entre la Av. Mayor Federico Mazuelos y la Calle Luis Alberto Sánchez como se muestra en la figura 14.

**Figura 14**

*Ubicación de la Cisterna para Almacenamiento de PTAR*



*Nota.* Elaboración a los planos de Ubicación y Localización.

### 3.3 Operacionalización de Variables

#### 3.3.1 Variable Independiente

La variable independiente es la evaluación de las patologías y la tabla 10 muestra la operacionalización de esta variable.

**Tabla 10**

*Operacionalización de la variable Independiente*

Variable Independiente	Dimensión	Definición conceptual	Definición Operacional	Indicador
Evaluación	Condición de exposición	Medio Contacto	Agentes fisicoquímicos en contacto con la estructura	Agua Suelo
	Características del concreto	Concreto	Características mecánicas, físicas y químicas del concreto.	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> ) Sulfatos (ppm) Cloruros (ppm) Carbonatos (%) Porosidad (%)
	Características de los Materiales	Agregados	Características químicas de los agregados	Sulfatos (ppm) Cloruros (ppm)
		Agua	Características fisicoquímicas del agua	pH Sulfatos (ppm) Cloruros (ppm)
	Características de las patologías.	Patologías	Identificación de Patologías y de nivel de severidad	Tipo de patologías Selección de elementos dañados Nivel de severidad

*Nota.* Elaboración en base a la investigación realizada.

### 3.3.2 Variable dependiente

La variable dependiente es la propuesta de reparación y la tabla 11 muestra la operacionalización de esta variable.

**Tabla 11**

*Operacionalización de la variable Dependiente*

<b>Variable Dependiente</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicador</b>
Propuesta de reparación	Durabilidad del concreto	Normativa  Información referente sobre las propuestas de reparación	Parámetros relacionados a la durabilidad según normativa  Métodos de reparación	Causas Efectos Métodos y mecanismos de intervención. Diagnóstico y evolución

*Nota.* Elaboración en base a la investigación realizada.

### 3.4 Técnicas e Instrumentos para la recolección de datos

El siguiente trabajo de investigación emplea la evaluación de componentes de concreto de la cisterna para almacenamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de acuerdo a dos métodos:

- Inspección Preliminar, Este incluye técnicas de recopilación de datos y visitas a las áreas de estudio.
- Inspección Detallada: Recolección de información del laboratorio de los ensayos del concreto y materiales. Seguidamente la evaluación, que comprende los estándares normativos, nivel de severidad y evaluación general de patologías.

Los procedimientos mencionados anteriormente se rigen a la normal ACI 364 “Guía para la evaluación de estructuras de hormigón antes de la rehabilitación”. Lo cual permite un desarrollo adecuada para la reparación.

#### 3.4.1 Inspección preliminar

##### 3.4.1.1 Recolección de información

Para saber el estado actual de la cisterna para el almacenamiento de aguas residuales de la planta de tratamiento se recolectó información solicitada en la empresa ejecutora

“Consortio vial ecológica”. Además, la información de las propiedades de los agregados con sus respectivos ensayos fue solicitados a la empresa “Therzaghi Group” encargada de los servicios de control de calidad.

Para la recolección de información se utilizó la siguiente ficha de evaluación tal como se muestra en la figura 15.

**Figura 15**

*Ficha de inspección preliminar*

INSPECCION PRELIMINAR							
EXAMEN VISUAL GENERAL DE LA ESTRUCTURA							
CISTERNA DE ALMACENAMIENTO (PTAR)							
ELEMENTOS DE CONCRETO	PATOLOGIA	MEDIDAS DE PATOLOGIA	UBICACIÓN	CARACTERISTICA DE LA PATOLOGIA	DESCRIPCION	CAUSAS	PROPUESTAS DE REPARACION
LOSA DE CIMENTACION							
MURO DE CONCRETO ARMADO							
VIGAS							
LOSA MACIZA							

*Nota.* elaboración en base a la investigación de Laguna & Mamani (2019).

### 3.4.1.2 Inspección visual

La inspección visual se realizó a través de la visita a la zona de estudio. donde se identificó las patologías existentes en los componentes de concreto armado de la cisterna para el almacenamiento de aguas residuales Así mismo se identificó las características de dichas patologías mediante los siguientes instrumentos:

- fichas de Inspección
- cámara fotográfica.
- Flexómetro manual, escalera, libreta de nota

### 3.4.2 Inspección Detallada

#### 3.4.2.1 Control de calidad del Concreto

Para evaluar y controlar las propiedades del concreto se recolecto información de los siguientes ensayos:

a. Resistencia a compresión de testigos de concreto – NTP 339.034

El principal objetivo de este ensayo es la resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto lo cual se utiliza una fuerza axial para su compresión. Para el ensayo anteriormente mencionado se utiliza los siguientes instrumentos:

- Máquina de compresión universal
- Balanza
- Vernier
- Cámara fotográfica

b. Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams – NTP 339.035

Esta prueba consiste en compactar una muestra de concreto en estado fresco en un molde tronco-cónico normado, midiendo el descenso u asiento de la mezcla luego de desmoldarlo, llamada también Ensayo de Revenimiento, de Asentamiento o Slump test. Para la ejecución de este ensayo se utiliza lo siguientes instrumentos:

- Cono de Abrams
- Varilla de acero liso de 5/8 pulg por 60 cm de altura
- Cucharon
- Bandeja

La figura 16 muestra los instrumentos y equipos para realizar este ensayo.

**Figura 16**

*Instrumentos para realizar el ensayo de asentamiento*



*Nota.* Instrumentos según norma NTP 339.035.

La tabla 12 indica las recomendaciones para asentamientos.

**Tabla 12**

*Recomendaciones para Asentamientos*

<b>Descripción</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Muros y bases armadas, para cimientos	5	10
Pilotes o Tabiques de submuración	10	15
Columnas, losas, vigas y tabiques armados de llenado no dificultoso	10	15
Ídem anterior de poco espesor o fuertemente armados	10	+ de 15
Pavimento	5	5

*Nota.* elaborado según norma NTP 339.035.

### **3.4.2.2 Control de la cantera para agregados finos y gruesos**

Para evaluar y controlar las propiedades de los agregados se recolecto información de los siguientes ensayos:

a. **Análisis Granulométrico por tamizado ASTM C – 136**

Este método de ensayo es usado para determinar la graduación de materiales propuestos para usarse como agregados.

Los resultados se utilizan para determinar la adecuación de la distribución granulométrica a los requisitos aplicables especificados y para proporcionar la información necesaria para el control de la fabricación y mezclas que la contengan.

Para la ejecución de este ensayo se utiliza lo siguientes instrumentos que se muestran en la figura 17.

- Tamices
- Cucharones
- Balanzas

**Figura 17**

*Instrumentos para el ensayo de Granulometría*



*Nota.* instrumentación según norma ASTM C – 136.

b. Determinación del contenido de Humedad ASTM D - 2216

El objetivo principal de este ensayo es la determinación del contenido de humedad de los agregados. Para la ejecución de este ensayo se utiliza lo siguientes instrumentos que se muestra en la figura 18.

- Horno de secado
- Balanzas
- Recipientes
- Otros utensilios

**Figura 18**

*Instrumentos para la determinación de la Humedad*



*Nota.* Instrumentos y equipos según norma ASTM D - 2216

c. Peso Unitario de los agregados ASTM C – 29

En este ensayo se determinó los pesos unitarios específicos comenzando por la importancia de conocer la relación que existe entre el volumen total de un material y el peso de una cantidad específica de ese material, además de determinar la porosidad del agregado, se incluyen muestras de agregados finos y gruesos.

- Peso Unitario Suelto (PUS) Se denomina PUS para determinar esto, coloque suavemente el material seco en el recipiente hasta el derrame y alise la varilla
- Peso Unitario Compactado (PUC) Se denomina PUC cuando los granos han sido sometidos a compresión que aumenta el grado de acomodación de las partículas del agregado y en consecuencia aumenta el valor de la unidad de masa

Para la ejecución de este ensayo se utiliza lo siguientes instrumentos (figura 19):

- Varilla compactadora
- Balanzas
- Recipientes de medida de preferencia metálicos

**Figura 19**

*Instrumentos para el ensayo de Peso unitario*



*Nota.* Instrumentación según norma ASTM C- 29.

d. Gravedad específica y absorción de los agregados finos ASTM C – 128

Tiene como objetivo principal las gravedades específicas aparentes y reales y la absorción se determinan después de la inmersión en agua durante 24 horas en agregados de menos de 4,75 mm de tamaño (tamiz No. 4).

Para la ejecución de este ensayo se utiliza lo siguientes instrumentos que se muestran en la figura 20.

- Picnómetro
- Balanzas
- Bandejas
- Un instrumento que genere aire caliente con una moderada velocidad (secadora de pelo)

**Figura 20**

*Gravedad específica y absorción de los agregados finos*



*Nota: Instrumentación según norma ASTM C – 128.*

e. Gravedad específica y absorción de los agregados gruesos ASTM C – 127

Tiene como objetivo principal las gravedades específicas aparentes y reales y la absorción se determinan después de la inmersión en agua durante 24 horas en agregados de menos de 4,75 mm de tamaño (tamiz No. 4).

Para la ejecución de este ensayo se utiliza lo instrumentos y equipos que se muestran en la figura 21.

- Canastilla
- Balanzas
- Bandejas
- Dispositivos de suspensión

**Figura 21**

*Gravedad específica y absorción de los agregados gruesos*



*Nota.* instrumentación según norma ASTM C – 127.

**3.4.2.3 Características del agua para el concreto**

El agua de mezcla en el concreto tiene tres funciones principales:

- Reaccionar con el cemento para hidratarlo,
- contribuir para la trabajabilidad del conjunto como un lubricante
- Proporciona la estructura de poros necesaria para que la pasta pueda formar productos hidratados.

Ya se comprendido que el agua es un factor importante para la hidratación del cemento y el correcto desarrollo de sus propiedades, por lo que este componente debe cumplir unos requisitos normativos. En este caso se utilizó agua potable para la elaboración del concreto.

### **3.4.3 Evaluación de la cisterna**

#### **3.4.3.1 Ubicación y Localización de patologías**

Para una mejor organización de las patologías encontradas en la cisterna se hizo un levantamiento en un plano donde se localiza las patologías según las fotografías tomadas en campo. Para el levantamiento de patologías se empleó los siguientes instrumentos:

- Cámara fotográfica
- Flexómetro manual y escalera
- Planos de patologías

#### **3.4.3.2 Selección de los componentes con patologías**

Una diferente técnica a la anterior es la elección de componentes con patologías por ende se hizo un conteo general. Para ello, se utilizó el levantamiento de patologías indicando el porcentaje (%) de componentes dañados de la cisterna para el almacenamiento de aguas residuales para la elección de componentes con patologías se emplearon los siguientes instrumentos:

- Planos con ubicación de las patologías
- Cuadros estadísticos

#### **3.4.3.3 Nivel de severidad**

Para la determinación del nivel de severidad de las patologías de los componentes de concreto se tomó los siguientes criterios: tipo de patología, área afectada, su espesor, valores numéricos expresados en metros cuadrados y también en porcentajes. Y así poder realizar unas fichas de evaluación para ordenar los datos extraídos de la zona de estudio.

Para determinar el nivel de severidad de los componentes con patologías se emplearon los siguientes instrumentos y una ficha de evaluación para determinar el nivel de severidad que se muestra en la figura 22.

- Fichas de evaluación
- Planos con la ubicación de las patologías

**Figura 22**

*Ficha para determinar el nivel de severidad*

INSPECCION DETALLADA												
FICHA DE EVALUACION DE NIVEL DE SEVERIDAD DE PATOLOGIAS												
TESIS							FECHA:				UBICACION:	
AUTORES	LOSA DE CIMENTACION			MURO DE CONCRETO ARMADO			VIGAS			LOSA MACIZA		
ELEMENTO	LOSA DE CIMENTACION			MURO DE CONCRETO ARMADO			VIGAS			LOSA MACIZA		
DATOS DEL ELEMENTO	AREA AFECTADA			AREA AFECTADA			AREA AFECTADA			AREA AFECTADA		
	M2			M2			M2			M2		
PATOLOGIAS	CANTIDAD DE PATOLOGIAS	AREAS CON PATOLOGIAS M2	% DE AREAS CON PATOLOGIAS	CANTIDAD DE PATOLOGIAS	AREAS CON PATOLOGIAS M2	% DE AREAS CON PATOLOGIAS	CANTIDAD DE PATOLOGIAS	AREAS CON PATOLOGIAS M2	% DE AREAS CON PATOLOGIAS	CANTIDAD DE PATOLOGIAS	AREAS CON PATOLOGIAS M2	% DE AREAS CON PATOLOGIAS
FISURAS												
LEVE												
MODERADO												
SEVERO												
GRIETAS												
LEVE												
MODERADO												
SEVERO												
CANGREJERAS												
LEVE												
MODERADO												
SEVERO												
IMAGEN DE PATOLOGIA												

Nota. Elaborado según la investigación de Laguna & Mamani (2019).

#### **3.4.3.4 Análisis Genérico de patologías**

Los análisis comunes de la patología incluyen la evaluación de las relaciones de las características de la patología dadas las dimensiones y la localización de la patología y Referencia del concreto dañado. Se utilizaron las siguientes herramientas para el análisis general de la patología:

- Bibliografía
- Conclusión de los ensayos
- Planos con la ubicación de patologías

### **3.5 Procesamiento y análisis de datos**

#### ***3.5.1 Procesamiento y análisis de inspección preliminar***

Se basa en la norma ACI 364 “Guía para la evaluación de estructuras de hormigón antes de la rehabilitación” – ACI 364, donde detalla el procedimiento de acuerdo a la función de estudios previos y antecedentes, características de la exposición de la estructura y procedencia de los agregados. Esta recopilación luego se procesa en fichas y descripciones de las condiciones meteorológicas. Como un complemento trabajo se comparan los parámetros estándar del concreto armado con los resultados obtenidos para la durabilidad del concreto. Se pretende estudiar las características de agentes meteorológicos y tipos de agregados de la cisterna para el almacenamiento de aguas residuales. Para la interpretación de los resultados se utilizó y presentó un cuadro comparativo con el programa Microsoft Excel.

A continuación, se muestra el orden cronológico del procesamiento y análisis de datos.

- Solicitar información técnica de la construcción de la cisterna para el almacenamiento de aguas residuales y realizar una inspección visual de los componentes de concreto de la cisterna
- Editar la información en las fichas de evaluación
- Obtención de resultados: datos generales, datos de la naturaleza de materiales, datos de los componentes de concreto, Características del medio de exposición del concreto.
- Comparación de resultados
- Elaboración de conclusiones

### **3.5.2 Procesamiento y análisis de inspección detallada**

Se basa en la norma ACI 364 “Guía para la evaluación de estructuras de hormigón antes de la rehabilitación” – ACI 364, Donde se intenta determinar las propiedades del concreto y los materiales a través de pruebas de laboratorio. esta información es solicitada a la empresa que realiza el control de calidad “Group Therzagui” lo cual expide resultados mediante un informe con los resultados. Los ensayos se realizaron de acuerdo a las normativas Normativa Técnica Peruana (NTP) y ASTM. Para una mejor comprensión de los datos se realizó cuadros comparativos.

A continuación, se muestra el orden cronológico del procesamiento y análisis de datos.

- Recolección de datos: Solicitar información sobre los ensayos realizados a la empresa “Group Therzagui”.
- Procesamiento y análisis de datos: solicitar los informes de los ensayos realizados a la empresa “Group Therzagui”.
- Obtención de resultados: los ensayos que se hicieron al concreto fueron Resistencia a compresión: kg/cm<sup>2</sup> y determinación del Slump.
- Los ensayos realizados a los agregados son: análisis granulométrico, determinación del contenido de humedad, peso unitario de los materiales, Gravedad específica y absorción de los agregados finos - gruesos
- Comparación de resultados
- Conclusiones.

### **3.5.3 Procesamiento y análisis de la evaluación de la cisterna**

La metodología de evaluación de patologías en la cisterna para el almacenamiento de aguas residuales, tiene como objetivo cuantificar el grado de deterioro de patologías de acuerdo a una clasificación de nivel de severidad y un análisis genérico enfocado en la descripción de cualidades y una propuesta de solución de patologías. Luego, esta información es editada a las fichas de evaluación del grado de severidad y análisis genérico de patologías. Como un complemento al trabajo, se determina el estado actual de la cisterna para el almacenamiento de aguas residuales, con el objetivo de realizar una propuesta de reparación. Para ordenar la información se utilizó Microsoft Excel para realizar cuadros comparativos

El procedimiento para el análisis de datos es el siguiente:

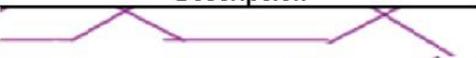
- Solicitar información técnica (planos) de la cisterna para el almacenamiento de aguas residuales para hacer el análisis y cuantificación de las patologías de los componentes del concreto
- Realizar el levantamiento de patologías de la cisterna para el almacenamiento de aguas residuales lo cual consiste en la elección de componentes de concreto de la cisterna para luego clasificarlas de acuerdo a un nivel de severidad y finalmente se ordena la información obtenida concluyendo con el análisis genérico de las patologías
- Obtención de resultados se realiza cuadros comparativos de las patologías identificando y cuantificando de acuerdo a un porcentaje de los componentes de concreto posteriormente se cuantificas de acuerdo a un porcentaje el nivel de severidad de los componentes de concreto
- Evaluación del estado actual de la cisterna para el almacenamiento de aguas residuales y realizar una propuesta para su reparación de los componentes de concreto con patologías
- Conclusiones

### 3.5.3.1 Nivel de severidad y su clasificación

- Realizar una inspección de los componentes de concreto de la cisterna para el almacenamiento de aguas residuales
- Para dimensionar las patologías se tiene que realizar el levantamiento de patologías realizando un cuadro indicador de patologías según la siguiente figura. La tabla 13 indica la representación de cada patología.

**Tabla 13**

*Representación de patologías*

Cuadro de Patologías	
Tipo de Patología	Descripción
Fisuras	
Grietas	
Cangrejeras	

*Nota.* Elaborado para la identificación de cada patología.

- Se determina el número de patologías por componentes de concreto de la cisterna para el almacenamiento de aguas residuales en unidades. De esta forma, se halla y se clasifica el número de patologías de acuerdo a su nivel de severidad.

- Se busca contabilizar el área de los componentes de concreto y el daño de patologías en metros cuadrados. De esta forma, obtenemos el área de cada componente de concreto de la cisterna para el almacenamiento de aguas residuales dentro de los cuales se considera: vigas, losa de cimentación, losa maciza y muros de concreto
- Al haber cuantificado el número de patologías por componentes de concreto, se debe realizar la clasificación de nivel de severidad como indica la figura 23.

**Figura 23**

*Nivel de Patologías en el Concreto*

PATOLOGIA	NIVEL DE SEVERIDAD	INDICADORES DE NIVEL DE SEVERIDAD
FISURAS	LEVE	Con una abertura de menor a 0.05 mm
	MODERADO	Con una abertura de 0.05 a 0.2 mm
	SEVERO	Con una abertura de 0.2 mm a 0.4 mm
GRIETAS	LEVE	Con una abertura de 0.4 mm a 0.6 mm
	MODERADO	Con una abertura de 0.6 mm a 0.9 mm
	SEVERO	Con una abertura mayor 0.9 mm
CANGREJERAS	LEVE	Con % de área MAYOR de 25% respecto al área total de la estructura
	MODERADO	Con % de área MAYOR de 35% respecto al área total de la estructura
	SEVERO	Con % de área MAYOR de 50% respecto al área total de la estructura

*Nota.* Elaborado según la investigación de Laguna & Mamani (2019).

Para la determinación del grado de severidad de patologías: se utiliza los siguientes indicadores:

- Determinación del área con patología: es la relación que existe entre el área de la patología y el área del componente de concreto.
- Determinación del nivel de severidad de cada componente de concreto: se utiliza los siguientes indicadores que se muestra en la figura 24.

**Figura 24**

*Parámetros del nivel de Severidad*

NIVEL DE PATOLOGIAS EN EL CONCRETO	
NIVEL	PARAMETRO
LEVE	$X < 15\%$ del elemento
MODERADO	$15 < X < 40\%$ del elemento
SEVERO	$X > 40\%$ del elemento

*Nota.* Elaborado según la investigación de Laguna & Mamani (2019).

### **3.5.3.2 Procesamiento del análisis genérico de patologías**

- Realizar una inspección de los componentes de concreto de la cisterna para el almacenamiento de agua residuales que poseen patologías
- Revisión de los planos de la cisterna para el almacenamiento de aguas residuales con el objetivo de la identificación de los componentes de concreto y ubicar las patologías en el plano
- Se hace una clasificación del levantamiento de las patologías según la siguiente ficha que se muestra en la figura 25
- Se toma en cuenta los datos de la inspección preliminar y detallada, de acuerdo a eso se realizará una propuesta de reparación

**Figura 25***Ficha para la Inspección Preliminar*

INSPECCION PRELIMINAR							
EXAMEN VISUAL GENERAL DE LA ESTRUCTURA							
CISTERNA DE ALMACENAMIENTO (PTAR)							
ELEMENTOS DE CONCRETO	PATOLOGIA	MEDIDAS DE PATOLOGIA	UBICACIÓN	CARACTERISTICA DE LA PATOLOGIA	DESCRIPCION	CAUSAS	PROPUESTAS DE REPARACION
LOSA DE CIMENTACION							
MURO DE CONCRETO ARMADO							
VIGAS							
LOSA MACIZA							

*Nota.* Elaborado según la investigación de Laguna & Mamani (2019).

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1 Resultados de la inspección preliminar

Comprendió la elaboración de fichas de descripción de la cisterna para el almacenamiento de aguas residuales los cuales describe la información general particulares de la estructura de concreto. Estas fichas tienen como objetivo determinar los datos generales de la estructura, procedencia de los agregados, cualidades de los componentes de concreto, análisis de patologías y realizar una propuesta de reparación. El Anexo 11, se adjunta las fichas que se utilizaron en campo.

#### 4.1.1 Información general

Se obtuvo datos generales con los siguientes resultados que se indican en la tabla 14. De acuerdo a la inspección preliminar realizada en el campo.

**Tabla 14**

*Información General*

Información general	Descripción
Nombre del proyecto	Mejoramiento y ampliación del servicio de movilidad urbana en la Av. ecológica y la Av. Municipal tramo av. Humboldt -av. ecológica -av. Gregorio Albarracín en el distrito Gregorio Albarracín -provincia de Tacna -Tacna
Fecha de inicio de construcción	28 de octubre de 2021
Fecha de vaciado de Losa de cimentación	05 de noviembre 2021
Fecha de vaciado de Muros de concreto armado	25 de noviembre 2021
Fecha de vaciado de Losa maciza	13 de octubre 2022
Fecha de vaciado de viga	13 de octubre 2022
Cliente	Municipalidad distrital coronel Gregorio Albarracín Lanchipa
Empresa ejecutora	Consortio Vial Ecológica
Tipo de estructura	Planta de tratamiento de Aguas Residuales
Cisterna para almacenamiento de PTAR	Cabina de concreto con una capacidad de 140 m <sup>3</sup> donde se almacenará el agua tratada
Estado actual de la obra	Paralizado desde el 15/12/2022 hasta la fecha
Estado funcional de la cisterna para almacenamiento de PTAR	No está en funcionamiento

*Nota.* La cisterna para almacenamiento de PTAR es la que está en evaluación.

#### 4.1.2 Información de la procedencia de materiales

Se obtuvo la información de la procedencia de materiales de acuerdo a la inspección preliminar con los siguientes resultados que se indican en la tabla 15.

**Tabla 15**

*Información de los Materiales*

<b>Materiales</b>	<b>Descripción</b>
Cemento	Cemento Portland Tipo HS
Agua	Agua potable EPS Tacna
Agregados	Piedra de ½ chancada, arena gruesa y arena fina de la Cantera Sinticala - Tacna
Acero	Acero corrugado de grado 60, cuyo punto de fluencia es de 4200 kg/cm <sup>2</sup> (fy). De diámetros ø 1/2" y ø 3/8"
Aditivos	Aditivo impermeabilizante Aditivo curador

*Nota.* los agregados fueron extraídos de la cantera Sinticala.

#### 4.1.3 Información de los componentes de concreto

Se determino la información de los componentes de concreto con los siguientes resultados que se muestran en la tabla 16.

**Tabla 16**

*Información de los Componentes del concreto*

<b>Componentes de concreto</b>	<b>Resistencia de diseño del expediente kg/cm<sup>2</sup></b>
Losa de cimentación	280
Muro de concreto armado	280
Vigas	280
Losa maciza	280

*Nota.* Datos extraídos del expediente técnico.

## 4.2 Resultados de la inspección detallada

Comprende la elaboración de los ensayos del concreto y agregados. Tienen como objetivo determinar las propiedades del concreto y las características físicas y químicas de los agregados con el fin de determinar y evaluar los problemas patológicos. En el Anexo 9 y 10 se adjunta la información de los ensayos.

#### 4.2.1 Ensayo de laboratorio del concreto

##### a. Resistencia a compresión de testigos de concreto – NTP 339.034

Los resultados de este ensayo se indican en la tabla 17.

**Tabla 17**

*Resultados de la resistencia a Compresión*

Muestra	Carga kg	Área $cm^2$	Resistencia $kg/cm^2$	F`c de diseño del expediente $kg/cm^2$	F`c de diseño según E.060 $kg/cm^2$
M - 01	39410	180.98	217.8	280	350
M - 02	49810	180.98	275.2	280	350
M - 03	26400	81.07	325.6	280	350

*Nota.* Datos extraídos del informe de “Therzagui Group”.

##### b. Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams – NTP 339.035

Este ensayo se realizó en campo antes de la colocación del concreto, el ensayo determino una consistencia fluida muy trabajable y con slump mayor a 5 pulg. Como se puede observar en la figura 26.

**Figura 26**

*Asentamiento en campo*



*Nota.* Datos extraídos del informe de “Therzagui Group”.

#### 4.2.2 Ensayo de laboratorio de los agregados

De acuerdo a los ensayos de laboratorio realizados a los agregados se obtienen los siguientes resultados resumidas en la tabla 18.

**Tabla 18**

*Resultados de los Ensayos*

Ensayo		Unidad	Resultado	
Análisis granulométrico	Agregado fino		Módulo de finura igual a 2.37	
	Agregado grueso		Módulo de finura igual a 6.38	
Contenido de humedad	Agregado fino	%	3.21	
	Agregado grueso	%	0.64	
Peso unitario	Agregado fino	Kg/m <sup>3</sup>	Suelto	1536
	Agregado grueso	Kg/m <sup>3</sup>	Compacto	1679
Gravedad específica	Agregado fino	Kg/m <sup>3</sup>	Suelto	1368
	Agregado grueso	Kg/m <sup>3</sup>	Compacto	1477
Absorción	Agregado fino		2593	
	Agregado grueso	Kg/m <sup>3</sup>	2662	
	Agregado fino	%	2.88	
	Agregado grueso	%	1.67	

*Nota.* Datos extraídos del informe de “Therzagui Group”.

#### 4.2.3 Ensayo de laboratorio del agua

No se realizó ensayos para el agua ya que para la producción del concreto se utilizó agua potable. A continuación, se muestra en la tabla 19 los límites permisibles.

**Tabla 19**

*Límites permisibles para el uso del agua*

Sustancias disueltas	Valor permisible máximo
Sólidos en suspensión	500 ppm
Materia Orgánica	3 ppm
Alcalinidad $NaHCO_3$	1000 ppm
Sulfatos	600 ppm
Cloruros	1000 ppm
pH	5 a 8

*Nota.* Elaborado según norma NTP 339.088.

### 4.3 Resultados de la evaluación de patologías

#### 4.3.1 Elección de componentes con patologías

Los componentes de concreto con patologías son los que indican la tabla 20.

**Tabla 20**

*Elementos con patologías*

elementos de concreto	Cisterna para almacenamiento de PTAR					
	total de elementos		elementos con patologías		elementos sin patologías	
	cantidad	%	cantidad	%	cantidad	%
muros	4	100 %	3	75%	1	25%
losa de cimentación	1	100 %	1	100%	0	0%
losa maciza	1	100 %	1	100%	0	0%
viga	1	100 %	0	0%	1	100%
total	7	100 %	5	71.43 %	2	28.57%

*Nota.* Elaborado de acuerdo a la visita a campo.

#### 4.3.2 Identificación de Patologías

De acuerdo a los datos obtenidos en campo realizamos una tabla para su mejor comprensión es así que obtenemos la tabla 22.

#### 4.3.3 Nivel de severidad de Patologías

El nivel de severidad encontrada en cada elemento estructural de la cisterna de almacenamiento para PTAR es el siguiente:

**Tabla 21**

*Nivel de severidad*

Tipo	Cisterna de almacenamiento para PTAR							
	Total, de elementos de concreto		Elementos de concreto con patologías					
	Cantidad	%	Nivel de severidad					
Leve			Moderado		Severo			
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Losa de cimentación	1	100			0.67	67%	0.33	33%
Muro de concreto Armado	3	100	1.8	50%	1.2	50%		
Vigas	1	100						
Losa maciza	1	100	0.5	50%	0.5	50%		

*Nota:* La severidad tiene una clasificación de leve a severo.

**Tabla 22***Identificación de patologías*

<b>Ambiente</b>	<b>Elementos de concreto</b>	<b>Características de patologías</b>	<b>Observación</b>
Cisterna de almacenamiento para PTAR	Losa de cimentación	-1 Fisura de 0.1 mm - 1 Grieta de 4 mm - 1 Grieta de 0.9 mm	Ver Anexo 2
	Muro de concreto armado	Muro I - 1 fisura de 0.2 mm - 1 cangrejera de área 0.03 M2	Ver anexo 3
		Muro II - 2 Fisuras de 0.04 mm - 1 Fisura de 0.1 mm	Ver anexo 4
		Muro III - 1 fisura de 0.1 mm - 1 cangrejera de 0.034 m2 - 1 cangrejera de 0.01 m2	Ver anexo 5
		MURO IV - No presenta patologías	Ver anexo 6
	Vigas	- No presenta patologías	Ver anexo 7
Losa maciza	- 1 fisura de 0.1mm - 1 cangrejera de 0.015 m2	Ver anexo 8	

*Nota.* Elaborado de acuerdo a la visita a campo.

#### **4.4 Propuesta de reparación**

La propuesta de reparación de las placas de la cisterna de almacenamiento de aguas negras. El proceso de reparación se desarrollará según los estándares teóricos de materiales y métodos de reparación señaladas a continuación.

##### **4.4.1 Propuesta de reparación para las fisuras**

- a. El presente Procedimiento establece las disposiciones generales para fisuras de ancho superior a 0,4 mm. el procedimiento de reparar fisuras sin movimiento en el concreto se realizará con inyección a presión de resina epóxica. El método por

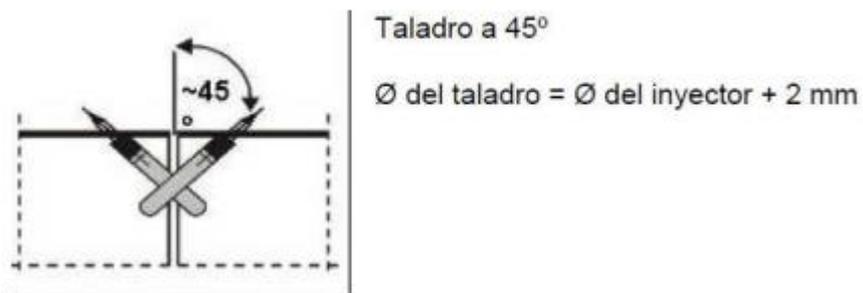
inyección se puede emplear en losas de fundaciones y otros elementos horizontales o verticales.

#### Procedimientos de reparación de fisuras en cisterna

- Para una adecuada limpieza en la zona afectada debe usarse escobillas metálicas para desprender cualquier material suelto. Si el interior de la fisura contiene suciedad u otros factores que impiden la adhesión adecuada de la resina, se debe considerar la limpieza con agua y aire comprimido hasta que se garantice el número total de limpiezas dentro de la fisura. El interior de la fisura debe hallarse sin agua libre al instante de la inyección.
- Realizar perforaciones con taladros, estos deberán ser secantes a la superficie de la fisura, por lo cual, se efectuarán con un ángulo de  $45^\circ$  aproximadamente. El diámetro del taladro debe de ser igual al diámetro del inyector más 2mm, jamás mayor para que de esta manera el packer quede fijado al soporte. Como se muestra en la figura 27.

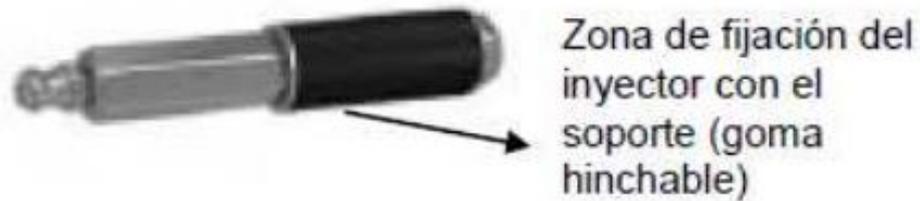
**Figura 27**

*Angulo de Perforación*



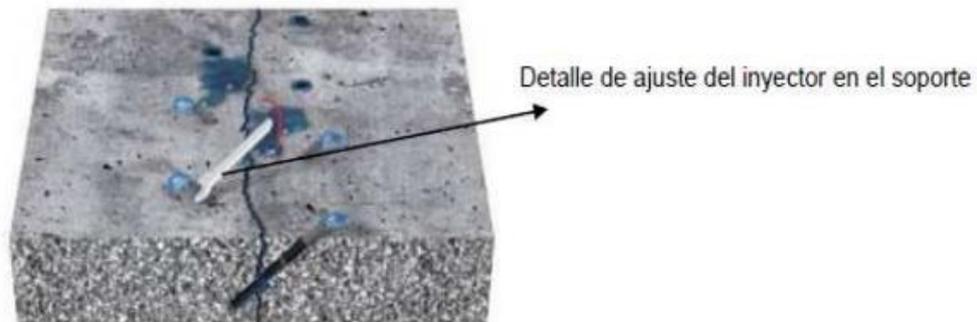
*Nota.* Tener en cuenta el ángulo de perforación.

- Antes de insertar el packer en la abertura del taladro, rotar la cabeza del packer para que la goma como se muestra en la figura 28 se expanda un poco, seguidamente, introducir el packer la abertura dejando dentro todo el elemento de la goma y presionar el packer rotando la cabeza del mismo hasta lograr la fijación al soporte. Tener en cuenta de no presionar excesivamente el packer para que no se rompa

**Figura 28***Zona de fijación del inyector*

*Nota.* Goma hinchable tener cuidado al momento de presionar.

- Una vez colocados todos los packers tal como muestra la figura 29, se sella el perímetro de estas, de acuerdo a la dureza del material, para imposibilitar la fuga de los materiales de inyección. Se utilizará la resina epoxica. El tiempo de pausa antes de empezar la inyección debe de ser de 12 a 24 horas después de la colocación de la masilla epoxi y una vez que la resina este endurecida se debe comprobar que no exista obstrucciones en la fisura donde será la inyección.

**Figura 29***Colocación de packers*

*Nota.* Colocación de packers.

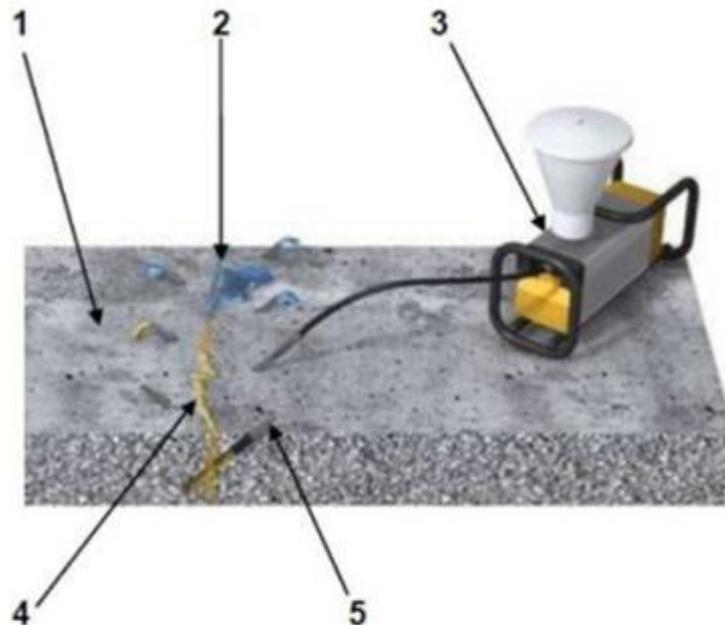
- A continuación, se procede al mezclado de un adhesivo estructural, la inyección se ejecuta con una bomba de inyección de un solo componente o parecido y se empieza desde el packer más inferior hasta arriba, en estructuras verticales, y para el caso de superficies horizontales desde un lado hacia el otro. En estos casos, se modificará al packer inmediatamente superior o al siguiente, de acuerdo como se vea que la resina salga por la fisura, grieta, junta.

- Inyectar el adhesivo estructural, en todos los packers, iniciando por un extremo y terminando en otro a lo largo de toda la fisura a fin de lograr la mayor penetración del producto, en algunas circunstancias se puede volver a inyectar desde el comienzo siempre y cuando la resina se encuentre en su estado (Tiempo abierto de trabajabilidad).
- Una vez terminado el curado de la resina epoxi de inyección, mover mediante disco de corte u otro método conocido los packers endurecidos, la obturación del orificio será reparada con una masilla epoxi para dar una mejor terminación.

La figura 30 indica los materiales para la reparación de fisuras.

**Figura 30**

*Materiales para la reparación*



1. Losa de concreto.
2. Fisura.
3. Bomba de inyección monocomponente.
4. Resina epóxica tipo
5. Packer de inyección.

*Nota.* La aplicación es para una bomba monocomponente.

- Para fisuras con una abertura inferior a 0,40 mm, se propone realizar la aplicación mediante la inyección de resinas epóxicas; Teniendo en cuenta el siguiente procedimiento:

- Limpiar la fisura eliminando la suciedad, el polvo o las partículas que puedan obstruir la adherencia y penetración de la resina epoxi.
- Instale las boquillas de entrada a una distancia corta.
- Rocíe el adhesivo estructural de alta resistencia con una pistola de presión estándar.
- Si observa que el material epoxi sobresale de las boquillas, debe comprender que está completamente lleno, retire la pistola de presión y, por lo tanto, detenga el procedimiento de reparación.
- Espere a que el epoxi se seque y retire las boquillas.
- Limpieza de superficie sucia
- Continúe parchando e imprimando con pintura de esmalte.

Otras alternativas de reparación de fisuras en contacto con el agua podemos utilizar resinas epoxicas de poliuretano de alta y baja viscosidad. Estos aditivos forman un sistema uniforme que permite sellar la fisura.

#### ***4.4.2 Propuesta de reparación para cangrejas***

El presente Procedimiento establece las predisposiciones generales para el desarrollo de reparar componentes de concreto dañadas superficialmente mediante la aplicación del mortero de alta resistencia.

- La superficie del elemento estructural debe encontrarse sanas, libres y limpias de partículas sueltas o deterioradas, y de cualquier otra sustancia que impida una adecuada adherencia y aplicación correcta
- Conformar un perímetro de forma regular en el área a reparar mediante picado o corte, con una dimensión máxima hasta 25 mm de espesor.
- Limpiar el área con chorros de aire a presión que no contenga aceite o utilizar otro medio apropiado para la limpieza.
- Aplicar un aditivo que funcione como puente adherente, en todo el perímetro del sustrato a reparar.
- Mezclar mecánicamente el mortero de alta resistencia.
- Adherir el mortero cementoso de alta resistencia cuando el material de adherencia este húmedo. El mortero debe ser estregado fuertemente sobre la parte inferior para tener una un buen contacto y permitir la compactación de la primera capa. Esta adherencia se realiza con llana metálica. La culminación

puede efectuarse con espátula de madera o llana metálica de acuerdo sea la textura solicitada

- El espesor de capa es min. 5 mm / máx. 2,5 cm. se puede realizar capas sucesivas previo endurecimiento de la capa anterior.
- Debe tenerse al mortero con curado húmedo y alejado del viento, sol y temperaturas altas durante por lo menos 3 días. utilizar sombras o cubiertas húmedas, sobre todo en tiempo más caluroso.
- El curado debe comenzar inmediatamente después del acabado

#### Otras alternativas de reparación de cangrejas

- El área de concreto tiene que estar completamente limpia, libre de material suelto, aceite, grasa, pintura o material mal adherido debiendo dejarse sólo lo que esta estructuralmente sin patologías. Una vez limpia se recomienda una limpieza con aire comprimido.
- Aplique la mezcla preparada del chema epoxi adhesivo 32 como puente de adherencia con un rodillo o brocha sobre el área preparada en un periodo no mayor a 2 horas de removido del producto. (Después de este periodo la mezcla comenzara a perder la trabajabilidad hasta tal punto de crear un sólido compacto).
- Luego, realicé el vertido del concreto fresco sobre la reparación y continué con los trabajos siguientes.
- El espesor de la capa debe ser aproximadamente 1mm, dependiendo de la rugosidad del área a reparar.
- Aplicar la mezcla preparada del chema rep Inmediatamente después de aplicar el aditivo anterior.

#### **4.4.3 Propuesta de reparación para cangrejas graves**

El presente Procedimiento establece las disposiciones generales para el procedimiento de reparar componentes de concreto dañadas superficialmente mediante la aplicación del mortero de alta resistencia.

- La superficie del elemento estructural debe encontrarse sanas, limpias y libres de partículas sueltas o deterioradas, y de cualquier otra partícula que impida una adecuada adherencia y correcta aplicación.
- Conformar un perímetro de forma regular en el área a reparar mediante picado o corte, con una dimensión máxima hasta 25 mm de espesor.
- Limpiar el área con aire comprimido u utilizar otro medio mecánico.

- De estar la armadura expuesta esta debe encontrarse limpia, sin óxido, grasas, aceite, entre otros. Si se encuentra comprometida con un grado de oxidación debe realizarse un tratamiento de limpieza ya sea con escobilla de acero, removedor de óxido o transformador de óxido dependiendo del grado de deterioro.
- Para iniciar con el tratamiento a la zona de reparación se aplicará un aditivo (puente de adherencia). Se deberá curar el material adecuadamente tanto en acero como en la totalidad de la zona afectada.
- Combinar mecánicamente el mortero de alta resistencia con fibras. En un envase de tamaño apropiado.
- Sobreponer el mortero de alta resistencia cuando el material de adherencia este húmedo. El mortero debe ser estregado fuertemente sobre la parte inferior para obtener una buena mezcla y asegurar la compactación de la primera capa. Esta adherencia se realiza con llana metálica. La culminación puede realizarse con espátula de madera o llana metálica según sea la textura solicitada
- El espesor de capa es min. 5 mm / máx. 2,5 cm. se puede realizar capas sucesivas previo endurecimiento de la capa anterior.
- Debe tenerse al mortero con curado húmedo y resguardarse del viento, sol y temperaturas altas durante un periodo de 3 días. Por lo tanto, emplear sombras o cubiertas húmedas, sobre todo en periodos caluroso.
- El curado debe comenzar inmediatamente después del acabado.

## **CAPÍTULO V: DISCUSIÓN**

### **5.1 Del proceso constructivo**

Hipótesis general. El inadecuado control de calidad y el mal proceso constructivo generan problemas patológicos en los componentes de la cisterna de planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa que comprometen la durabilidad y la vida útil del concreto.

Según la investigación Laguna & Mamani (2019) determinó la causa de los problemas patológicos en los componentes de concreto del Complejo Recreacional “Los Humedales de Ite” Esto se debe a que el diseño de los elementos de concreto armado no tuvo en cuenta los efectos de exposición y agresión del contenido químico del suelo durante las etapas inicial y de diseño del proyecto. Además, el control de calidad del concreto y los materiales es inadecuado, y el proceso de construcción en la etapa de construcción también es inadecuado.

### **5.2 De las patologías encontradas**

Según la investigación Morales (2020) identificó 5 tipos de patologías presentadas en las unidades de concreto los cuales fueron erosión, desprendimiento, grietas, fisuras y corrosión. Lo cual presenta un porcentaje de similitud de 40% de las patologías encontradas las cuales fueron grietas y fisuras debido a que la exposición de los componentes de concreto varía debido a la zona geográfica y tipo de estructura. Otro factor importante es que la cisterna aún no ha sido concluida al 100 % debido a las patologías encontradas.

### **5.3 Del nivel de severidad**

Según Eulogio & Tullume (2022) Se determinó la severidad de patologías específicas en la estructura de los pabellones del colegio Inmaculada de la Merced - Chimbote, Teniendo como resultado a los pabellones A, B y C de severidad leve. Los procesos naturales y los tipos de suelos que representan, todos implican pérdidas y daños a la estructura del pabellón. Por lo tanto, los parámetros (leve, moderado y severo) utilizados para determinar la severidad estructural son similares en los estudios realizados.

El nivel de severidad encontrado en los componentes de concreto de la cisterna es: en los muros de concreto de leve – moderado; en la losa de cimentación leve – moderado; losa maciza leve – moderado.

#### **5.4 De la propuesta de reparación**

Según la investigación Laguna & Mamani (2019) determinó que para la reparación de fisuras utilizó los siguientes materiales Sikadur32-Gel y SikaGrout – 212. Debido a que la estructura analizada es un complejo recreacional y tiene otros factores de exposición. Por lo tanto, los materiales de reparación para la cisterna varían debido a que estará en contacto permanente con aguas residuales por ende los materiales de reparación recomendados son: Sikadur 31, Sikadur 52, Sikadur – 35 hi – Mod LV y Sika Injection – 203.

## CONCLUSIONES

Según la evaluación se reveló que la aparición de patologías en los componentes de concreto de la cisterna para almacenamiento de PTAR es consecuencia de un inadecuado diseño de resistencia y un mal proceso constructivo.

Con respecto a la inspección de patologías se determinó que el fundamento de fisuras y grietas en losa de cimentación, losa maciza y muros de concreto armado se origina por el inadecuado proceso constructivo. Y la presencia de cangrejeras se originó por el inadecuado proceso de vibración.

De la evaluación genérica de patologías se determinó que la cisterna para el almacenamiento de aguas residuales presenta las siguientes patologías: fisuras, grietas, y cangrejeras. El número de porcentaje de componentes con patologías en la cisterna comprende un 71.43%. El grado de severidad de mayor repetitividad son el nivel leve y moderado, donde las losas y los muros son los componentes de concreto con mayor número de patologías.

De la propuesta de reparación se determinó utilizar métodos para cada patología. Para el caso de elementos que presenten fisuras; se propone inyecciones de resina epóxica para fisuras de un espesor menor a 0,40mm, y perfilado y sellado para fisuras de un espesor mayor a 0,40mm con perforación de pakers. Para el caso de componentes con presencia cangrejeras se utilizará un puente de adherencia y posteriormente la aplicación de un mortero de alta resistencia.

De la Inspección preliminar se determinó que la cisterna para almacenamiento de PTAR estará sometida a la presión de agua residuales que almacena y a las cargas laterales del terreno existente por lo tanto los materiales a usar para su reparación deben ser los adecuados.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda a la municipalidad Gregorio Albarracín Lanchipa supervisar la etapa inicial de ejecución para poder llevar un adecuado control de calidad del concreto y materiales. Además, en la planificación del proyecto, considerar las características de exposición ambiental para el diseño de estructuras de concreto.

Se recomienda al gobierno Regional de Tacna, municipalidad Provincial de Tacna y municipalidad Gregorio Albarracín Lanchipa realizar un estudio geológico y geotécnico de los agregados para analizar las características químicas y físicas, solo así obtendremos materiales de calidad por lo tanto un concreto adecuado para las estructuras de concreto.

Se recomienda a la empresa ejecutora del proyecto que en la etapa de la colocación del concreto se realice una programación de vaciado adecuado teniendo en cuenta los factores climatológicos.

Se recomienda al Consorcio Vial Ecológica verificar el acero corroído antes de la aplicación de cualquier aditivo a los elementos fisurados y elementos con cangrejas para determinar el avance corrosivo y el estado actual.

Se recomienda al Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento realizar más investigaciones sobre la reparación de estructuras hidráulicas sometidas a grandes presiones de agua y cargas laterales del terreno.

Se recomienda al gobierno Regional de Tacna, municipalidad Provincial de Tacna, municipalidad Gregorio Albarracín Lanchipa y a la empresa ejecutora realizar un control minucioso desde la etapa de diseño estructural de PTAR, con análisis previos, donde se precisa con claridad el área para la construcción de estructura hidráulica, con una guía técnica adecuada de procedimientos constructivos, maquinarias, materiales y equipos que garanticen resultados satisfactorios en la etapa ejecutiva y aseguramiento de la calidad, con relevancia en el concreto y acero.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2016). *Tecnología del Concreto* . Lima.
- ACI-116R-00. (2000). *Terminología del cemento y concreto*.
- Chávez , A., & Unquén, A. (2011). *Método de evaluación de patologías en edificaciones de Hormigón Armado en Punta Arenas*. Punta Arenas, Chile.
- FOPAE. (2011). *Fondo de Prevencion y Atencion de Emergencias* . Bogota.
- Garcia, R. (2019). *Evaluación y reparación de fisuras en estructuras de concreto armado mediante el comité ACI 224 en el Distrito de Vicco – Pasco 2018*. Cerro de Pasco , Peru .
- Garzon, J., & Landin, M. (2017). *Manual de tecnicas para rehabilitacion y reforzamiento en columnas y vigas de Hormigon Armado deterioradas por agentes mecanico*. Cuenca , Ecuador.
- Laguna, M., & Mamani, A. (2019). *Evaluación, Diagnóstico y Reparación de los elementos de concreto en el Complejo recreacional Municipal los humedales de Ite, provincia Jorge Basadre Grohmann, Tacna - 2019*. Tacna, Peru.
- Ortiz, J. (2005). *Estudio experimental sobre la influencia de la temperatura ambiental en la resistencia del hormigon preparado*. Barcelona.
- Peralta, V. (2019). *Demostración de la utilización de mortero listo autonivelante y resinas epoxicas como solución para la reparación fisuras en 2 edificios de concreto armado en la ciudad Lima*. Lambayeque .
- Porrero, J., & Ramos, C. (2014). *Manual del concreto estructural*. Caracas.
- Quispe, K. (2018). *Aplicación de técnicas sostenibles de Reparación de la fisuración del Concreto Armado en Edificaciones*. Lima, Peru .
- Rabanal , D., & Su, A. (2017). *Diseño de un Concreto Autocompactable*. Pimentel.
- Ramirez, M. (2017). *Determinación de la manejabilidad de mezclas de concreto de bajo asentamiento Utilizando el método de ensayo del consistómetro vebe*. Guatemala de la Asuncion.

- Rivera , H., & Melendez , J. (2021). *Recomendaciones para la Reparación de Fisuras con Métodos No Tradicionales y Métodos Tecnológicos en Elementos Estructurales y No Estructurales*. Piura, Peru .
- Sotomayor, C. (2020). *Entendiendo a las Fisuras y grietas en las estructuras de Concreto*. Ica , Peru.
- Talace, F. (2016). *Evaluación estructural del Complejo Recreacional Municipal Los Humedales de Ite*. Tacna, Peru.
- Toirac, J. (2004). *Patología de la construcción, grietas y fisuras en obras de hormigón, origen y prevención*. Santo Domingo, Republica Dominicana.
- Torre, A. (2004). *Curso basico de tecnologia del concreto*. Lima, Peru.
- Vargas, G. (2017). *Diagnóstico, Prevención y Reparación en viviendas de albañilería con problemas de humedad en el Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa – provincia Tacna – departamento Tacna*. Tacna , Peru.

**ANEXOS**

*Anexo 1 Matriz de consistencia*

*Anexo 2 Identificación de patologías en Muro I*

*Anexo 3 Identificación de patologías en Muro II*

*Anexo 4 Identificación de patologías en Muro III*

*Anexo 5 Identificación de patologías en Muro IV*

*Anexo 6 Identificación de patologías en Losa de cimentación*

*Anexo 7 Identificación de patologías en Loza maciza*

*Anexo 8 Identificación de patologías en Viga*

*Anexo 9 Ensayo de laboratorio a los Agregados*

*Anexo 10 Ensayo de laboratorio al Concreto*

*Anexo 11 Fichas de campo*

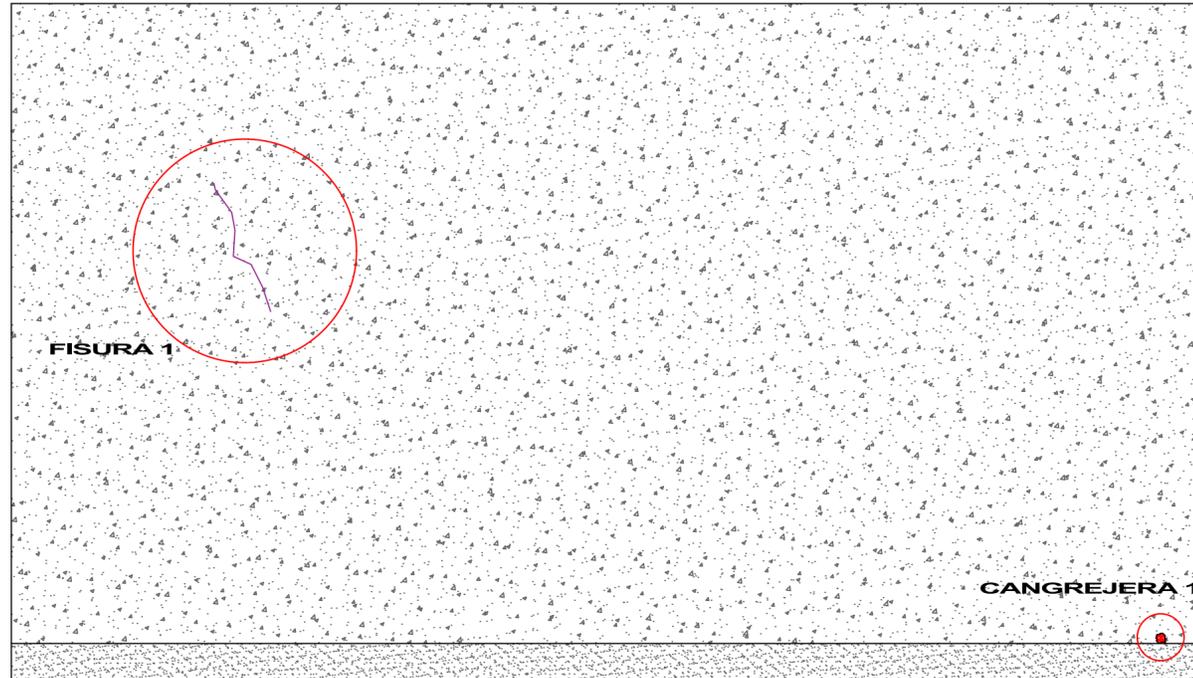
Evaluación y propuesta de reparación de una cisterna de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna, 2022.

Interrogante Principal	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿En qué medida la evaluación y propuesta de reparación de una cisterna de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa permitirá establecer su estado actual y proponer una reparación?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>evaluar y proponer la reparación de la cisterna de planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El inadecuado control de calidad y el mal proceso constructivo generan problemas patológicos en los componentes de la cisterna de planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa que comprometen la durabilidad y la vida útil del concreto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación de las patologías</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mecanismos de daño.</li> <li>Agente de deterioro</li> <li>Influencia en la durabilidad</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Tipo de investigación: Aplicada</li> <li>Nivel de investigación: Descriptivo</li> <li>Diseño de investigación: no experimental</li> <li>Muestra: planta de tratamiento de aguas residuales del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.</li> </ol>
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuáles son los tipos de patologías del concreto de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de coronel Gregorio Albarracín Lanchipa ?</li> <li>¿Cuál es el nivel de severidad de las patologías del concreto de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de coronel Gregorio Albarracín Lanchipa ?</li> <li>¿Cuáles son las alternativas de reparación de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de coronel Gregorio Albarracín Lanchipa ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar un diagnóstico de las patologías del concreto de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.</li> <li>Determinar el nivel de severidad de las patologías del concreto de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de coronel Gregorio Albarracín Lanchipa – Tacna.</li> <li>Desarrollar alternativas para la reparación de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las patologías en el concreto afectan en la durabilidad de una cisterna de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.</li> <li>Las patologías del concreto de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, son severas.</li> <li>la cisterna de la planta de tratamiento mejorara notablemente con los procedimientos propuestos para su reparación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propuesta de Reparación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Causas</li> <li>Efectos</li> <li>Métodos y mecanismos de intervención.</li> </ul>	

# PATOLOGIAS

EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REPARACIÓN DE UNA CISTERNA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA, TACNA 2022

## IDENTIFICACION DE PATOLOGIAS EN MURO I



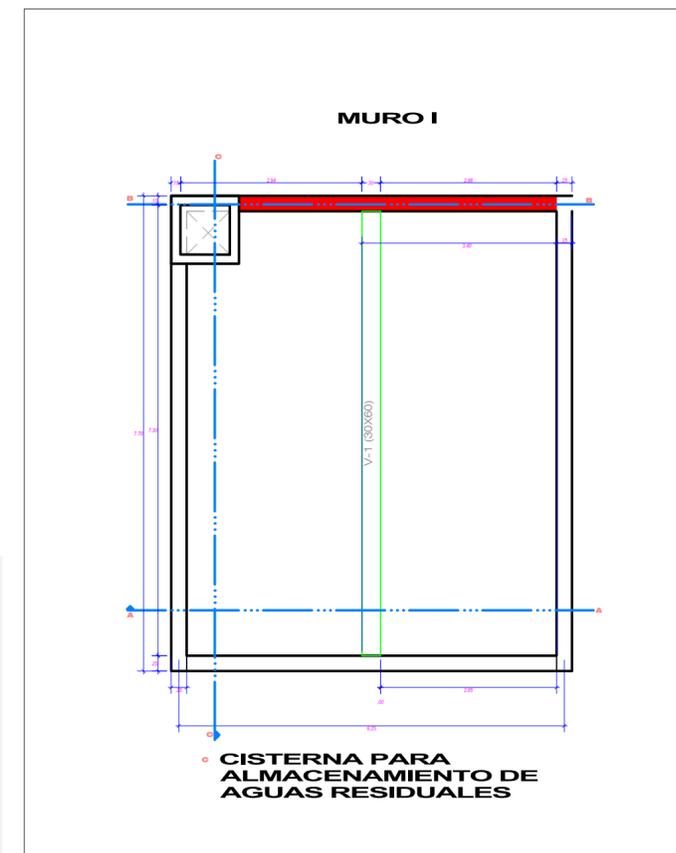
**PATOLOGIAS EN MURO I**  
**FISURAS**



CUADRO DE CANGREJERAS		
NIVEL	% RESPECTO A LA DIMENSION DE LA ESTRUCTURA	CANTIDAD
LEVE	25%	I
MODERADO	35%	
SEVERO	50%	

CUADRO DE PATOLOGIAS	
Tipo de Patologia	Descripcion
Fisuras	
Grietas	
Cangrejas	

CUADRO DE GROSORES DE FISURAS			
MEDIDAS DE FISURAS	LEVE	menores a 0.05 mm	I
	MODERADO	0.05 mm a 0.2 mm	
	SEVERO	0.2 mm a 0.4 mm	
MEDIDAS DE GRIETAS	LEVE	0.4 mm a 0.7 mm	
	MODERADO	0.70 mm a 1 mm	
	SEVERO	mas de 1 mm	



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ESTRUCTURA:  
CISTERNA DE ALMACENAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES

ELABORADO POR:  
BRAYAN RODRIGO MARCA AGUILAR  
MICHAEL FUENTES VILLALOBOS

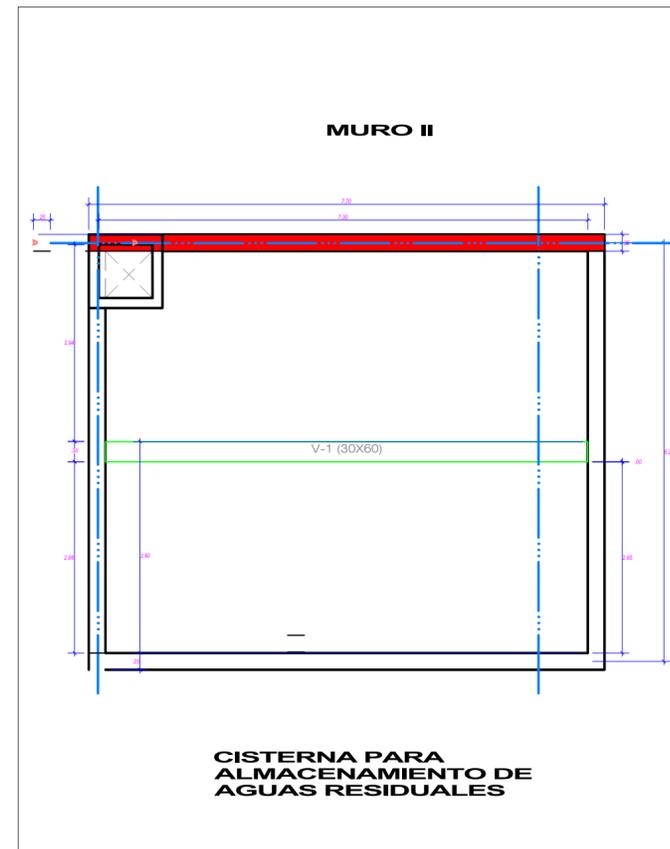
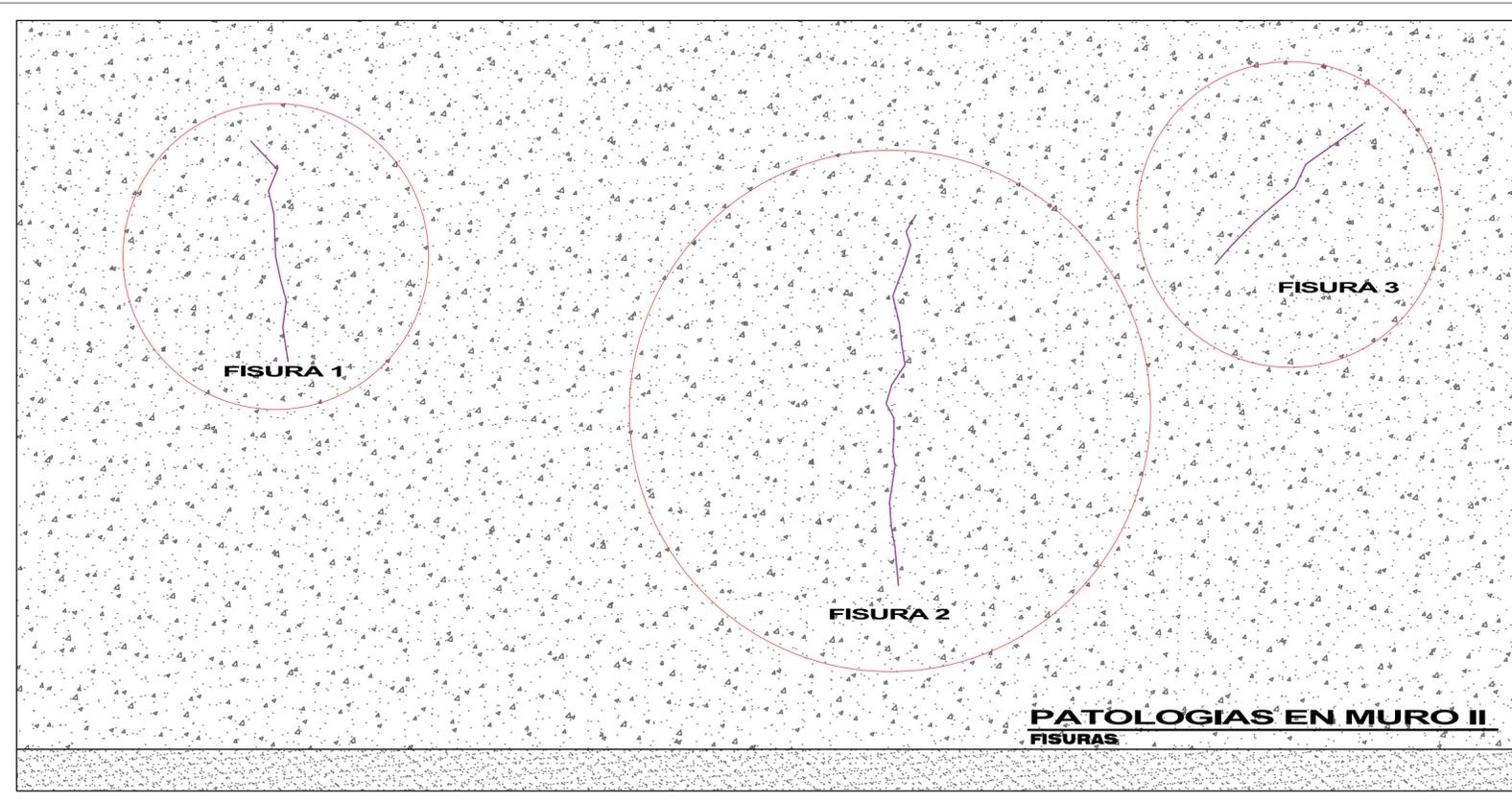
PLANO:  
PATOLOGIAS EN MURO I

01

# PATOLOGIAS

" EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REPARACIÓN DE UNA CISTERNA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA, TACNA 2022 "

## IDENTIFICACION DE PATOLOGIAS EN MURO II



CUADRO DE PATOLOGIAS	
Tipo de Patologia	Descripcion
Fisuras	
Grietas	
Cangrejas	

CUADRO DE GROSORES DE FISURAS			
MEDIDAS DE FISURAS	LEVE	menores a 0.05 mm	II
	MODERADO	0.05 mm a 0.2 mm	I
MEDIDAS DE GRIETAS	SEVERO	0.2 mm a 0.4 mm	
	LEVE	0.4 mm a 0.7 mm	
	MODERADO	0.70 mm a 1 mm	
	SEVERO	mas de 1 mm	

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ESTRUCTURA:  
CISTERNA DE ALMACENAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES

ELABORADO POR:  
BRAYAN RODRIGO MARCA AGUILAR  
MICHAEL FUENTES VILLALOBOS

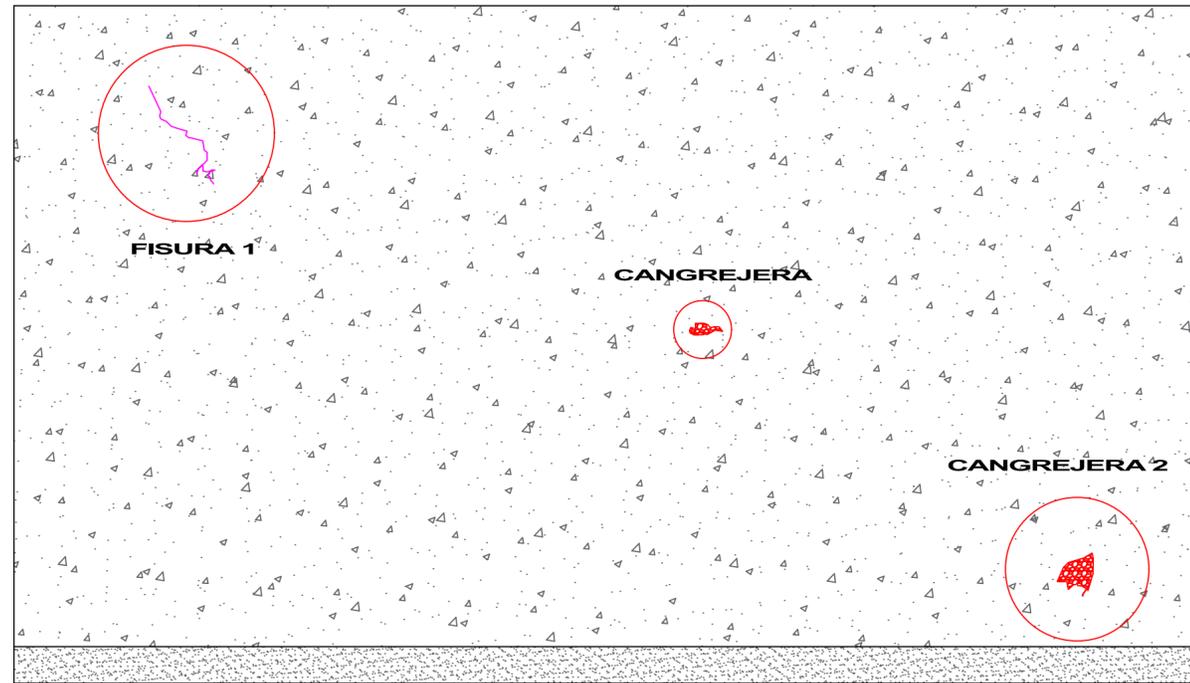
PLANO:  
PATOLOGIAS EN MURO II

02

# PATOLOGIAS

" EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REPARACIÓN DE UNA CISTERNA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA, TACNA 2022 "

## IDENTIFICACION DE PATOLOGIAS EN MURO III



**PATOLOGIAS EN MURO III**  
FISURAS



CANGREJERA 1



CANGREJERA 2

**CUADRO DE PATOLOGIAS**

Tipo de Patologia	Descripcion
Fisuras	
Grietas	
Cangrejas	



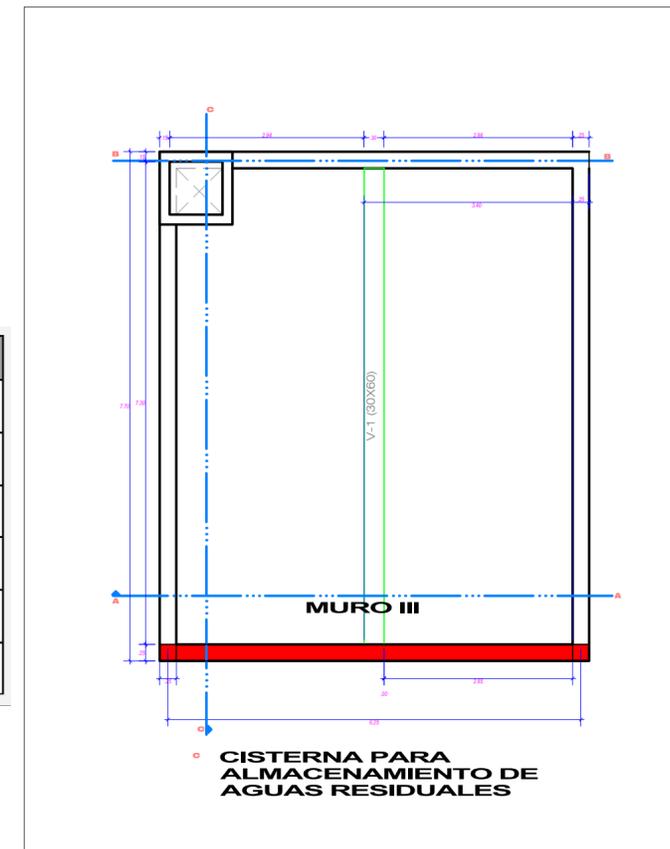
FISURA 1

**CUADRO DE GROSORES DE FISURAS**

MEDIDAS DE FISURAS	LEVE		I
	menores a 0.05 mm	0.05 mm a 0.2 mm	
MEDIDAS DE GRIETAS	SEVERO		
	0.2 mm a 0.4 mm	0.4 mm a 0.7 mm	
	0.70 mm a 1 mm	mas de 1 mm	

**CUADRO DE CANGREJERAS**

NIVEL	% RESPECTO A LA DIMENSION DE LA ESTRUCTURA	CANTIDAD
LEVE	25%	II
MODERADO	35%	
SEVERO	50%	



CISTERNA PARA ALMACENAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ESTRUCTURA:  
CISTERNA DE ALMACENAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES

ELABORADO POR:  
BRAYAN RODRIGO MARCA AGUILAR  
MICHAEL FUENTES VILLALOBOS

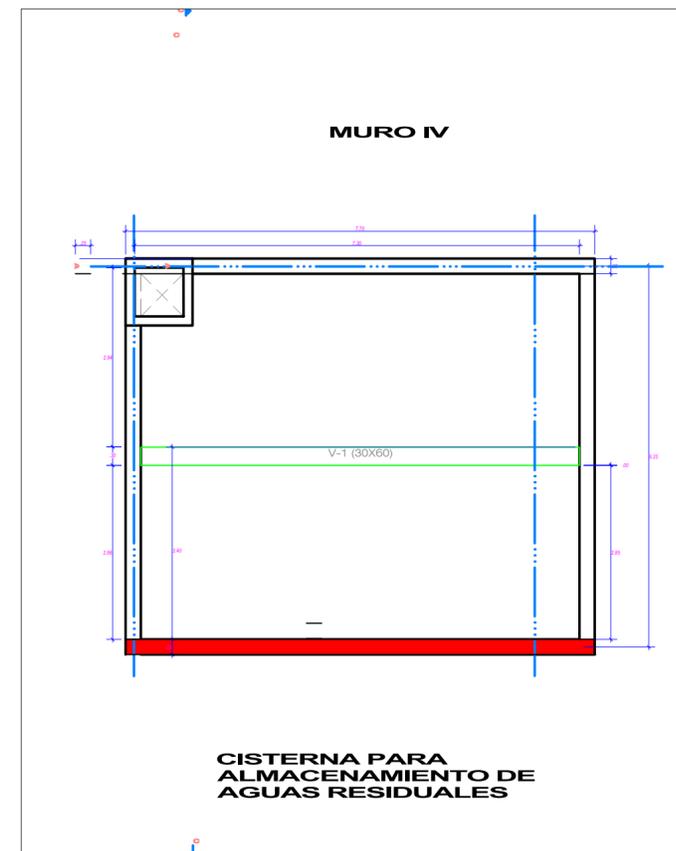
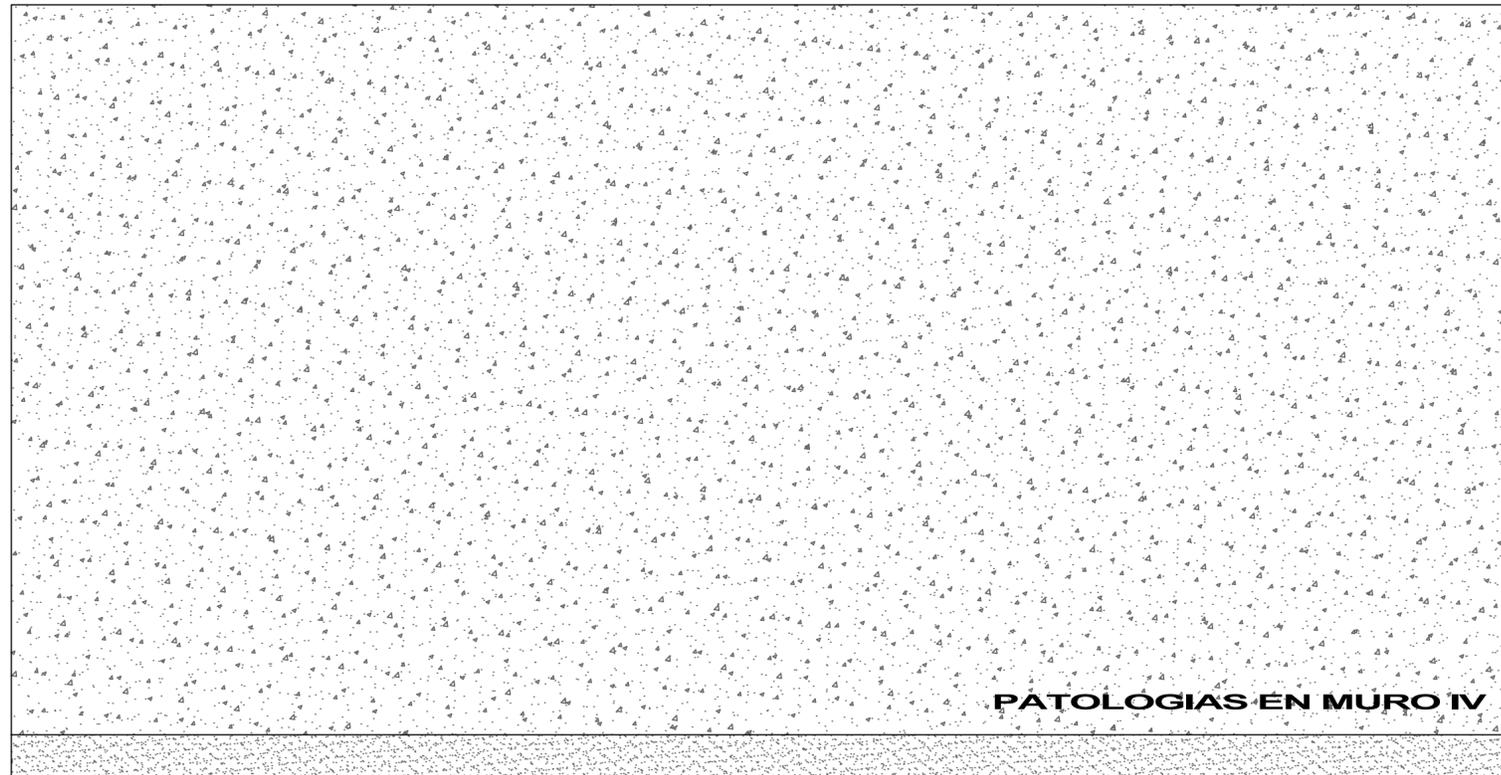
PLANO:  
PATOLOGIAS EN MURO III

**03**

# PATOLOGIAS

EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REPARACIÓN DE UNA CISTERNA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA, TACNA 2022

## IDENTIFICACION DE PATOLOGIAS EN MURO IV



CUADRO DE PATOLOGIAS	
Tipo de Patologia	Descripcion
Fisuras	
Grietas	
Cangrejeras	

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ESTRUCTURA:  
CISTERNA DE ALMACENAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES

ELABORADO POR:  
BRAYAN RODRIGO MARCA AGUILAR  
MICHAEL FUENTES VILLALOBOS

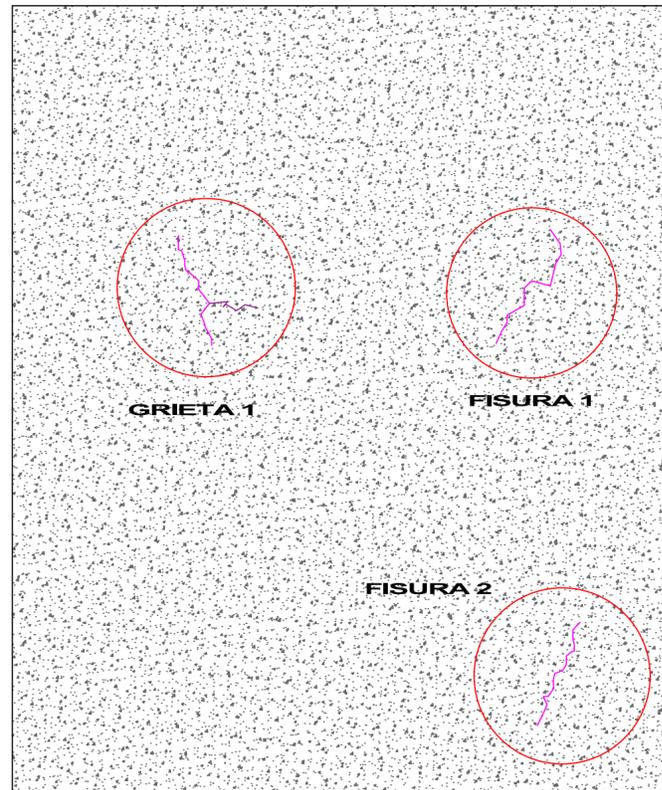
PLANO:  
PATOLOGIAS EN MURO IV

04

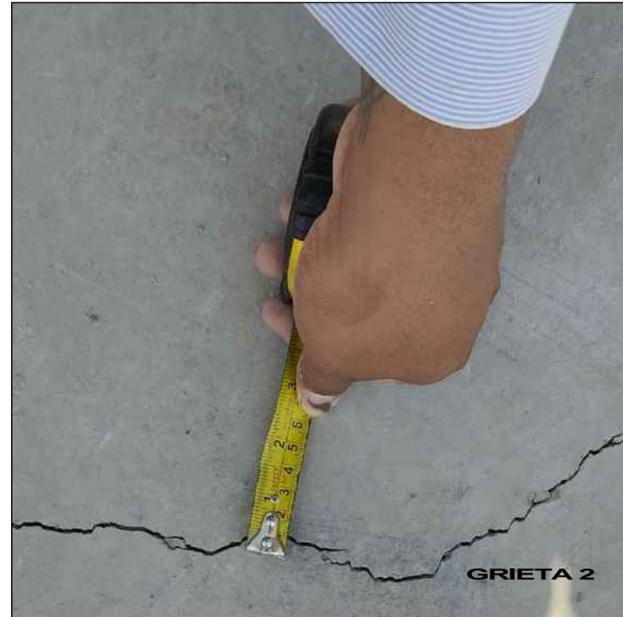
# PATOLOGIAS

EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REPARACIÓN DE UNA CISTERNA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA, TACNA 2022

## IDENTIFICACION DE PATOLOGIAS EN LOSA DE CIMENTACION



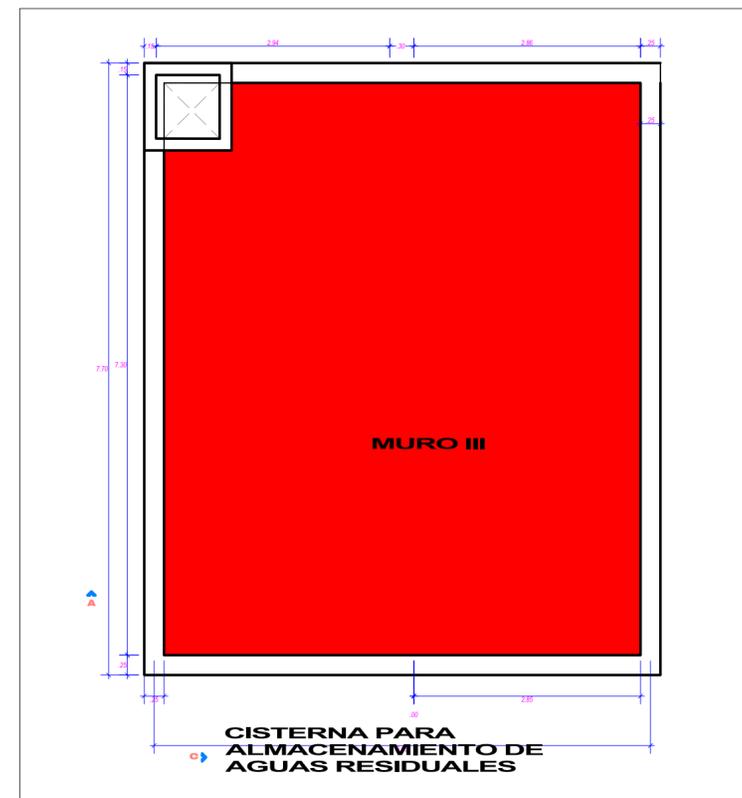
PATOLOGIAS EN LOSA DE CIMENTACION



CUADRO DE PATOLOGIAS

Tipo de Patologia	Descripcion
Fisuras	
Grietas	
Cangrejeras	

CUADRO DE GROSORES DE FISURAS			
MEDIDAS DE FISURAS	LEVE	menores a 0.05 mm	
	MODERADO	0.05 mm a 0.2 mm	I
	SEVERO	0.2 mm a 0.4 mm	
MEDIDAS DE GRIETAS	LEVE	0.4 mm a 0.7 mm	
	MODERADO	0.70 mm a 1 mm	I
	SEVERO	mas de 1 mm	I



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ESTRUCTURA:  
CISTERNA DE ALMACENAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES

ELABORADO POR:  
BRAYAN RODRIGO MARCA AGUILAR  
MICHAEL FUENTES VILLALOBOS

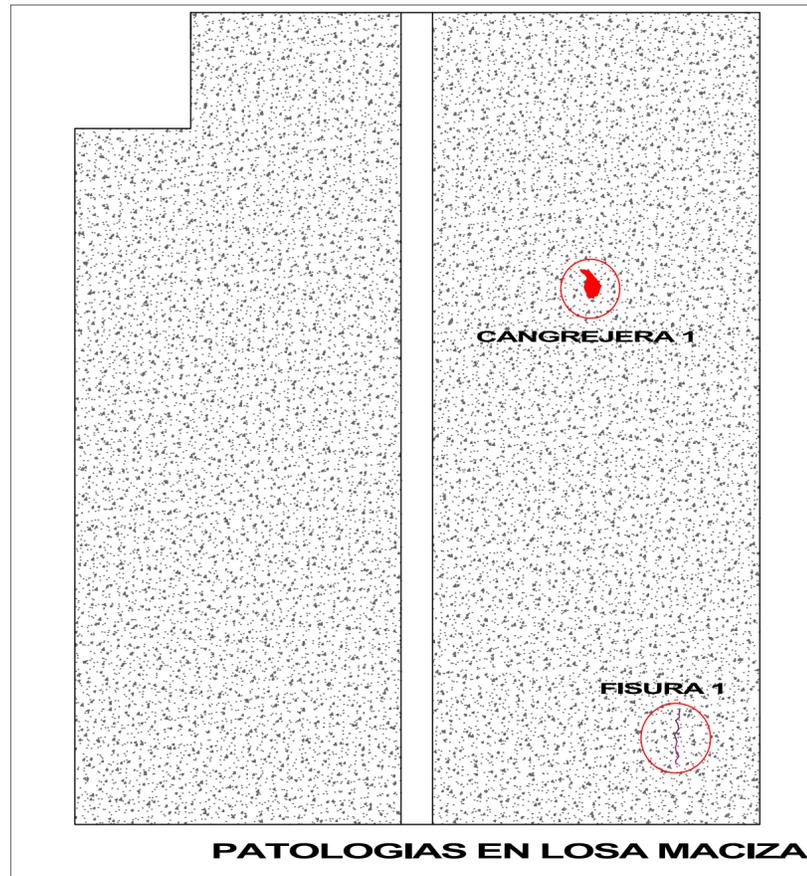
PLANO:  
PATOLOGIAS EN LOSA DE CIMENTACION

05

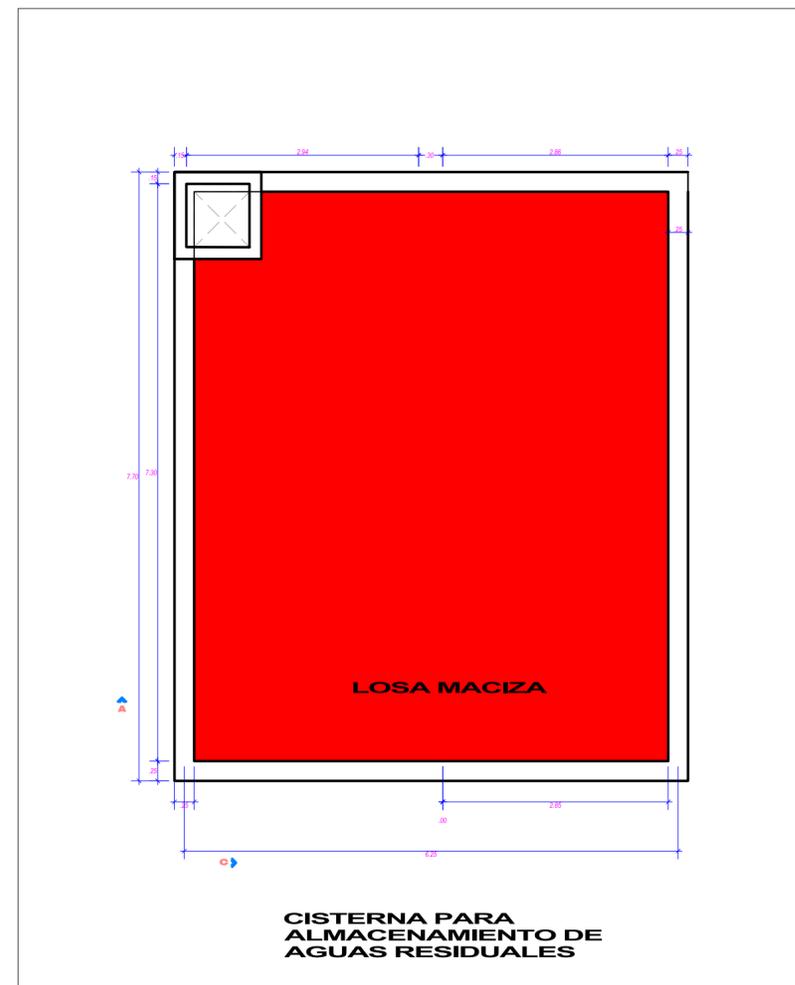
# PATOLOGIAS

EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REPARACIÓN DE UNA CISTERNA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA, TACNA 2022

## IDENTIFICACION DE PATOLOGIAS EN LOSA MACIZA



CUADRO DE CANGREJERAS		
NIVEL	% RESPECTO A LA DIMENSION DE LA ESTRUCTURA	CANTIDAD
LEVE	25%	I
MODERADO	35%	
SEVERO	50%	



CUADRO DE GROSORES DE FISURAS			
MEDIDAS DE FISURAS	LEVE	menores a 0.05 mm	I
	MODERADO	0.05 mm a 0.2 mm	
	SEVERO	0.2 mm a 0.4 mm	
MEDIDAS DE GRIETAS	LEVE	0.4 mm a 0.7 mm	
	MODERADO	0.70 mm a 1 mm	
	SEVERO	mas de 1 mm	

CUADRO DE PATOLOGIAS	
Tipo de Patologia	Descripcion
Fisuras	
Grietas	
Cangrejeas	

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ESTRUCTURA:  
CISTERNA DE ALMACENAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES

ELABORADO POR:  
BRAYAN RODRIGO MARCA AGUILAR  
MICHAEL FUENTES VILLALOBOS

PLANO:  
PATOLOGIAS EN LOSA MACIZA

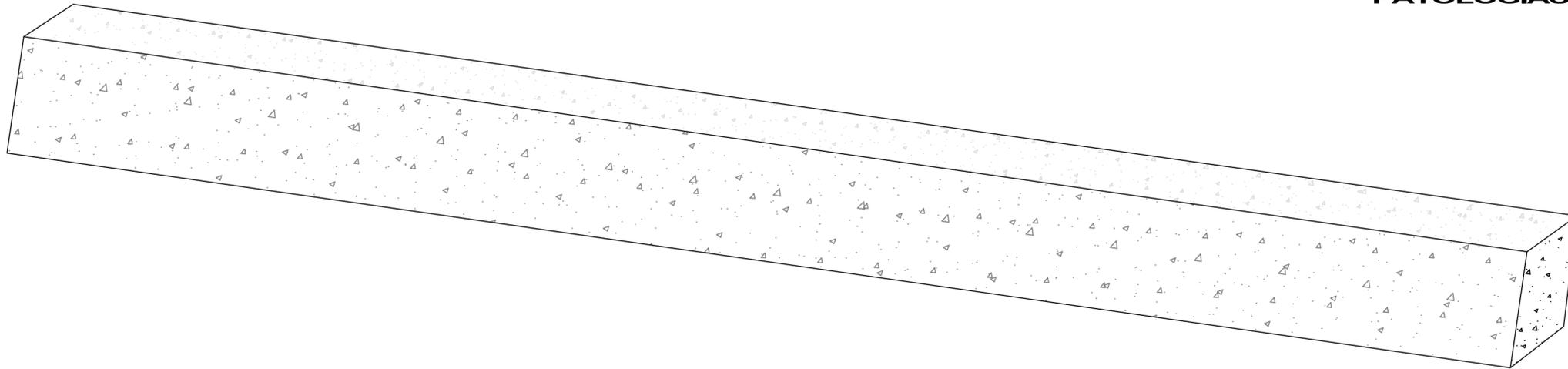
06

# PATOLOGIAS

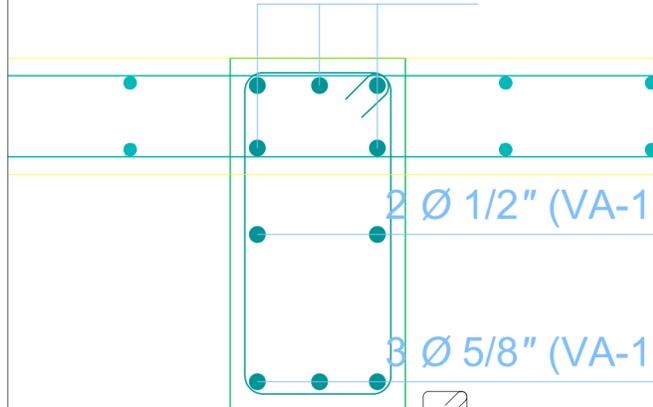
" EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REPARACIÓN DE UNA CISTERNA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA, TACNA 2022 "

## IDENTIFICACION DE PATOLOGIAS EN VIGA

PATOLOGIAS EN VIGA



5 Ø 5/8" (VA-1)



Ø 3/8"

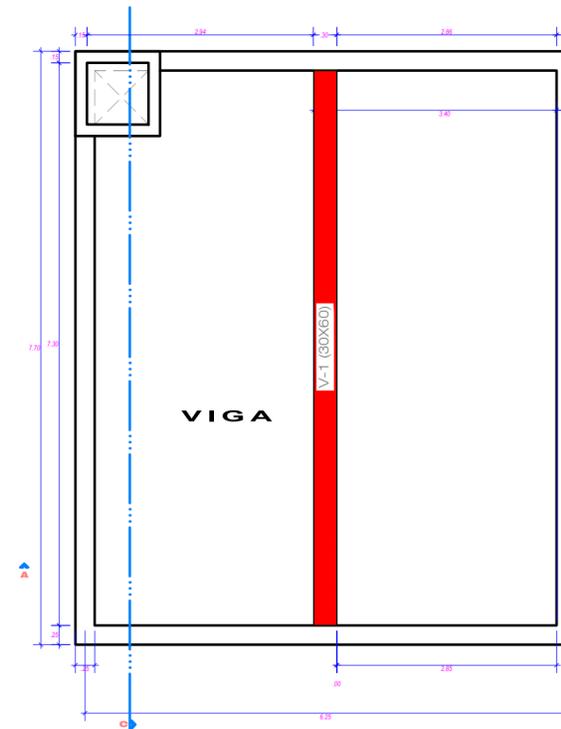
- 01 @ .05m.
- 12 @ .10m.
- 03 @ .15m.
- Rto. @ .25m.

CUADRO DE PATOLOGIAS

Tipo de Patologia	Descripcion
Fisuras	
Grietas	
Cangrejezas	



VIGA SIN PRESENCIA DE PATOLOGIAS



CISTERNA PARA ALMACENAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ESTRUCTURA:  
CISTERNA DE ALMACENAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES

ELABORADO POR:  
BRAYAN RODRIGO MARCA AGUILAR  
MICHAEL FUENTES VILLALOBOS

PLANO:  
PATOLOGIAS EN VIGA

07

INFORME No 108

DISEÑO DE MEZCLA



**GROUP TERZAGHI - VALIDACIÓN DE DISEÑO**

## 1. INTRODUCCION

El comité 211 del ACI ha desarrollado procedimientos de diseño de mezcla, basándose en tablas elaboradas mediante ensayos de agregados, esto nos permite obtener diferentes valores que se integran a la unidad cubica

## 2. OBJETIVOS

\*Objetivo general

Dosificar una mezcla de concreto de consistencia plástica.

\*Objetivos específicos

Determinar el contenido de humedad del agregado grueso y fino

Determinar el peso específico y absorción del agregado grueso y fino.

Determinar el peso unitario de agregado grueso y fino.

## 3. JUSTIFICACION

Actualmente el concreto es el elemento más usado en el ámbito mundial para la construcción, lo que conlleva la evolución de las exigencias para cada uso de cada elemento estructural.

## 4. ANEXO

-Diseño de mezcla 140 kg/cm<sup>2</sup>

-Diseño de mezcla 175 kg/cm<sup>2</sup>

-Diseño de mezcla 210 kg/cm<sup>2</sup>

-Diseño de mezcla 280 kg/cm<sup>2</sup>

-Características físicas del agregado grueso

-Características físicas del agregado fino



SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD - GTI  
**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO 140 kg/cm<sup>2</sup>**  
 METODO ACI



**CONSORCIO VIAL  
 ECOLOGICA**

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**

Cede Central De Laboratorio: Asociación Egresados Basadrinos Mz 470 Lte 10 Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna

<b>Cliente:</b>	CONSORCIO VIAL ECOLOGICA - INEGCOL SUCURSAL DE PERU	<b>"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE MOVILIDAD URBANA EN LA AV. ECOLOGICA Y AV. MUNICIPAL TRAMO AV. HUMBOLT AV., ECOLOGICA, AV, CRNL GREGORIO ALBARRACIN DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LAMCHIPA PROVINCIA DE TACNA DEPARTAMENTO DE TACNA"</b>	<b>Código de Ensayo:</b>	GT-QC-LAB-EC-CR- 122
<b>Contratista:</b>	GROUP TERZAGHI INGENIEROS		<b>Muestra:</b>	Hnos. Valentino
<b>No de Contrato:</b>	CONTRATO DE OBRAN° 016-2021-MDCGAL		<b>Fecha:</b>	20/08/2021
<b>Ubicación:</b>	AV. ECOLOGICA - DCGAL - TACNA		<b>Fecha de ensayo:</b>	22/08/2021
<b>Clase:</b>	DISEÑO DE MEZCLA		<b>Fecha de ensayo:</b>	TEC. BRYAN DE LA RIVA

**CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA**

Densidad	2210
Relación Arena/Agregado	0.47

**Slump 4 a 6 pulgadas**

**PESOS S.S.S.**

Agua	229	Lt./m <sup>3</sup>
Cemento	314	Kg./m <sup>3</sup>
Ag. Fino	780	Kg./m <sup>3</sup>
Ag. Grueso	887	Kg./m <sup>3</sup>
Relación A/C	0.73	

**PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD (OBRA)**

Agua	235	Lt./m <sup>3</sup>
Cemento	314	Kg./m <sup>3</sup>
Ag. Fino	783	Kg./m <sup>3</sup>
Ag. Grueso	878	Kg./m <sup>3</sup>
Relación A/C	0.75	

S.S.S. : Saturado superficialmente seco

Cemento : **IP (2.811)**

	<b>Cemento</b>	<b>Ag. Fino</b>	<b>Ag. Grueso</b>
Proporción en peso	1	2.49	2.80
Agua		31.81	Litros/saco

	<b>Cemento</b>	<b>Ag. Fino</b>	<b>Ag. Grueso</b>
Proporción aproximadas en volumen	1	2.41	3.04
Agua		31.81	Litros/saco

**NOTA :**

- ° Los materiales fueron entregados al Laboratorio por el Solicitante
- ° La humedad en campo se corrigira mediante ensayo de slump 4 in a 6 in



SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD - GTI  
**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO 175 kg/cm<sup>2</sup>**  
 METODO ACI



**CONSORCIO VIAL  
 ECOLOGICA**

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**

Cede Central De Laboratorio: Asociación Egresados Basadrinos Mz 470 Lte 10 Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna

<b>Cliente:</b>	CONSORCIO VIAL ECOLOGICA - INEGCOL SUCURSAL DE PERU	<b>"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE MOVILIDAD URBANA EN LA AV. ECOLOGICA Y AV. MUNICIPAL TRAMO AV. HUMBOLT AV., ECOLOGICA, AV, CRNL GREGORIO ALBARRACIN DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LAMCHIPA PROVINCIA DE TACNA DEPARTAMENTO DE TACNA"</b>	<b>Código de Ensayo:</b>	GT-QC-LAB-EC-CR- 122
<b>Contratista:</b>	GROUP TERZAGHI INGENIEROS		<b>Muestra</b>	Hnos. Valentino
<b>No de Contrato</b>	CONTRATO DE OBRAN° 016-2021-MDCGAL		<b>Fecha:</b>	20/08/2021
<b>Ubicación:</b>	AV. ECOLOGICA - DCGAL - TACNA		<b>Fecha de ensayo:</b>	22/08/2021
<b>Clase:</b>	DISEÑO DE MEZCLA		<b>Fecha de ensayo:</b>	TEC. BRYAN DE LA RIVA

**CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA**

Densidad	2215
Relación Arena/Agregado	0.46

**Slump 4 a 6 pulgadas**

**PESOS S.S.S.**

Agua	229	Lt./m <sup>3</sup>
Cemento	347	Kg./m <sup>3</sup>
Ag. Fino	752	Kg./m <sup>3</sup>
Ag. Grueso	887	Kg./m <sup>3</sup>
Relación A/C	0.66	

**PESOS CORREGIDOS POR  
 HUMEDAD (OBRA)**

Agua	236	Lt./m <sup>3</sup>
Cemento	347	Kg./m <sup>3</sup>
Ag. Fino	754	Kg./m <sup>3</sup>
Ag. Grueso	878	Kg./m <sup>3</sup>
Relación A/C	0.68	

S.S.S. : Saturado superficialmente seco

Cemento : **IP (2.811)**

	<b>Cemento</b>	<b>Ag. Fino</b>	<b>Ag. Grueso</b>
Proporción en peso	1	2.17	2.53
Agua		28.90	Litros/saco

	<b>Cemento</b>	<b>Ag. Fino</b>	<b>Ag. Grueso</b>
Proporción aproximadas en volumen	1	2.10	2.75
Agua		28.90	Litros/saco

**NOTA :**

- ° Los materiales fueron entregados al Laboratorio por el Solicitante
- ° La humedad en campo se corrigira mediante ensayo de slump 4 in a 6 in



SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD - GTI  
**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO 210 kg/cm<sup>2</sup>**  
 METODO ACI



**CONSORCIO VIAL  
 ECOLOGICA**

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**

Cede Central De Laboratorio: Asociación Egresados Basadrinos Mz 470 Lte 10 Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna

Cliente:	CONSORCIO VIAL ECOLOGICA - INGECON SUCURSAL DE PERU	"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE MOVILIDAD URBANA EN LA AV. ECOLOGICA Y AV. MUNICIPAL TRAMO AV. HUMBOLT AV., ECOLOGICA, AV, CRNL GREGORIO ALBARRACIN DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LAMCHIPA PROVINCIA DE TACNA DEPARTAMENTO DE TACNA"	Código de Ensayo:	GT-QC-LAB-EC-CR- 122
Contratista:	GROUP TERZAGHI INGENIEROS		Muestra:	Hnos. Valentino
No de Contrato:	CONTRATO DE OBRAN° 016-2021-MDCGAL		Fecha:	20/08/2021
Ubicación:	AV. ECOLOGICA - DCGAL - TACNA		Fecha de ensayo:	22/08/2021
Clase:	DISEÑO DE MEZCLA		Fecha de ensayo:	TEC. BRYAN DE LA RIVA

**CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA**

Densidad	2219
Relación Arena/Agregado	0.45

**Slump 4 a 6 pulgadas**

**PESOS S.S.S.**

Agua	229	Lt./m <sup>3</sup>
Cemento	395	Kg./m <sup>3</sup>
Ag. Fino	708	Kg./m <sup>3</sup>
Ag. Grueso	887	Kg./m <sup>3</sup>
Relación A/C	0.58	

**PESOS CORREGIDOS POR  
 HUMEDAD (OBRA)**

Agua	236	Lt./m <sup>3</sup>
Cemento	395	Kg./m <sup>3</sup>
Ag. Fino	710	Kg./m <sup>3</sup>
Ag. Grueso	878	Kg./m <sup>3</sup>
Relación A/C	0.60	

S.S.S. : Saturado superficialmente seco

Cemento : **IP (2.811)**

	Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso
Proporción en peso	1	1.80	2.22
Agua		25.39	Litros/saco

	Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso
Proporción aproximadas en volumen	1	1.74	2.42
Agua		25.39	Litros/saco

**NOTA :**

- ° Los materiales fueron entregados al Laboratorio por el Solicitante
- ° La humedad en campo se corrigira mediante ensayo de slump 4 in a 6 in



SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD - GTI  
**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO 280 kg/cm<sup>2</sup>**  
 METODO ACI



**CONSORCIO VIAL  
 ECOLOGICA**

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**

Cede Central De Laboratorio: Asociación Egresados Basadrinos Mz 470 Lte 10 Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna

Cliente:	CONSORCIO VIAL ECOLOGICA - INGECON SUCURSAL DE PERU	"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE MOVILIDAD URBANA EN LA AV. ECOLOGICA Y AV. MUNICIPAL TRAMO AV. HUMBOLT AV., ECOLOGICA, AV, CRNL GREGORIO ALBARRACIN DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LAMCHIPA PROVINCIA DE TACNA DEPARTAMENTO DE TACNA"	Código de Ensayo:	GT-QC-LAB-EC-CR- 122
Contratista:	GROUP TERZAGHI INGENIEROS		Muestra:	Hnos. Valentino
No de Contrato:	CONTRATO DE OBRAN° 016-2021-MDCGAL		Fecha:	20/08/2021
Ubicación:	AV. ECOLOGICA - DCGAL - TACNA		Fecha de ensayo:	22/08/2021
Clase:	DISEÑO DE MEZCLA		Fecha de ensayo:	TEC. BRYAN DE LA RIVA

**CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA**

Densidad	2220
Relación Arena/Agregado	0.44

**Slump 4 a 6 pulgadas**

**PESOS S.S.S.**

Agua	229	Lt./m <sup>3</sup>
Cemento	449	Kg./m <sup>3</sup>
Ag. Fino	676	Kg./m <sup>3</sup>
Ag. Grueso	866	Kg./m <sup>3</sup>
Relación A/C	0.51	

**PESOS CORREGIDOS POR  
 HUMEDAD (OBRA)**

Agua	232	Lt./m <sup>3</sup>
Cemento	449	Kg./m <sup>3</sup>
Ag. Fino	681	Kg./m <sup>3</sup>
Ag. Grueso	858	Kg./m <sup>3</sup>
Relación A/C	0.52	

S.S.S. : Saturado superficialmente seco

Cemento : **YURA HS (2.828)**

	Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso
Proporción en peso	1	1.52	1.91
Agua		21.96	Litros/saco

	Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso
Proporción aproximadas en volumen	1	1.50	2.12
Agua		21.96	Litros/saco

**NOTA :**

- ° Los materiales fueron entregados al Laboratorio por el Solicitante
- ° La humedad en campo se corrigira mediante ensayo de slump 4 in a 6 in



SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD - GTI  
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
 MTC E 204 - ASTM C136



**CONSORCIO VIAL  
 ECOLOGICA**

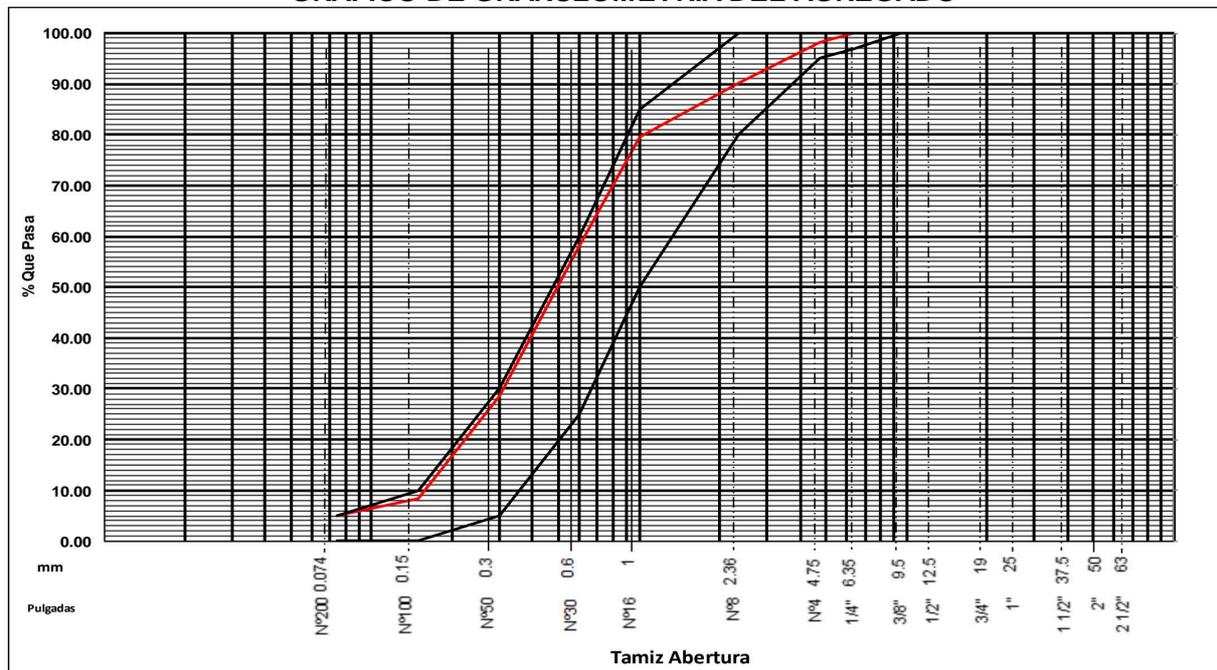
**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**

Cede Central De Laboratorio: Asociación Egresados Basadrinos Mz 470 Lte 10 Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna

<b>Cliente:</b>	CONSORCIO VIAL ECOLOGICA - INGEOL SUCURSAL DE PERU	<b>"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE MOVILIDAD URBANA EN LA AV. ECOLOGICA Y AV. MUNICIPAL TRAMO AV. HUMBOLT AV., ECOLOGICA, AV, CRNL GREGORIO ALBARRACIN DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LAMCHIPA PROVINCIA DE TACNA DEPARTAMENTO DE TACNA"</b>	<b>Código de Ensayo:</b>	GT-QC-LAB-EC-CR- 122
<b>Contratista:</b>	GROUP TERZAGHI INGENIEROS		<b>Muestra:</b>	Hnos. Valentino
<b>No de Contrato</b>	CONTRATO DE OBRAN° 016-2021-MDCGAL		<b>Fecha:</b>	20/08/2021
<b>Ubicación:</b>	AV. ECOLOGICA - DCGAL - TACNA		<b>Fecha de ensayo:</b>	22/08/2021
<b>Clase:</b>	AGREGADO FINO		<b>Fecha de ensayo:</b>	TEC. BRYAN DE LA RIVA

GRANULOMETRÍA						PROPIEDADES FÍSICAS		
MALLA ASTM	MASA RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	NTP 400.037			
2 1/2 in	0.00	0.00	0.00	100.00	-	MODULO DE FINURA	2.37	
2 in	0.00	0.00	0.00	100.00	-	TAMAÑO MAX. NOM.		
1 1/2 in	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO ESP. SSS	2593	kg/m <sup>3</sup>
1 in	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO VOL. COMPAC.	1679	kg/m <sup>3</sup>
3/4 in	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO VOL. SUELTO	1536	kg/m <sup>3</sup>
1/2 in	0.00	0.00	0.00	100.00	-	% ABSORCIÓN	2.88	%
3/8 in	0.00	0.00	0.00	100.00	100	% HUMEDAD	3.21	%
1/4 in	0.00	0.00	0.00	100.00	-	% MALLA < # 200	4.95	%
Nº 4	19.1	1.66	1.66	98.34	95-100	HUSO	ARENA	
Nº 8	94.7	8.25	9.92	90.08	80-100			
Nº 16	119.3	10.40	20.32	79.68	50-85			
Nº 30	246.4	21.47	41.79	58.21	25-60			
Nº 50	339.6	29.60	71.39	28.61	5-30			
Nº 100	232.3	20.25	91.63	8.37	0-10			
Nº 200	39.2	3.42	95.05	4.95	0-5			
<Nº 200	56.8	4.95	100.00	0.00	-			
<b>TOTAL:</b>	<b>1147.4</b>	<b>100.00</b>						

**GRÁFICO DE GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO**



OBSERVACIONES:

---



---



---



SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD - GTI  
**PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS**



**CONSORCIO VIAL  
 ECOLOGICA**

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**

Cede Central De Laboratorio: Asociación Egresados Basadrinos Mz 470 Lte 10 Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna

Cliente:	CONSORCIO VIAL ECOLOGICA - INGECOL SUCURSAL DE PERU	"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE MOVILIDAD URBANA EN LA AV. ECOLOGICA Y AV. MUNICIPAL TRAMO AV. HUMBOLT AV., ECOLOGICA, AV, CRNL GREGORIO ALBARRACIN DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LAMCHIPA PROVINCIA DE TACNA DEPARTAMENTO DE TACNA"	Código de Ensayo:	GT-QC-LAB-EC-CR- 122
Contratista:	GROUP TERZAGHI INGENIEROS		Muestra:	Hnos. Valentino
No de Contrato:	CONTRATO DE OBRAN° 016-2021-MDCGAL		Fecha:	20/08/2021
Ubicación:	AV. ECOLOGICA - DCGAL - TACNA		Fecha de ensayo:	22/08/2021
Clase:	AGREGADO FINO		Fecha de ensayo:	TEC. BRYAN DE LA RIVA

**1) PESO ESPECIFICO DE LA ARENA**

$$Pe_{AF} = \frac{500}{1000 - (P_1 - P_2 - 500)} \times$$

P. Total: P1 957.0 g  $Pe_{AF} = \frac{500}{500 - [(957.0) - (149.9) - 500]} \times 1000$  P. Especifico: 2593 kg/m<sup>3</sup>  
 Tara: P2 149.9 g

**2) ABSORCION**

$$Abs = \frac{(P_1 - P_2)}{P_2} \times 100$$

P.s.s.s: P1 500.0 g Abs =  $\frac{[(500.0) - (486.0)]}{(486.0)} \times 100$  Absorción: 2.88 %  
 P. Muestra Seca: P2 486.0 g

**3) HUMEDAD**

$$H = \frac{(P_1 - P_2)}{P_2} \times 100$$

P. Muestra: P1 1184.2 g H =  $\frac{[(1184.2) - (1147.4)]}{(1147.4)} \times 100$  Humedad: 3.21 %  
 P. Muestra Seca: P2 1147.4 g

**4) % PASA #200**

$$\#200 = \frac{(P_1 - P_2)}{P_1} \times 100$$

P. Muestra: P1 1147.4 g # 200 =  $\frac{[(1147.4) - (1090.6)]}{(1147.4)} \times 100$  Malla #200: 4.95 %  
 P. Muestra Seca: P2 1090.6 g

**5) PESO UNITARIO SUELTO ARENA**

$$P. \text{ Promedio } (P_4) = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3}$$

P. vol. comp.: P1) 5.984 kg P2) 5.926 kg P3) 5.935 kg (tres lecturas)

P. Promedio : P4) 5.948 kg P5) 1.620 kg (P. Olla) P6) 4.329 kg (P4 - P5)

Vol. Olla: P7) 2.818 l

$$P_{vc} = \frac{P_6}{P_7} \times 1000$$

Pvc=  $\left( \frac{4.329}{2.818} \right) \times 1000$  P. vol. Comp.: 1536 kg/m<sup>3</sup>

**6) PESO UNITARIO COMPACTADO ARENA**

$$\text{Promedio } (P_4) = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3}$$

P. vol. comp.: P1) 6.304 kg P2) 6.368 kg P3) 6.382 kg (tres lecturas)

P. Promedio : P4) 6.351 kg P5) 1.620 kg (P. Olla) P6) 4.732 kg (P4 - P5)

Vol. Olla: P7) 2.818 l

$$P_{vs} = \frac{P_6}{P_7} \times 1000$$

Pvc=  $\left( \frac{4.732}{2.818} \right) \times 1000$  P. vol. Comp.: 1679 kg/m<sup>3</sup>



SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD - GTI  
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
 MTC E 204 - ASTM C136



**CONSORCIO VIAL  
 ECOLOGICA**

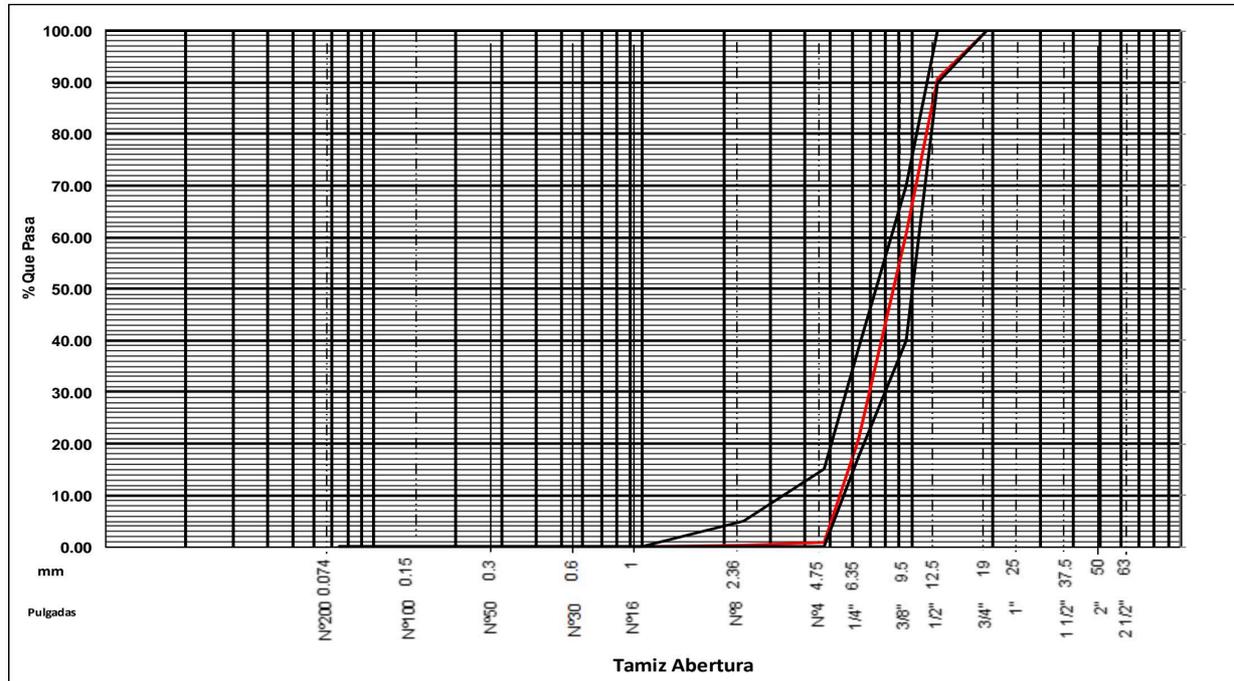
**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**

Cede Central De Laboratorio: Asociación Egresados Basadrinos Mz 470 Lte 10 Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna

<b>Cliente:</b>	CONSORCIO VIAL ECOLOGICA - INGEOL SUCURSAL DE PERU	<b>"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE MOVILIDAD URBANA EN LA AV. ECOLOGICA Y AV. MUNICIPAL TRAMO AV. HUMBOLT AV., ECOLOGICA, AV, CRNL GREGORIO ALBARRACIN DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LAMCHIPA PROVINCIA DE TACNA DEPARTAMENTO DE TACNA"</b>	<b>Código de Ensayo:</b>	GT-QC-LAB-EC-CR- 122
<b>Contratista:</b>	GROUP TERZAGHI INGENIEROS		<b>Muestra:</b>	Hnos. Valentino
<b>No de Contrato:</b>	CONTRATO DE OBRAN° 016-2021-MDCGAL		<b>Fecha:</b>	20/08/2021
<b>Ubicación:</b>	AV. ECOLOGICA - DCGAL - TACNA		<b>Fecha de ensayo:</b>	22/08/2021
<b>Clase:</b>	AGREGADO GRUESO		<b>Fecha de ensayo:</b>	TEC. BRYAN DE LA RIVA

GRANULOMETRÍA						PROPIEDADES FÍSICAS		
MALLA ASTM	MASA RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	NTP 400.037			
2 1/2 in	0	0.00	0.00	100.00	-	MODULO DE FINURA	6.38	
2 in	0	0.00	0.00	100.00	-	TAMAÑO MAX. NOM.	1/2 in	
1 1/2 in	0	0.00	0.00	100.00	-	PESO ESP. SSS	2662 kg/m <sup>3</sup>	
1 in	0	0.00	0.00	100.00	-	PESO VOL. COMPAC.	1477 kg/m <sup>3</sup>	
3/4 in	0	0.00	0.00	100.00	100	PESO VOL. SUELTO	1368 kg/m <sup>3</sup>	
1/2 in	648	9.36	9.36	90.64	90-100	% ABSORCIÓN	1.67 %	
3/8 in	2078	30.02	39.38	60.62	40-70	% HUMEDAD	0.64 %	
1/4 in	2760	39.88	79.26	20.74	-	% MALLA < # 200	0.32 %	
Nº 4	1381	19.95	99.21	0.79	0-15	HUSO	7	
Nº 8	38	0.55	99.77	0.23	0-5			
Nº 16	16	0.23	100.00	0.00	-			
Nº 30	0	0.00	100.00	0.00	-			
Nº 50	0	0.00	100.00	0.00	-			
Nº 100	0	0.00	100.00	0.00	-			
Nº 200	0	0.00	100.00	0.00	-			
<Nº 200	0	0.00	100.00	0.00	-			
<b>TOTAL:</b>	<b>6920.8</b>	<b>100.00</b>						

**GRAFICO DE GRANULOMETRIA DEL AGREGADO**



OBSERVACIONES:

---



---



---



SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD - GTI  
**PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS**



**CONSORCIO VIAL  
 ECOLOGICA**

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS**

Cede Central De Laboratorio: Asociación Egresados Basadrinos Mz 470 Lte 10 Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna

Cliente:	CONSORCIO VIAL ECOLOGICA - INGECOL SUCURSAL DE PERU	"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE MOVILIDAD URBANA EN LA AV. ECOLOGICA Y AV. MUNICIPAL TRAMO AV. HUMBOLT AV., ECOLOGICA, AV, CRNL GREGORIO ALBARRACIN DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LAMCHIPA PROVINCIA DE TACNA DEPARTAMENTO DE TACNA"	Código de Ensayo:	GT-QC-LAB-EC-CR- 122
Contratista:	GROUP TERZAGHI INGENIEROS		Muestra:	Hnos. Valentino
No de Contrato:	CONTRATO DE OBRAN° 016-2021-MDCGAL		Fecha:	20/08/2021
Ubicación:	AV. ECOLOGICA - DCGAL - TACNA		Fecha de ensayo:	22/08/2021
Clase:	AGREGADO GRUESO		Fecha de ensayo:	TEC. BRYAN DE LA RIVA

**1) PESO ESPECIFICO DE LA ARENA GRUESA**

$$P_{eAG} = \frac{P_1}{(P_1 - P_2)} \times 1000$$

$$P.s.s.s: P1 \underline{6453.0} \text{ g } P_{eAG} = \frac{(\underline{6453.0})}{[(\underline{6453.0}) - (\underline{4029.0})]} \times 1000 \text{ P. Especifico: } \underline{2662} \text{ kg/m}^3$$

P.s.s.s. sumergido: P2 4029.0 g

**2) ABSORCION**

$$Abs = \frac{(P_1 - P_2)}{P_2} \times 100$$

$$P.s.s.s: P1 \underline{6453.0} \text{ g } Abs = \frac{[(\underline{6453.0}) - (\underline{6347.0})]}{(\underline{6347.0})} \times 100 \text{ Absorción: } \underline{1.67} \%$$

P. Muestra Seca: P2 6347.0 g

**2) HUMEDAD**

$$H = \frac{(P_1 - P_2)}{P_2} \times 100$$

$$P. Muestra: P1 \underline{7500.0} \text{ g } H = \frac{[(\underline{7500.0}) - (\underline{7452.0})]}{(\underline{7452.0})} \times 100 \text{ Humedad: } \underline{0.64} \%$$

P. Muestra Seca: P2 7452.0 g

**4) % PASA #200**

$$\#200 = \frac{(P_1 - P_2)}{P_1} \times 100$$

$$P. Muestra: P1 \underline{6000.0} \text{ g } \#200 = \frac{[(\underline{6000.0}) - (\underline{5981.0})]}{(\underline{6000.0})} \times 100 \text{ Malla \#200: } \underline{0.32} \%$$

P. Muestra Seca: P2 5981.0 g

**5) PESO UNITARIO COMPACTADO**

$$P. \text{ Promedio } (P_4) = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3}$$

$$P. \text{ vol. comp.: } P1) \underline{26.245} \text{ kg } P2) \underline{26.383} \text{ kg } P3) \underline{26.227} \text{ kg } \text{ (tres lecturas)}$$

$$P. \text{ Promedio : } P4) \underline{26.285} \text{ kg } P5) \underline{5.590} \text{ kg (P. Olla) } P6) \underline{20.695} \text{ kg (P4 - P5)}$$

$$Vol. Olla: P7) \underline{14.014} \text{ l}$$

$$Pvc = \frac{P_6}{P_7} \times 1000$$

$$Pvc = \frac{(\underline{20.695})}{(\underline{14.014})} \times 1000 \text{ P. vol. Comp.: } \underline{1477} \text{ kg/m}^3$$

**6) PESO UNITARIO SUELTO**

$$Promedio (P_4) = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3}$$

$$P. \text{ vol. comp.: } P1) \underline{24.723} \text{ kg } P2) \underline{24.699} \text{ kg } P3) \underline{24.857} \text{ kg } \text{ (tres lecturas)}$$

$$P. \text{ Promedio : } P4) \underline{24.760} \text{ kg } P5) \underline{5.590} \text{ kg (P. Olla) } P6) \underline{19.169} \text{ kg (P4 - P5)}$$

$$Vol. Olla: P7) \underline{14.014} \text{ l}$$

$$Pvs = \frac{P_6}{P_7} \times 1000$$

$$Pvs = \frac{(\underline{19.169})}{(\underline{14.014})} \times 1000 \text{ P. vol. Comp.: } \underline{1368} \text{ kg/m}^3$$



# TERZAGHI GROUP INGENIEROS

INGENIERIA, CONSTRUCCION, SUPERVISION, ENSAYO DE MATERIALES Y CAPACITACION



SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD - TGI  
**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO**  
 ASTM - C39 / C39 - 21



CONSORCIO VIAL ECOLOGICA

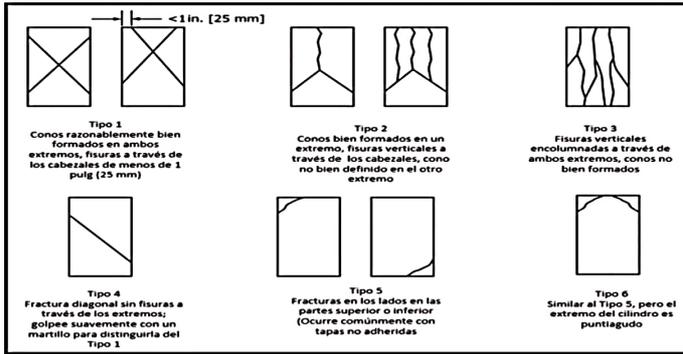
Formato : TGI-10101-QC-CRE-  
 Revisión : 0  
 Fecha : Jul. 21

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS

Cede Central De Laboratorio: Asociación Egresados Basadrinos Mz. 470 Lte 10 Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna

<b>Cliente:</b>	CONSORCIO VIAL ECOLOGICA - INGECON SUCURSAL DE PERU	<b>"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE MOVILIDAD URBANA EN LA AV. ECOLOGICA Y AV. MUNICIPAL TRAMO AV. HUMBOLT AV., ECOLOGICA, AV. CRNL GREGORIO ALBARRACIN DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA PROVINCIA DE TACNA DEPARTAMENTO DE TACNA"</b>	<b>Código de Ensayo:</b>	TGI-QC-LAB-PT-CR-
<b>Contratista:</b>	GRUPO TERZAGHI INGENIEROS		<b>Muestra:</b>	PROBETAS DE CONCRETO
<b>No de Contrato:</b>	CONTRATO DE OBRA N° 016-2021-MDCGAL		<b>Fecha:</b>	13 09 2022
<b>Ubicación:</b>	TACNA - TACNA		<b>Fecha de ensayo:</b>	20 09 2022
<b>Clase:</b>	CONCRETO		<b>Ejecucion de ensayo</b>	TEC. DE LABORATORIO

ITEM	DESCRIPCION DE MUESTRA	FECHA DE NUESTRO	FECHA DE ROTURA	EDAD DE MUESTRA EN DIAS	DIAMETRO PROMEDIO	AREA	F'c DISEÑO	CARGA EN kg	TIPO DE FALLA	RESULTADO DE ENSAYO	% DE RESISTENCIA PROMEDIO
1	TECHO DE PTAR	13 09 2022	20 09 2022	7	15.2	180.98	280 kg/cm2	39410	T 5	217.8 kg/cm2	<b>78%</b>



OBSERVACIONES

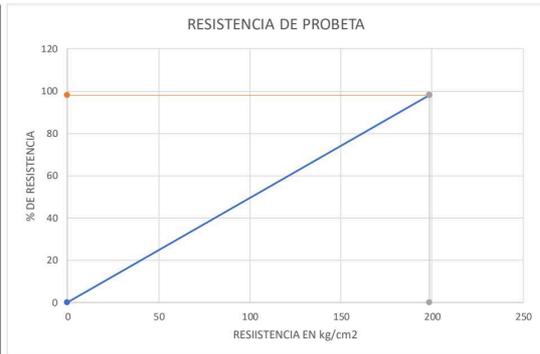
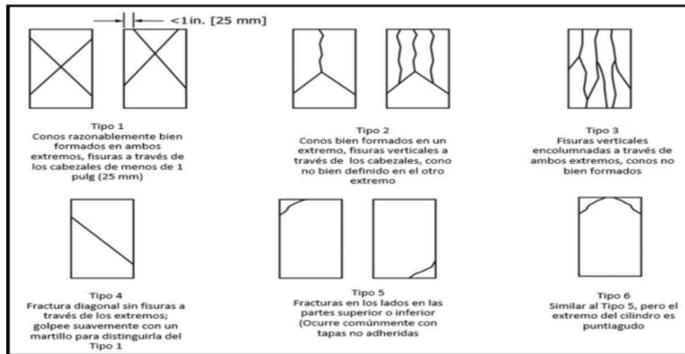
concreto premezclado

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS

Cede Central De Laboratorio: Asociación Egresados Basadinos Mz. 470 Lte 10 Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna

<b>Cliente:</b>	CONSORCIO VIAL ECOLOGICA - INGEOL SUCURSAL DE PERU	<b>"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE MOVILIDAD URBANA EN LA AV. ECOLOGICA Y AV. MUNICIPAL TRAMO AV. HUMBOLT AV., ECOLOGICA, AV. CRNL. GREGORIO ALBARRACIN DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA PROVINCIA DE TACNA DEPARTAMENTO DE TACNA"</b>	<b>Código de ensayo:</b>	TGI-QC-LAB-PT-CR-
<b>Contratista:</b>	GROUP TERZAGHI INGENIEROS		<b>Muestra:</b>	PROBETAS DE CONCRETO
<b>No de Contrato:</b>	CONTRATO DE OBRA N° 016-2021-MDCGAL		<b>Fecha:</b>	13 09 2022
<b>Ubicación:</b>	TACNA - TACNA		<b>Fecha de ensayo:</b>	4 10 2022
<b>Clase:</b>	CONCRETO		<b>Ejecucion de ensayo</b>	TEC. DE LABORATORIO

ITEM	DESCRIPCION DE MUESTRA	FECHA DE NUESTRO	FECHA DE ROTURA	EDAD DE MUESTRA EN DIAS	DIAMETRO PROMEDIO	AREA	F'c DISEÑO	CARGA EN kg	TIPO DE FALLA	RESULTADO DE ENSAYO	% DE RESISTENCIA PROMEDIO
1	TECHO DE PTAR	13 09 2022	4 10 2022	21	15.2	180.98	280 kg/cm2	49810	T 4	275.2 kg/cm2	<b>98%</b>



OBSERVACIONES

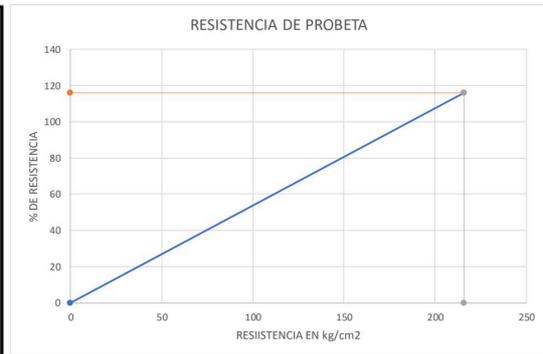
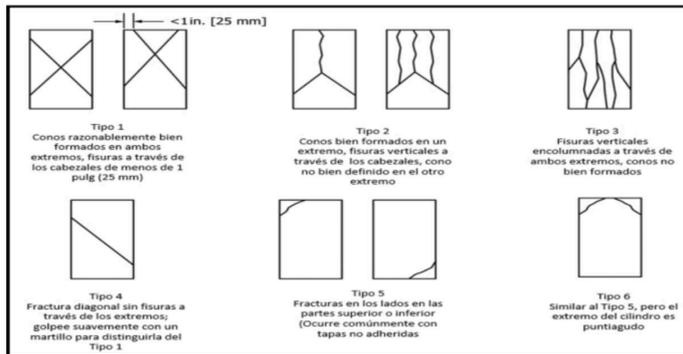
concreto premezclado

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS

Cede Central De Laboratorio: Asociación Egresados Basadinos Mz. 470 Lte 10 Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna

<b>Cliente:</b> CONSORCIO VIAL ECOLOGICA	<b>"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE MOVILIDAD URBANA EN LA AV. ECOLOGICA Y AV. MUNICIPAL TRAMO AV. HUMBOLT AV., ECOLOGICA, AV, CRNL. GREGORIO ALBARRACIN DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LAMCHIPA PROVINCIA DE TACNA DEPARTAMENTO DE TACNA "</b>	<b>Código de Ensayo:</b> TGI-QC-LAB-PT-CR
<b>Contratista:</b> GROUP TERZAGHI INGENIEROS		<b>Muestra:</b> PROBETAS DE CONCRETO
<b>No de Contrato:</b> CONTRATO DE OBRA - MDCGAL		<b>Fecha:</b> 13 09 2022
<b>Ubicación:</b> TACNA - TACNA		<b>Fecha de ensayo:</b> 23 09 2022
<b>Clase:</b> CONCRETO		<b>Ejecucion de ensayo:</b> TEC. DE LABORATORIO

ITEM	DESCRIPCION DE MUESTRA	FECHA DE NUESTRO	FECHA DE ROTURA	EDAD DE MUESTRA EN DIAS	DIAMETRO PROMEDIO	AREA	F'c DISEÑO	CARGA EN kg	TIPO DE FALLA	RESULTADO DE ENSAYO	% DE RESISTENCIA PROMEDIO
1	PTAR - TRAMO 2	13 09 2022	23 09 2022	10	10.16	81.07	280 kg/cm2	26400	T 5	325.6 kg/cm2	<b>116%</b>



OBSERVACIONES

MUESTRAS DE PROBETAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE

INSPECCION PRELIMINAR							
EXAMEN VISUAL GENERAL DE LA ESTRUCTURA							
CISTERNA DE ALMACENAMIENTO (PTAR)							
ELEMENTOS DE CONCRETO	PATOLOGIA	MEDIDAS DE PATOLOGIA	UBICACION	CARACTERISTICA DE LA PATOLOGIA	DESCRIPCION	CAUSAS	PROPUESTAS DE REPARACION
LOSA DE CIMENTACION	fisura y grietas	- 1 fisura 0.1 mm - 1 grieta de 1mm - 1 grieta de 5mm	tramo II	- respecto al largo estan entre 50cm a 80cm	se observan que estan en diagonal	- perdida de humedad - falta de curado de concreto - mala vibración	- inyeccion de resina epoxica (fisura) - aplicacion de papers (grietas)
MURO DE CONCRETO ARMADO	- 1 fisura - 4 congestiones - 2 fisuras - 1 fisura - 1 fisura - 1 congestion - 1 congestion	- 0.2 m - 0.03 m <sup>2</sup> - 0.05 mm - 0.1 mm - 0.1 mm - 0.034 m <sup>2</sup> - 0.01 m <sup>2</sup>	- muro I - muro I - muro II - muro III - muro III - muro III	- respecto a las fisuras tienen un largo desde 0.3m a 0.8m - respecto a congestiones estan con arena gruesa y una exposición de acero	se observan que estan en todas partes de los muros	- mala vibración - slump incrementado - fte muy bajo	- inyeccion de resina epoxica (fisura)  - Un puente de adherencia y luego en mortero de alta resistencia (congregacion)
VIGAS	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna	ninguna
LOSA MACIZA	fisura y congestiones	- 1 fisura de 0.1 mm - 1 congestion de 0.015m <sup>2</sup>	tramo I	- respecto al largo tiene una perdida de 0.5 cm y la congestion es por mal reglado	esta en el extremo derecho de la losa maciza	- mal reglado - mal curado - fte muy bajo - mal vibrado	- inyeccion de resina epoxica (fisura)  - Un puente de adherencia y luego un mortero de alta resistencia (congregacion)

