

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



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

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

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
DANNY GARY OMAR INFANTE MENDO**

**ASESOR:
Ing. MARCOS MENDOZA LINARES**

CAJAMARCA – PERÚ

2017

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Yolanda Marvel Mendo Pita y Trinidad Infante Chávez, por formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A MIS HERMANAS

Milenn Semiramis Infante Mendo y Milenn de los Angeles Infante Mendo, por compartir momentos significativos conmigo y ayudarme en cualquier momento.

Danny.

AGRADECIMIENTO

A DIOS

Por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en mis momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Que, por medio de la Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil me formó profesionalmente para asumir los retos de la vida cotidiana a través de sus tres pilares: la investigación, la formación y la proyección social.

AL ASESOR

Ing. Marcos Mendoza Linares, por su valiosa guía y apoyo en el asesoramiento a la realización de la misma.

***A Karina**, por tu apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera y en la realización de esta investigación, por compartir momentos de alegría, tristeza y demostrarme que siempre podré contar contigo.*

A la E.P.S SEDACAJ y al Ing. Javier Colina, por el apoyo para la realización de los ensayos de esta tesis.

A todos los familiares y amigos que con sus palabras fortalecedoras me hicieron seguir adelante en este camino del conocimiento.

Gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ANEXOS	v
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	viii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	x
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	4
2.1.1. Antecedentes internacionales	4
2.1.2. Antecedentes nacionales	5
2.1.3. Antecedentes locales	6
2.2. BASES TEORICAS	10
2.2.1. Patología de la construcción	10
2.2.2. Patología estructural según la etapa de construcción	15
2.2.3. Clasificación de las patologías según el origen del agente causante.....	18
2.2.4. Reservorios	33
2.2.5. Inspección y evaluación de estructuras.....	45
2.2.6. NORMA ACI 562	49
2.2.6.1. ¿Cuándo se requiere rehabilitación o reparación?.....	49
2.2.6.2. Pasos para la investigación estructural - rehabilitación.....	50
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	52
3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	52
3.2. UNIDAD DE INVESTIGACIÓN.....	52
3.3. PROCEDIMIENTO	52
3.3.3. Observación en campo y toma de datos	58
3.3.4. Procesamiento de datos en gabinete y análisis de datos.....	59
3.3.5. Diagnóstico.....	59
3.3.6. Intervención.....	59

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN	59
3.4.1. Técnicas.....	59
3.4.2. Instrumentos de recolección.....	69
CAPÍTULO IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	70
4.1. ANÁLISIS DEL PROCESO.....	70
4.2. EVALUACIÓN Y CHEQUEO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA ESTRUCTURA DEL RESERVORIO R4 DE CONCRETO ARMADO.....	70
4.2.1. Objetivo	70
4.2.2. Discusión de las patologías encontradas	78
4.2.3. Alternativa de solución	78
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	97
5.1. CONCLUSIONES.....	97
5.2. RECOMENDACIONES	98
BIBLIOGRAFÍA	99
ANEXOS	
ANEXO 1. PANEL FOTOGRÁFICO	
ANEXO 2. ENSAYO DE SUELOS	
ANEXO 3. ENSAYOS CON ESCLERÓMETRO	
ANEXO 4. PLANOS	

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1. Inspección en losa de fondo.	71
Cuadro N° 2. Inspección pared del reservorio.	72
Cuadro N° 3. Inspección en la pared externa del reservorio.	73
Cuadro N° 4. Inspección en la cúpula del reservorio.	74
Cuadro N° 5. Inspección en el muro de contención – Gavión.	75
Cuadro N° 6. Resumen de las patologías encontradas en el reservorio.	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01. Tabla de cortantes y momentos.	89
Tabla N° 02. Tabla de cálculo de acero.	90
Tabla N° 03. Acero de Repartición y Temperatura.	90
Tabla N° 04. Especificaciones técnicas de la geomembrana HDPE.	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Similitud de patología con la ciencia médica.	11
Figura N° 2. Etapas de las patologías en concreto estructural.	13
Figura N° 3. Patologías durante las etapas de construcción.	18
Figura N° 4. Fisuras en losas por esfuerzos de flexión.	22
Figura N° 5. Fisuración longitudinal por compresión.	22
Figura N° 6. Fisuras por cortante.	23
Figura N° 7. Fisuras distribuidas aleatoriamente en la cara superior de la losa debido a la retracción plástica del concreto.	25
Figura N° 8. Fisuras paralelas en la cara superior de la losa debido a la retracción plástica del concreto.	25
Figura N° 9. Fisuración transversal en losas debido a la retracción hidráulica del concreto.	26
Figura N° 10. Fisuración en mapa.	27
Figura N° 11. Fisuración en estrella por ataque químico árido – álcali.	29
Figura N° 12. Fisuración de distribución aleatoria por ataque químico de sulfatos.	30
Figura N° 13. Factores de masa impulsiva y convectiva, vs D/HI, para reservorios circulares, ACI 350.0-01.	35
Figura N° 14. Masas y alturas en un reservorio circular.	36
Figura N° 15. Factores de altura impulsiva y convectiva, vs D/HI para reservorios circulares, ACI 350.0-01.	37

Figura N° 16. Nidos de grava.	41
Figura N° 17. Manchas de óxido.	41
Figura N° 18. Fisuración generalizada.	42
Figura N° 19. Fisuración vertical generalizada en la coronación.	42
Figura N° 20. Fisuración vertical generalizada.	43
Figura N° 21. Fisuras en la base.	43
Figura N° 22. Fisuras horizontales cerca del pie.	44
Figura N° 23. Fisuras verticales cerca de la base.	44
Figura N° 24. Fisuras en el lomo de la coronación.	45
Figura N° 25. Concepción estructural del reservorio R4.	53
Figura N° 26. Anillo de cimentación del reservorio.	55
Figura N° 27. Detalle de armado de acero en el anillo de cimentación – Losa de fondo.	55
Figura N° 28. Losa de piso o de fondo de 20 cm.	56
Figura N° 29. Pared reservorio R4 de 35 cm.	57
Figura N° 30. Cúpula del tanque.	58
Figura N° 31. Reservorio R4 modelado en el programa SAP 2000.	80
Figura N° 32. Creación de cargas en SAP 2000.	81
Figura N° 33. Espectro de respuesta para sismo dinámico SAP 2000.	81
Figura N° 34. Creación de combinaciones de carga en SAP 2000.	82
Figura N° 35. Masa impulsiva y convectiva en el reservorio R4.	83
Figura N° 36. Diagrama de cortantes en la losa de fondo a diseñar.	83
Figura N° 37. Diagrama de momentos actuantes en la losa de fondo a diseñar.	84
Figura N° 38. Deformaciones de la losa de fondo.	85
Figura N° 39. Fuerzas máximas actuantes en las paredes del reservorio.	86
Figura N° 40. Momentos máximos actuantes en las paredes del reservorio.	86
Figura N° 41. Dimensiones del reservorio y fuerzas actuantes.	87
Figura N° 42. Diagrama de momentos actuantes en la losa de fondo.	87
Figura N° 43. Diagrama de momentos actuantes en para diseño de acero.	88
Figura N° 44. Diagrama para el cálculo de reacciones.	88
Figura N° 45. Distribución de aceros en losa de fondo.	91
Figura N° 46. Ensayo no destructivo, campana de vacío.	93
Figura N° 47. Ensayo destructivo, desgarre.	93

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1. Estructura colapsada del reservorio Huayrapongo.	8
Fotografía N° 2. Pared colapsada del reservorio.	8
Fotografía N° 3. Pared dañada por colapso.	9
Fotografía N° 4. Deficiencias en la cimentación del reservorio.	9
Fotografía N° 5. Fallas en el acero de pared.	10
Fotografía N° 6. Reservorio R4, ubicado en el barrio Santa Elena.	52
Fotografía N° 7. Fisuras considerables mayores a 0.1 mm en la losa de fondo.	60
Fotografía N° 9. Levantamiento de la losa de fondo por apertura de la junta.	61
Fotografía N° 10. Levantamiento de la losa de fondo y descascaramiento del sello de poliuretano.	62
Fotografía N° 11. Resanes en la losa de fondo.	62
Fotografía N° 12. Detalle de la junta y del sello elástico de poliuretano losa pared.	63
Fotografía N° 13. Fisuras en la pared del reservorio y oxidación.	64
Fotografía N° 14. Vista del gavión colapsado en el año 2007, por empuje del terreno.	65
Fotografía N° 15. Deformación del gavión por empuje del terreno en el año 2007.	65
Fotografía N° 16. Deslizamiento del terreno, en la parte superior del gavión, año 2007.	66
Fotografía N° 17. Reparación del muro de contención, año 2007.	67
Fotografía N° 18. Muro reparado, año 2007.	67
Fotografía N° 19. Vista del muro en la actualidad.	68
Fotografía N° 20. Estado del muro en la actualidad.	68

RESUMEN

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

Palabras Claves: Patologías, reservorio, causas, reparación, Cajamarca.

ABSTRACT

Concrete is a material that by its very composition, is prone to suffer pathologies that can affect the operation and safety of the structure, the reservoir R4, is a water storage structure that has these pathologies, which have greatly affected To the reservoir that is now inoperative, which means that part of the population of Cajamarca, specifically the sector of Mollepampa, has serious problems of water supply, since the quantity and quality of the water is not adequate. This is why the objective is to determine the causes of the R4 reservoir pathologies, followed by a sequence that began from the collection of verbal and written information that may exist, the visit to the reservoir R4, observation of the state and Data collection, for the identification and evaluation of the lesions found and finally to propose a possible solution of repair, which again allows the operation of the reservoir R4. It was found that the main pathology of the reservoir R4, is in the bottom slab, by the cut that has been made in it for a joint that separates it from the wall, and the soil that is mainly composed of clays with gravel, in addition Small cracks were found in the wall and in the slab that do not represent a problem of great magnitude, since according to the tests with sclerometer the concrete has a suitable resistance greater than the one of its design; The peeling of the exterior paint of the dome and the wall represents an aesthetic problem. Accordingly, a possible solution was proposed, consisting of the construction of a slab anchored in the front slab and internally coating the reservoir with geomembrane to avoid Filtrations to the outside.

Key Words: Pathologies, reservoir, causes, repair, Cajamarca.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En toda construcción siempre existen patologías, algunas leves y otras de mayor consideración, y por mucho que la tecnología esté avanzada, aún no se pueden controlar totalmente este tipo de problemas, la patología estructural, es la ciencia de la ingeniería que estudia las lesiones que se presentan en las construcciones, y trata de identificar la causa y el origen, buscando así una solución y al mismo tiempo poder prevenir futuras construcciones.

Se estudiaron las patologías en el reservorios R4, ya que es una estructura de gran importancia y de ella depende el abastecimiento de un sector de la ciudad, el sector Mollepampa, el cual tiene escasez de agua debido a que la ciudad de Cajamarca ha tenido un crecimiento exponencial en las últimas décadas, con lo cual la demanda de agua ha aumentado considerablemente, y en algunos de los asentamientos, como el sector Mollepampa, solo se tiene agua por unas horas, por lo que la gente tiene que almacenar el agua en depósitos, lo cual no es saludable y puede ser un foco de enfermedades para la población.

El reservorio R4 se encuentra actualmente inoperativo, debido a lesiones, las cuales producen filtraciones de agua hacia el exterior, la investigación, identificó, analizó y evaluó las patologías estructurales del reservorio R4, ubicado en el barrio Santa Elena, a través de la recopilación de información verbal y escrita, la visita al reservorio R4, para observar y tomar datos de las lesiones, luego evaluarlas en gabinete para identificar las causas y el origen de las patologías, con lo cual se pueda plantear una posible reparación para lograr nuevamente su operatividad.

Una dificultad fue el ingreso al reservorio y la realización de ensayos, ya que es una estructura de importancia, la cual tiene problemas legales, pero se obtuvo el permiso de Sedacaj, a través de la facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, con lo cual se pudo realizar finalmente el análisis patológico.

El contenido de la tesis, está organizado en cinco capítulos, distribuidos de la siguiente manera:

CAPÍTULO I. Corresponde a la introducción de la investigación, donde se presenta el contexto, formulación del problema, la justificación, hipótesis y los objetivos tanto generales como específicos.

CAPÍTULO II. Indica el marco teórico de la investigación, en el cual se describe los antecedentes de investigaciones relacionadas con el tema y las bases teóricas.

CAPÍTULO III. Se exponen los materiales y métodos usados, el cual comprende: el procedimiento, tratamiento y análisis de datos y finalmente la presentación de los resultados encontrados en el desarrollo de la investigación.

CAPÍTULO IV. Se configuran el análisis y discusión de resultados del trabajo de investigación, siguiendo la secuencia de los objetivos planteados.

CAPÍTULO V. Se establecen las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación de acuerdo a los resultados encontrados.

Justificación de la Investigación

El reservorio R4, es una estructura de vital importancia para el abastecimiento de agua potable en el sector Mollepampa, este reservorio se encuentra inoperativo desde el año 2014, debido a filtraciones de agua hacia el exterior. Dada la gran expansión de la ciudad de Cajamarca, debido al incremento exponencial de la población en los últimos años, es muy difícil el abastecimiento de agua en la cantidad necesaria a estos nuevos asentamientos, por lo que la gente guarda el agua en envases, lo cual no es saludable y puede convertirse en un foco de enfermedades.

Se plantea la evaluación patológica del reservorio R4, para identificar las causas y origen de las patologías que han lesionado la estructura, para poder proponer una posible solución de reparación, con lo cual se pueda poner nuevamente operativo este reservorio, lo cual aliviaría en cantidad y calidad el agua para el abastecimiento de la población del sector de Mollepampa.

Esta investigación servirá de base para futuras investigaciones e ingenieros constructores, ya que identificará el origen y las causas de las fallas encontradas, y la manera de prevenirlas.

Formulación del Problema

¿Cuáles han sido las causas de las patologías en el reservorio de concreto armado R4 de la ciudad de Cajamarca?

Hipótesis

Las patologías en el reservorio R4 son debidas a errores en el diseño estructural, deficiencias en el proceso constructivo, uso inadecuado y falta de mantenimiento.

Objetivos

- Objetivo General

Identificar las causas de las patologías en el reservorio de concreto armado R4 de la ciudad de Cajamarca.

- Objetivos Específicos

Identificar si las fallas son causadas por deficiencias en el diseño estructural.

Identificar si las fallas son causadas por deficiencias durante el proceso constructivo y por la utilización de malos materiales.

Identificar si las fallas son causadas por uso inadecuado de la estructura o por falta de mantenimiento.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS

No se encontró ningún antecedente relacionado con el tema de investigación de patologías en reservorios, pero cabe indicar estudios realizados respecto a patologías en estructuras de concreto armado.

2.1.1. Antecedentes internacionales

Treviño EL, “Patología de las estructuras de concreto reforzado, reflexiones y recomendaciones”, Universidad Autónoma de Nuevo León, Escuela de Post Grado especialidad Ingeniería Estructural, México, 1998. En este trabajo se enfatiza la importancia de incluir los conceptos de la vida útil y durabilidad en el proceso de diseño estructural para lo cual considera indispensable englobar, dentro de las solicitaciones no solo las cargas y deformaciones sino también la interacción de la estructura con el medio ambiente en donde va prestar servicios, estos se identifican con el nombre de agresiones de las cuales derivan las patologías y fallas estructurales, las conclusiones más importantes que se derivan de este estudio son:

- Los factores que afectan el desempeño y la durabilidad de las estructuras de concreto reforzado son tanto intrínsecos como extrínsecos, el conocimiento y comprensión de los fenómenos físicos y químicos, asociados al comportamiento mecánico y a la interacción de la estructura global y de los materiales con el medio ambiente, incluyendo los efectos de la forma y de los detalles, constituyen el mejor fundamento para el logro de estructuras seguras y durables.
- Las estructuras de concreto que hayan sido adecuadamente diseñadas y adecuadamente construidas y que presten' servicio bajo condiciones normales de exposición y uso requerirán solamente un mínimo de mantenimiento. Sin embargo, es un error craso suponer que serán exentas de mantenimiento, un programa de inspección y mantenimiento periódicos es esencial para todas las estructuras.
- Los problemas patológicos de las construcciones son originados por la comisión de errores. Los errores pueden cometerse en cualquiera de las etapas de la vida de una estructura: planeación, diseño, ejecución de obra y uso u operación. La

única forma efectiva para reducir tanto la cantidad como la gravedad de los posibles errores, y por lo tanto de los problemas patológicos, es mediante la educación, adiestramiento, experiencia y esmero de la totalidad de los profesionales y técnicos en la realización de las actividades que les correspondan.

Avendaño E, “Detección, tratamiento y prevención de patologías en sistemas de concreto estructural utilizados en infraestructura industriales”, Universidad de Costa Rica, Escuela de Post Grado especialidad Ingeniería Civil, Costa Rica, 2006. En este estudio se propone un procedimiento para la detección, tratamiento y prevención de patologías, en estructuras de concreto armado para infraestructura industrial, se plantea el desarrollo en dos etapas, la primera en la detección y el tratamiento y luego la prevención de las patologías.

- El profesional debe tener en cuenta que la estructura interactúa con el medio ambiente circundante, por lo que el diseño no solo debe considerar aspectos de resistencia estructural; debe conocer que existen acciones químicas, físicas, mecánicas y biológicas que se deben contemplar.
- El concreto sufre patologías provocadas por agentes que forman parte de su composición. Las patologías producidas por agentes internos son: reacción álcali – agregado (RAA), formación de etringita diferida (FED) y contracción por secado.
- Las patologías del concreto tienen su origen no solamente en la etapa de operación, además pueden generarse en la etapa de diseño y construcción de la obra.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Cisneros J, “Metodología de análisis preliminar de estructuras de concreto a través de sus patologías en el Lt. 31 Mz. 9 P.J. Miraflores Tercera Zona – Chimbote – Santa – Áncash”, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería, Áncash, 2013. En su estudio hizo un análisis comparativo entre la metodología propuesta por (Pérez, 2008) sobre evaluación estructural de estructuras de concreto armado y el método de análisis no lineal “Pushover” con el programa Etabs, para observar si existe alguna relación entre estos 2

ensayos, las conclusiones más importantes que se derivan de este estudio son las siguientes:

- La metodología de análisis patológico de estructuras simplificado propuesto por Pérez, dio como resultado que la estructura se encuentra en una situación de riesgo ante un evento sísmico.
- La metodología de análisis patológico de estructuras simplificado propuesto por Perez, probó ser una herramienta muy útil para hacer un examen preliminar de la estructura, ya que al ser comparada con los resultados del análisis pushover evidencia relación, ya que en ambos se observa que es necesario reforzar la estructura.

Cerna M y Galicia W, “Vida útil en estructuras de concreto armado desde el punto de vista del comportamiento del material”, Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, La Libertad, 2010. Su estudio se orienta al estudio de las edificaciones de Concreto Armado, teniendo como punto de análisis el comportamiento del material, en aspecto de corrosión. Las conclusiones más importantes que se derivan de este estudio son las siguientes:

- Los efectos de la corrosión sobre el acero de refuerzo consisten en la pérdida de la sección y disminución de su resistencia mecánica.
- Los efectos de la corrosión sobre el concreto consisten en manchas, grietas y desprendimientos o deslaminaciones en la superficie.
- En las situaciones en las que la corrosión compromete la durabilidad de una estructura, el estado actual del conocimiento, permite su diagnóstico y la aplicación de métodos eficaces de prevención, corrección, reparación, rehabilitación y control.

2.1.3. Antecedentes locales

Martos DA, “Estudio de las patologías de muros más comunes en edificaciones de ladrillo de dos niveles, zona de Lucmacucho, parte baja, Cajamarca”, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, 2013. En su estudio identifica las patologías de los muros de las edificaciones, de dos niveles

de la parte baja de Lucmacucho, las cuales son analizadas y se concluye que las causas de las patologías son causadas por el tipo de suelo de la zona.

Rodríguez A, “Evaluación de patologías de estructuras de concreto armado en instituciones educativas del sector 1 de la ciudad de Cajamarca”, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, 2013. En esta investigación evalúa las patologías que se presentan en las instituciones educativas del sector 1, observa el resultado, síntoma, evolución, origen y causa, propone las posibles intervenciones y establece una metodología de inspección técnica de edificios. Las conclusiones más importantes que se derivan de este estudio son las siguientes:

- Los materiales de construcción tienen una incidencia relativamente baja en la producción de fallas, debido a que estos cumplen con un control de calidad del fabricante.
- Las patologías en los edificios de las instituciones educativas, se producen con mayor incidencia en la etapa de Ejecución del Proyecto.
- Las patologías en los edificios de las instituciones educativas, se producen con menor incidencia en la etapa de Uso y Mantenimiento.
- El muro de concreto es el elemento estructural que presenta una incidencia alta en la producción de fallos.

Reservorio Huayrapongo, ubicado en la localidad de Huayrapongo, distrito de Baños del Inca, provincia de Cajamarca, departamento de Cajamarca, 2011.

Este reservorio de concreto armado con capacidad de 420 m³, colapsó el 14 de enero del 2011, destruyendo tres viviendas y afectando a otras dos. Este suceso dejó dos personas fallecidas y 13 personas damnificadas.

El colapso de este reservorio se debió a deficiencias estructurales en el diseño y proceso constructivo, inadecuados empalmes de aceros entre losa inferior y muros laterales, fueron las principales causas del colapso, a continuación, se muestran fotografías del reservorio:



Fotografía N° 1. Estructura colapsada del reservorio Huayrapongo.

Fuente: Propia.



Fotografía N° 2. Pared colapsada del reservorio.

Fuente: Propia.



Fotografía N° 3. Pared dañada por colapso.

Fuente: Propia.



Fotografía N° 4. Deficiencias en la cimentación del reservorio.

Fuente: Propia.



Fotografía N° 5. Fallas en el acero de pared.

Fuente: Propia, septiembre 2016.

2.2. BASES TEORICAS

2.2.1. Patología de la construcción

A. Patología

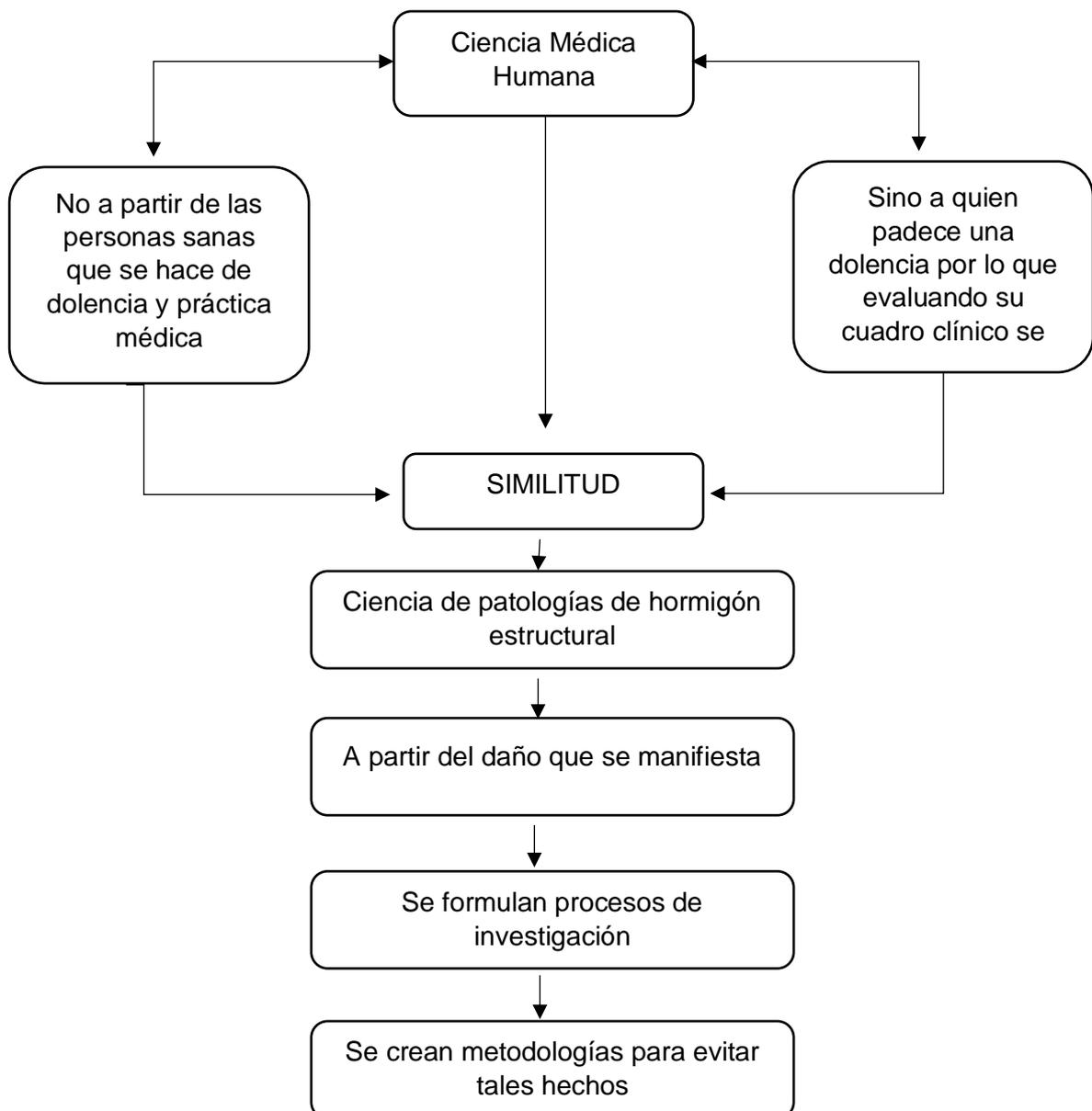
Broto (2005), la palabra patología, etimológicamente hablando procede de las raíces griegas phatos y logos, y se podría definir en términos generales, como el estudio de las enfermedades. Por extensión la patología constructiva de la edificación es la ciencia que estudia los problemas constructivos que aparecen en el edificio o en alguna de sus unidades con posterioridad a su ejecución. La Patología Estructural se define como la disciplina de la Ingeniería Forense que detecta, trata y previene las patologías o daños que se presentan o se podrían presentar en los sistemas de concreto.

Pérez (2008), define la patología como el estudio del comportamiento de las estructuras cuando presentan evidencias de fallas o comportamiento defectuoso, investigando sus causas y planteando medidas correctivas para recuperar las condiciones de seguridad en el funcionamiento de la estructura.

Calavera (2005), define la patología como el tratamiento sistemático de los defectos de las construcciones, sus causas, sus consecuencias, y sus remedios.

Herrera (2003), define la patología del hormigón como la ciencia dedicada al estudio sistemático y ordenado de los daños que se presentan en las edificaciones, analizando el origen y las causas a consecuencia de ellas para que mediante la formulación de procesos generen medidas correctivas.

Figura N° 1. Similitud de patología con la ciencia médica.



Fuente: Adaptado de A. Rodríguez, "Evaluación de patologías de estructuras de concreto armado", 2013.

B. Lesiones

Las lesiones son cada una de las manifestaciones de un problema constructivo, es decir el síntoma final del proceso patológico.

Es de primordial importancia conocer la tipología de las lesiones porque es el punto de partida de todo estudio patológico, y de su identificación depende la elección correcta del tratamiento.

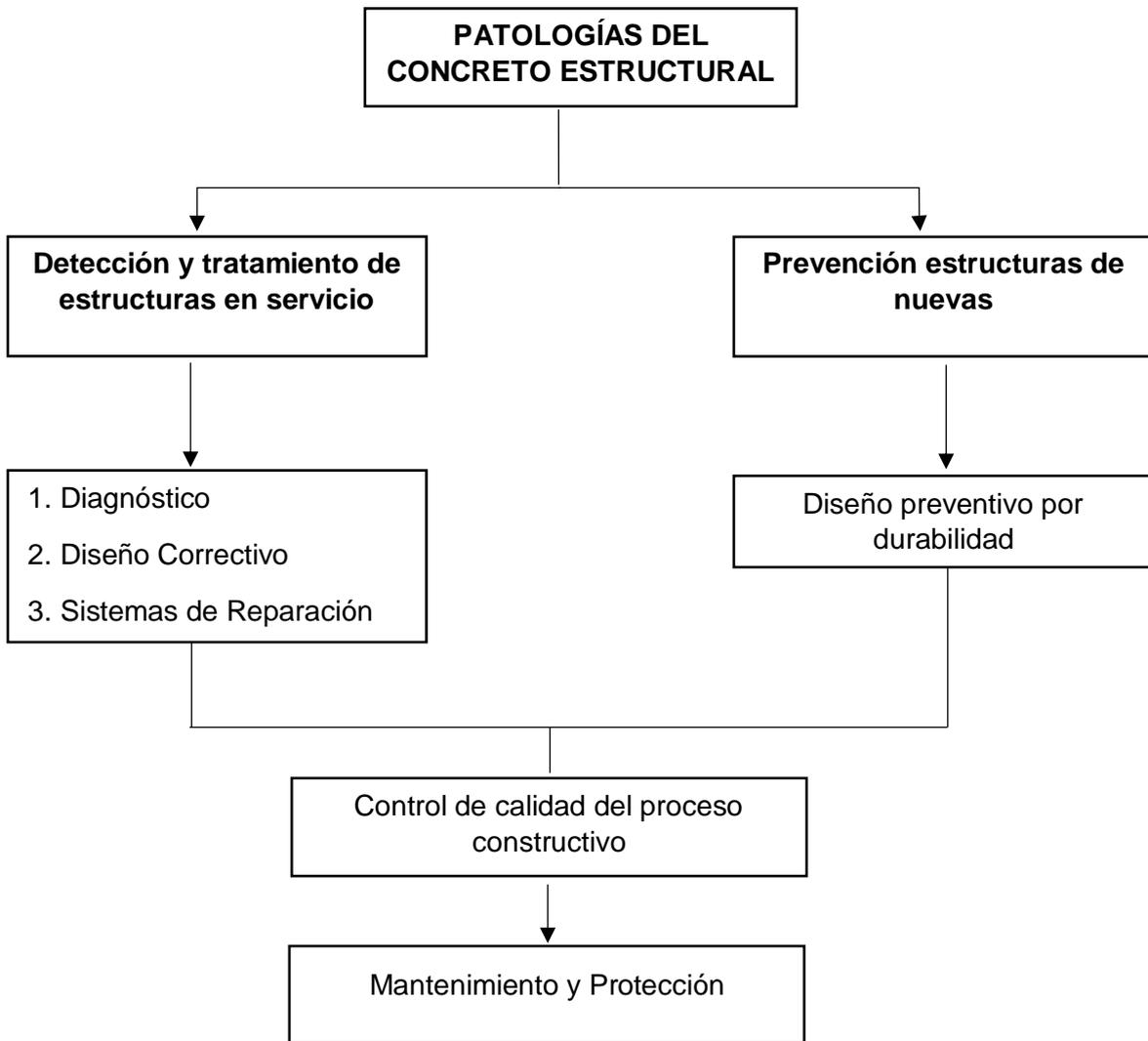
En muchas ocasiones las lesiones pueden ser origen de otras y no suelen aparecer aisladas sino confundidas entre sí. Por ello conviene hacer una distinción y aislar en primer lugar las diferentes lesiones. La lesión primaria es a que surge en primer lugar y la lesión o lesiones que aparecen como consecuencia de esta se denominan lesiones secundarias.

C. Etapas de la patología

En las estructuras en servicio, el estudio comienza con la detección de las causas y consecuencias del deterioro (diagnóstico), luego se realiza un diseño correctivo tomando en cuenta los requisitos de durabilidad y por último se establecen los procesos de reparación, control de calidad y mantenimiento de la reparación.

En el caso de estructuras nuevas, la Patología Estructural establece recomendaciones y especificaciones de diseño preventivo por durabilidad, control de calidad durante el proceso constructivo y protección de los elementos después de construidos.

Figura N° 2. Etapas de las patologías en concreto estructural.



Fuente: Adaptado de Avendaño E., "Detección, tratamiento y prevención de patologías en sistemas de concreto estructural", 2006.

D. Causas de las patologías

Las causas posibles son muy variadas dentro del proceso patológico, y estas causas no son únicas en cada proceso patológico, siempre las encontraremos actuando conjuntamente unas directas y otras indirectas.

D.1. Causas directas de las lesiones

Las causas directas son las acciones que ponen en marcha los procesos patológicos iniciando la degradación de los materiales, se pueden dividir en:

Causas mecánicas

Son las acciones no previstas, es decir un esfuerzo mecánico superior al que es capaz de resistir un elemento estructural. Las acciones mecánicas que originan la alteración y deterioro de los materiales incluyen movimientos, deterioros y rupturas originados por:

- Cargas externas directas
- Cargas indirectas
- Cargas reológicas

Causas físicas

Las causas físicas son los agentes atmosféricos que inciden sobre los sistemas estructurales.

Causas químicas

Las causas químicas se producen por reacciones químicas que suceden en los materiales debido a su naturaleza y composición.

Lesiones previas

En ocasiones la causa directa de una lesión es una lesión anterior, como por ejemplo las deformaciones suelen ser la causa directa de desprendimientos, fisuras, grietas; y estas a su vez son la causa directa de erosiones físicas, desprendimientos y humedades que, a su vez provocan eflorescencias corrosiones y desprendimientos.

D.2. Causas indirectas de las lesiones

Son causas indirectas cuando las lesiones son originadas por errores y defectos de diseño o ejecución.

De proyecto

La errónea elección del material o falta de definición que conlleva un pliego de condiciones defectuoso o incompleto; la técnica y sistema constructivo inadecuado tanto en la elección del material, como en la definición de la función que debe

cumplir un elemento constructivo, el diseño defectuoso de estos elementos, falta de estudios, producirán a la larga filtraciones, desplazamientos, grietas.

De ejecución

Son aquellos factores que proceden de errores en la ejecución de los elementos constructivos, suelen ser por el incumplimiento de las condiciones técnicas (especificaciones, normativas), mano de obra no calificada, falta de control y supervisión.

De material

Son los factores que proceden de errores durante la fabricación de un material determinado y que producen la pérdida de las características correctas de dicho material.

De mantenimiento

Son factores inherentes al mal uso de una edificación, por falta de mantenimiento apropiado o porque el sistema estructural realiza funciones para las que no ha sido diseñado. En este tipo de causas es muy importante que el usuario tenga conciencia de que un correcto uso del sistema estructural alargará su vida útil.

2.2.2. Patología estructural según la etapa de construcción

A. Patologías durante la etapa de diseño

El diseño de cualquier estructura, no sólo debe contemplar las consideraciones mecánicas de resistencia, sino también las condiciones ambientales que rodean a la estructura.

En la actualidad, por el avance en las normas y en los métodos e instrumentos de cálculo estructural, se tiende a optimizar los recursos disponibles para la construcción (materiales), logrando estructuras más eficientes con un adecuado comportamiento estructural, pero en algunos casos más vulnerables a sufrir problemas de durabilidad.

Dentro de las principales razones por las que se originan patologías durante la etapa de diseño se tienen las siguientes:

- Dejar de considerar las condiciones ambientales y de servicio que soportará la estructura.
- No contar con el acero necesario para controlar la retracción por temperatura, ya que el concreto es un material que cuenta con baja resistencia a la tensión y se fisura fácilmente.
- Omitir o diseñar inadecuadamente sistemas de drenaje que disminuyan o eviten el contacto entre el agua u otros fluidos con el concreto. Se deben reducir o evitar los ciclos de humedecimiento y secado.
- Omitir en los planos constructivos o en los documentos de especificaciones técnicas, las indicaciones de resistencia y las características requeridas de los materiales, tales como las características del concreto, del acero, los recubrimientos y sistemas de tratamiento o protección superficial.
- Realizar un diseño de mezcla de concreto sin tomar en cuenta los requerimientos de durabilidad para la exposición y el uso que va a sufrir el elemento estructural.
- Dimensionar inadecuadamente los elementos, con una deficiente distribución del acero de refuerzo, recubrimientos insuficientes y no revisar las deformaciones del modelo estructural.
- Omitir detalles claros y específicos en los planos constructivos sobre aspectos críticos de durabilidad, como los recubrimientos y la distribución del acero de refuerzo.

B. Patologías durante la etapa de construcción

El proceso constructivo debe generar un producto totalmente apegado a los planos y a las especificaciones de diseño. Las obras tienen un tiempo definido para ejecutarse, por lo que los métodos constructivos han mejorado su eficiencia por medio de la industrialización de la construcción, el uso de tecnología y estrictos controles de calidad.

A pesar de la industrialización y la mejora en procesos, es importante destacar que la mano de obra, sigue siendo el principal recurso de la construcción y como cualquier labor humana, es propensa a incurrir en errores.

Dentro de las principales razones por las que se producen patologías durante la etapa de construcción se encuentran las siguientes:

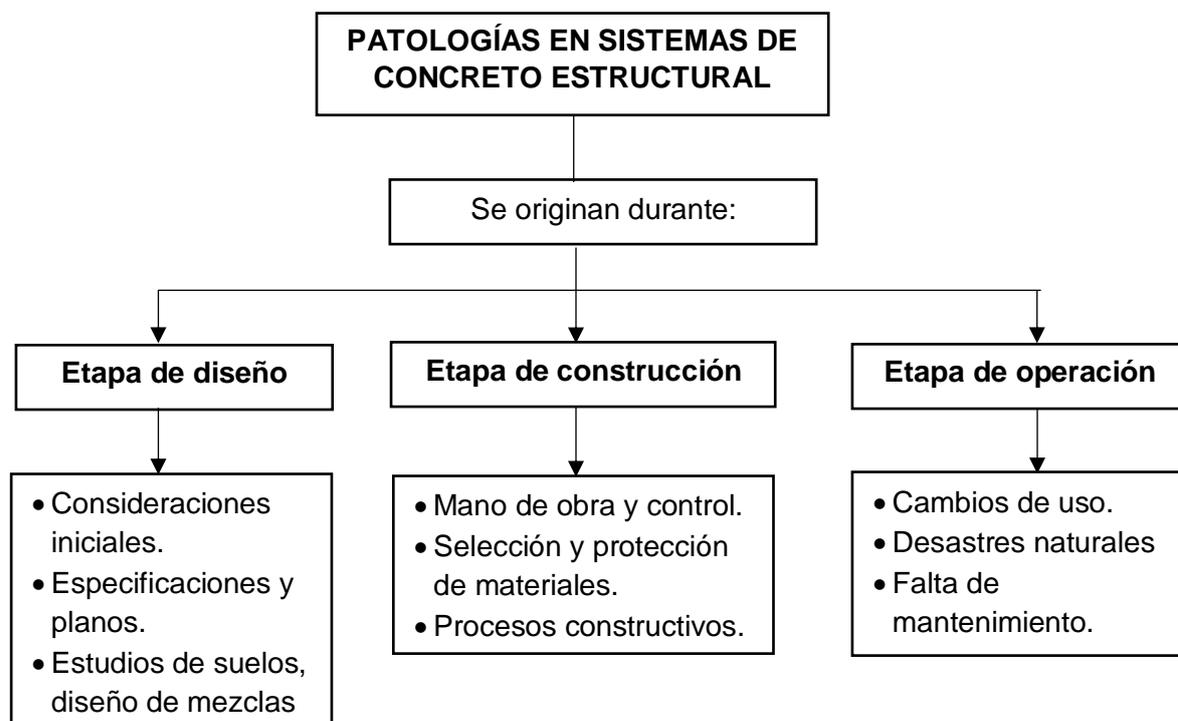
- Dosificar inadecuadamente la mezcla de concreto en sitio: adicionar agua, cemento y aditivos sin control o utilizar agregados de tamaño equivocado y pureza cuestionable.
- No comprobar en obra la resistencia del suelo con ensayos y comprobarlos con los estudios de mecánica de suelos.
- Omitir el control en la calidad de los ingredientes de la mezcla.
- Omitir el control en la calidad del concreto en sitio, al no realizar pruebas de revenimiento, verificación de los agregados y la preparación de cilindros para ensayos de resistencia en laboratorio.
- Emplear malas prácticas de colocación y compactación del concreto.
- Construir inadecuadamente las juntas de contracción.
- Omitir las tareas de protección y aplicar prácticas de curado del concreto inapropiadas.
- Omitir el control de resistencia del acero de refuerzo.
- Cometer errores en la colocación y el retiro prematuro de los encofrados.
- Omitir la colocación en la posición adecuada del acero de refuerzo antes del colado, irrespetando el recubrimiento y separación mínimos.
- No respetar las especificaciones y el diseño, por la inadecuada interpretación de los planos, cambiando el comportamiento de la estructura.
- Ejecutar inadecuadamente los procedimientos de montaje de elementos, que induzcan deformaciones, impactos y vibraciones no previstas.
- Cargar la estructura prematuramente, cuando los elementos aún no han desarrollado la resistencia para soportar las cargas impuestas.
- Picar elementos para introducir tuberías de instalaciones electromecánica, sin respetar los planos de diseño.

C. Patologías durante el período de operación

Las patologías producidas durante la etapa de operación generalmente se presentan por las siguientes circunstancias:

- Desastres naturales o accidentes: entre los desastres que provocan más daño a una obra civil se encuentran: explosiones, choques o impactos, inundaciones, terremotos y huracanes.
- Falta de mantenimiento: no se establece un manual con procedimientos de mantenimiento y protección, con base en las condiciones de operación de la estructura. El mantenimiento es necesario para impedir el deterioro y conservar las condiciones originales de desempeño por resistencia y durabilidad.

Figura N° 3. Patologías durante las etapas de construcción.



Fuente: Adaptado de Avendaño E., "Detección, tratamiento y prevención de patologías en sistemas de concreto estructural", 2006.

2.2.3. Clasificación de las patologías según el origen del agente causante

El concreto es un material que interactúa con el medio ambiente. Dependiendo de sus características de permeabilidad y porosidad, y de la agresividad del medio que

rodea a la estructura, pueden ocurrir procesos de deterioro de carácter químico, mecánico, físico y biológico.

El microclima o medio ambiente inmediato que rodea a la estructura se caracteriza por las condiciones de humedad, de temperatura, de presión y la presencia de agentes agresivos.

Los agentes agresivos en los casos de los ataques químicos y biológicos están constituidos por sustancias, generalmente en estado líquido o gaseoso.

En los casos de deterioros del tipo mecánico y físico, las causas pueden ser debidas a sobrecargas, impactos y cambios de temperatura y de humedad.

La penetración, la velocidad del deterioro o los efectos de un agente agresivo, depende tanto del concreto y microclima, como de los mecanismos de transporte e interacción que se dan en el sitio. Entre los mecanismos de transporte de sustancias agresivas, se tiene: el transporte por aire cargado de humedad, por agua de lluvia, salpicaduras y por inmersión.

A. Físicas

Son las que producen lesiones físicas, y a causa de fenómenos físicos como heladas, condensaciones, etc. Y su evolución depende de estos fenómenos físicos, las más comunes son:

a. Humedad

Se produce cuando hay una presencia de agua en un porcentaje mayor al considerado como normal en un material o elemento constructivo.

La humedad puede llegar a producir variaciones de las características físicas de dicho material, se pueden distinguir cinco tipos distintos de humedad:

- **Humedad de obra.** Es la generada durante el proceso constructivo.
- **Humedad capilar.** Es el agua que procede del suelo y asciende por los elementos verticales.
- **Humedad de filtración.** Es la procedente del exterior y que penetra en el interior.

- **Humedad accidental.** Es la producida por la rotura de conducciones y tuberías y suele provocar focos muy puntuales de humedad.
- **Humedad de condensación.** Es la producida por la condensación del vapor de agua desde los ambientes con mayor presión de vapor.

b. Erosión

Es la pérdida o transformación superficial de un material, y puede ser total o parcial, se divide en las siguientes:

- **Erosión atmosférica.** Es la producida por la acción física de los agentes atmosféricos. Generalmente se trata de la meteorización de materiales pétreos provocada por la succión de agua de lluvia que, si va acompañada por posteriores heladas y su consecuente dilatación, rompe láminas superficiales del material constructivo.

c. Suciedad

Es el depósito de partículas en suspensión sobre la superficie de las fachadas, se pueden distinguir dos tipos diferentes de suciedad:

- **Ensuciamiento por depósito.** Es producido por la acción de la gravedad sobre las partículas en suspensión de la atmosfera.
- **Ensuciamiento por lavado diferencial.** Es el producido por partículas ensuciantes que penetran en el poro superficial del material por la acción del agua de lluvia.

B. Mecánicas

Son aquellas producidas por un factor mecánico que provoca movimientos, desgastes, aberturas o separaciones de materiales o elementos constructivos, podemos dividirlos en las siguientes:

a. Deformaciones

Son cualquier variación en la forma del material, sufrido tanto en elementos estructurales como de cerramiento y que son consecuencia de esfuerzos mecánicos, que a su vez se pueden producir durante la ejecución o construcción o

cuando esta entra en servicio. Entre estas lesiones podemos diferenciar las siguientes:

- **Flechas.** Son la consecuencia directa de la flexión de elementos horizontales debida a un exceso de cargas verticales o transmitidas desde otros elementos a los que los elementos horizontales se encuentran unidos por empotramiento.
- **Pandeos.** Se producen como consecuencia de un esfuerzo de compresión que sobrepasa la capacidad de deformación de un elemento vertical.
- **Desplomes.** Son la consecuencia de empujes horizontales sobre la cabeza de elementos verticales.
- **Alabeos.** Son la consecuencia de la rotación de elementos debida, generalmente a esfuerzos horizontales.

b. Grietas

Se trata de aberturas longitudinales que afectan a todo el espesor de un elemento constructivo, estructural o de cerramiento, las grietas son la etapa posterior de las fisuras.

c. Fisuras

Son aberturas longitudinales que afectan a la superficie o al acabado de un elemento constructivo. Aunque su sintomatología es similar al de las grietas, su origen y evolución son distintas y se podría considerar una etapa previa a la aparición de las grietas. Es el caso del concreto armado, que debido a su armadura tiene la capacidad para retener los movimientos deformantes y lograr que sean fisuras, se subdivide las fisuras en dos grupos:

c.1. Fisuras estructurales

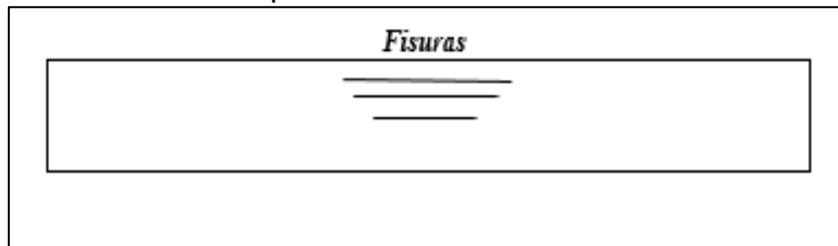
Son las debidas al alargamiento de las armaduras o a las excesivas tensiones de tracción o compresión producidas en el hormigón por los esfuerzos derivados de la aplicación de las acciones exteriores o de deformaciones impuestas.

- **Por exceso de carga.** Son las fisuras que afectan a elementos estructurales y también de cerramiento al ser sometidos a cargas para las que no estaban

diseñados. Este tipo de grietas por lo general requieren un refuerzo para mantener la seguridad de la unidad constructiva.

- **Fisuras por esfuerzos de flexión.** Las más accesibles, son las fisuras inferiores de flexión a través de la inspección del área inferior de las vigas y en losas, esta lesión se produce, en la zona de momentos negativos, debido a una insuficiente resistencia a flexión, por no disponer de armadura negativa o, aunque esté colocada, se ha desplazado hacia abajo durante el vaciado. Las fisuras se presentan en la cara superior de la losa. Esta lesión se considera de carácter muy grave.

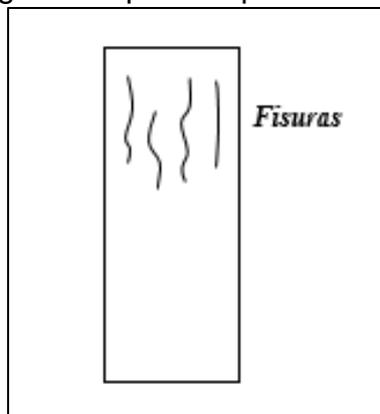
Figura N° 4. Fisuras en losas por esfuerzos de flexión.



Fuente: Adaptado de A. Rodriguez, "Evaluación de patologías de estructuras de concreto armado", 2013.

- **Fisuras por esfuerzos de flexo compresión.** Es un tipo de fallo que se produce sobre todo en columnas, pero también se presentan en placas al ser elementos estructurales que suelen trabajar a esfuerzos de compresión combinados con los de flexión. Puede provocar la rotura del elemento y el colapso de toda la estructura, ya que tienen poca capacidad de aviso.

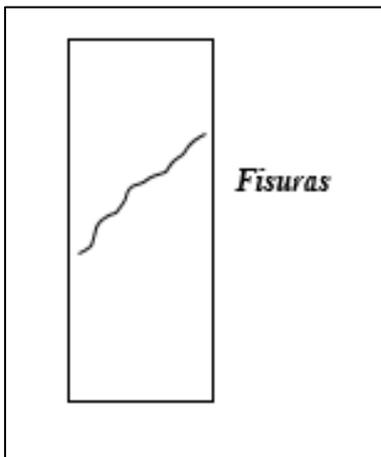
Figura N° 5. Fisuración longitudinal por compresión.



Fuente: Adaptado de A. Rodriguez, "Evaluación de patologías de estructuras de concreto armado", 2013.

- **Fisuración por cortante.** El colapso se produce por esfuerzo cortante y se caracteriza por la aparición de fisuras siguiendo el plano oblicuo. Es considerada como una lesión de carácter muy grave y, por lo tanto, conlleva intervenciones inmediatas.

Figura N° 6. Fisuras por cortante.



Fuente: Adaptado de A. Rodriguez, "Evaluación de patologías de estructuras de concreto armado", 2013.

c.2. Fisuras no estructurales. Son las producidas en el hormigón, bien durante su estado plástico, bien después durante su endurecimiento, pero generadas por causas intrínsecas, es decir debidas al comportamiento de sus materiales constituyentes.

- **Durante el estado plástico**

- **Por dilataciones y contracciones higrotérmicas.** Afectan a las estructuras cuando no se prevé las juntas de dilatación, son provocadas por los movimientos generados al interior del concreto, debido al contenido de humedad y las variaciones de la misma, los cambios de humedad ambiente, afectan dimensionalmente al hormigón, si estas variaciones dimensionales están coartadas, se producen estados tensionales en la estructura.

Manchas de humedad. Las manchas de humedad en los elementos estructurales de concreto son el indicador de la existencia de alguna fuga o fallos de impermeabilización. La gravedad del problema dependerá de la presencia de esas manchas a lo largo del tiempo, de manera que un concreto con unas

manchas de humedad esporádicas será menos grave que un concreto permanentemente húmedo o con presencia de hongos en su superficie.

Asentamiento plástico del concreto. Está producido por el fenómeno de la exudación y tiene lugar en las tres primeras horas después de verter el concreto, antes de iniciarse la fase de endurecimiento. Tras la puesta en obra debido a la exudación, el agua contenida, al tener una densidad más baja, tiende a ascender a la superficie. La exudación produce un asentamiento plástico en una superficie horizontal, tendiendo a descender verticalmente.

La exudación es un fenómeno inherente al hormigón, que no puede ser eliminado. En tiempo húmedo frío y sin viento, el agua exudada se ve en la superficie. En tiempo caluroso, seco y con viento, el agua exudada se evapora de la superficie más rápidamente de lo que el agua de reposición acude a ella.

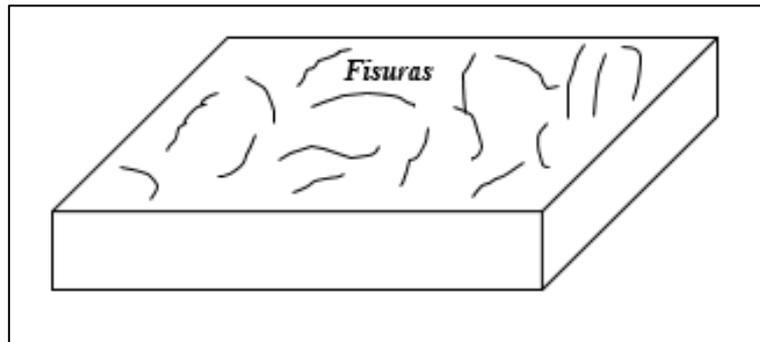
La exudación solo puede reducirse mas no anularse, a través de: menor cantidad de cemento, reducción en la relación agua cemento (a/c), empleo de agentes aireantes.

Fisuración longitudinal en losas marcando la posición de la armadura de momento negativo. La exudación produce un asentamiento plástico del hormigón en la cara superior, ya que se va consolidando al descender su superficie verticalmente. La presencia de una determinada armadura corta el movimiento produciéndose la fisuración. Estas lesiones aparecen durante la ejecución, generalmente son fisuras anchas, pero poco profundas. Son lesiones de carácter leve, no teniendo excesiva incidencia en el comportamiento estructural.

Retracción plástica del concreto. Se produce después del vaciado y antes del fraguado, es decir, entre la primera hora y las seis horas desde el vertido, como consecuencia de una pérdida muy rápida de agua por evaporación, superior al aporte de agua por exudación, en la superficie del concreto. La pérdida de agua aumenta considerablemente la tensión capilar en la superficie, apareciendo tracciones que fisuran el concreto. Las fisuras son amplias (< 30 mm) pero poco profundas. Normalmente las direcciones que siguen las fisuras coinciden con zonas de menor cuantía, variación de espesor, u otro caso, se pueden ser cerradas fratasando la superficie o revibrando el concreto.

Fisuras distribuidas aleatoriamente en la cara superior de las losas. Aparece con mayor aleatoriedad, presentando una distribución más o menos rectangular, cortándose las fisuras con ángulos que tienden a ser rectos. Son lesiones de carácter leve, no teniendo excesiva incidencia en el comportamiento estructural, aunque pueden afectar a la durabilidad del material.

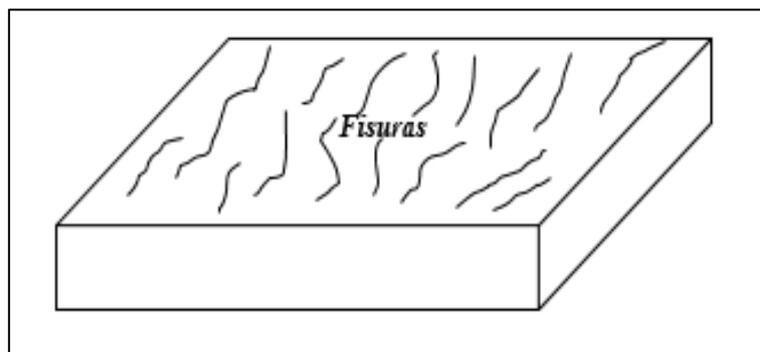
Figura N° 7. Fisuras distribuidas aleatoriamente en la cara superior de la losa debido a la retracción plástica del concreto.



Fuente: Adaptado de A. Rodriguez, "Evaluación de patologías de estructuras de concreto armado", 2013.

Fisuras paralelas en la cara superior de losas. Se manifiestan cuando las barras de armado están próximas a la superficie, aparecen fisuras paralelas en forma de cresta, a modo de oleaje sobre las armaduras. Son lesiones de carácter leve, no teniendo excesiva incidencia en el comportamiento estructural.

Figura N° 8. Fisuras paralelas en la cara superior de la losa debido a la retracción plástica del concreto.



Fuente: Adaptado de A. Rodriguez, "Evaluación de patologías de estructuras de concreto armado", 2013.

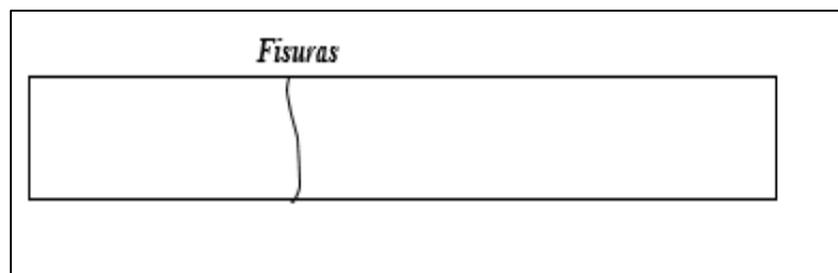
- **Durante el estado endurecido**

- **Retracción hidráulica del concreto.** Se produce con el concreto en contacto con la atmósfera, en ambiente no saturado, por evaporación progresiva del agua contenida en los poros capilares. El agua de los poros, por tensión superficial se encuentra a presión negativa, originando una tensión en el concreto que tiende a acortarlo. Se trata de una deformación a largo plazo que produce el acortamiento de la pieza, y si dicho acortamiento está impedido por determinadas coacciones aparecen tensiones de tracción que fisuran el concreto. Son de abertura pequeña y uniforme de 0.05 a 0.2mm, rectos y su separación es regular.

El no observar atentamente el hormigón en los primeros días, conduce a que, en muchos casos, la observación tardía de fisuras tempranas debidas a retracción plástica o a contracción térmica, haga que estas sean clasificadas como fisuras de retracción hidráulica.

La retracción hidráulica crece con la relación agua/cemento, con el contenido de cemento y con la sequedad del ambiente. Puede corregir ambos sentidos el uso de aditivos.

Figura N° 9. Fisuración transversal en losas debido a la retracción hidráulica del concreto.



Fuente: Adaptado de A. Rodriguez, "Evaluación de patologías de estructuras de concreto armado", 2013.

- **Variaciones térmicas.** Las diferencias de temperatura que puede haber entre diferentes partes de una estructura, debidas a las distintas condiciones ambientales de temperatura, calor o enfriamiento, implican variaciones diferenciales de volumen en ellas, dilataciones y contracciones. Estas variaciones se producirán sobre todo en los elementos en contacto con el ambiente exterior y más en aquellos expuestos directamente a la acción del sol.

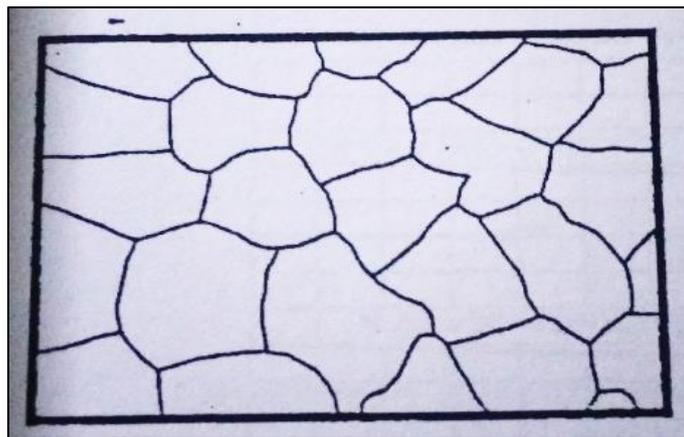
Si la tensión que provocan estos cambios de volumen llega a ser excesiva, se producirán lesión y fisuración.

Contracción térmica inicial. Está producida por el calor de hidratación derivado de la reacción de hidratación del cemento. En condiciones normales, la pieza no disipa calor a suficiente velocidad y alcanza temperaturas más altas que el ambiente.

Fisuración en losas de cubiertas. Las losas de cubierta son los elementos más sensibles a las variaciones térmicas del ambiente, por lo que deben ser objeto de atención especial en una determinada inspección. Los movimientos térmicos de dilatación producen fisuraciones en los tramos centrales de la losa. Estas lesiones serán más importantes si el aislamiento térmico es deficiente o inexistente. Este tipo de lesiones se consideran graves si afectan a la estabilidad o comprometen la durabilidad del elemento.

- **Fisuración en mapa.** Es una fisuración que afecta superficialmente a la pieza de concreto y que suele aparecer entre 1 y 15 días a partir del vertido. La profundidad rara vez llega al centímetro y por tanto tiene poca trascendencia estructural, su origen está en las tensiones superficiales motivadas por un alto contenido de humedad.

Figura N° 10. Fisuración en mapa.



Fuente: Calavera, Patologías de estructuras de hormigón armado y pretensado, 2005.

c.3. Reflejo del soporte. Es la fisura que se produce sobre el soporte cuando se da una discontinuidad constructiva, por una junta, por falta de adherencia o por deformación, cuando el soporte es sometido a un movimiento que no puede resistir.

c.4. Inherente al acabado. En este caso la fisura se produce por movimientos de dilatación-contracción y retracción.

d. Desprendimientos

Es la separación entre un material de acabado y el soporte al que está aplicado por falta de adherencia entre ambos, y suele producirse como consecuencia de otras lesiones previas, como humedades, deformaciones o grietas.

e. Erosiones mecánicas

Son las pérdidas de material superficial debidas a esfuerzos mecánicos, como golpes o rozaduras. Aunque normalmente se producen en el pavimento, también pueden aparecer en las partes bajas de elementos estructurales como las columnas, incluso en las partes altas y cornisas, debido a las partículas que transporta el viento.

C. Químicas

Las lesiones de este tipo se producen a partir de un proceso patológico de carácter químico, y aunque este no tiene relación alguna con los otros procesos patológicos y sus lesiones correspondientes, su sintomatología en muchas ocasiones se confunde.

El origen de las lesiones químicas suele ser la presencia de sales, ácidos o álcalis que reaccionan provocando descomposiciones que afectan a la integridad del material y reducen su durabilidad. Este tipo de lesiones se subdividen en cuatro:

a. Eflorescencias

Se trata de un proceso patológico que suele tener como causa directa previa la aparición de humedad. Los materiales contienen sales solubles y estas son arrastradas por el agua hacia el exterior durante su evaporación y cristalizan en la superficie del material.

Esta cristalización suele presentar formas geométricas que recuerdan a flores y que varían dependiendo del tipo de cristal, se presenta dos tipos:

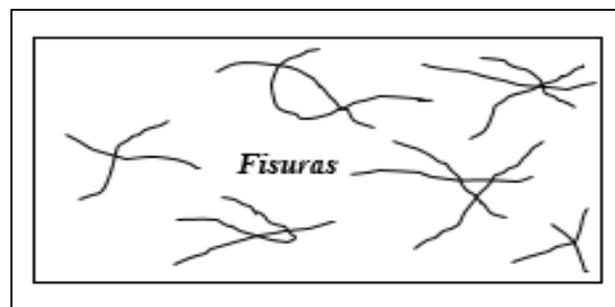
- **Sales cristalizadas que no proceden del material.** Sobre el que se encuentra la eflorescencia sino de otros materiales situados detrás o adyacentes a él. Este tipo de eflorescencia es muy común encontrarla sobre morteros protegidos o unidos por ladrillos de los que proceden las sales.
- **Sales cristalizadas bajo la superficie del material.** En oquedades, que a la larga acabarán desprendiéndose. Este tipo de eflorescencias se denomina criptoflorescencias.

b. Ataque químico árido - álcali

Algunos áridos contienen reactivos como la sílice que reaccionan con los álcalis del cemento, dando lugar a la formación de un gel que, en presencia de agua, puede originar una expansión capaz de fisurar el concreto.

- Fisuración en estrella. La formación del gel expansivo da lugar a la aparición de un tipo de fisuras en el concreto con una distribución en forma de estrellas. Son lesiones de carácter leve desde el punto de vista de la seguridad, aunque pueden comprometer la durabilidad del concreto.

Figura N° 11. Fisuración en estrella por ataque químico árido – álcali.



Fuente: Adaptado de A. Rodriguez, "Evaluación de patologías de estructuras de concreto armado", 2013.

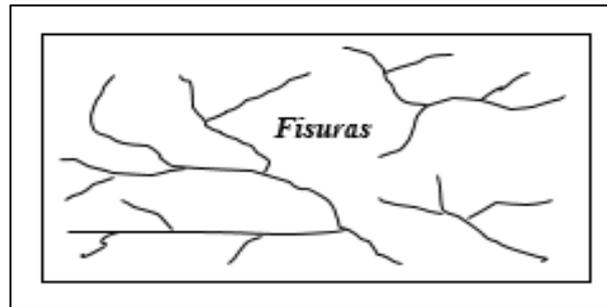
c. Ataque químico por sulfatos

Los sulfatos disueltos en el agua reaccionan con algunos componentes del cemento (calcio, aluminatos, otros), formando sales expansivas.

- Fisuración de distribución aleatoria. La formación de sales expansivas provoca la aparición de un tipo de fisuras en el concreto con una distribución aleatoria. Estas fisuras se identifican por la aparición de depósitos de sales de color blanco

en los bordes de las mismas. Son lesiones de carácter leve desde el punto de vista de la seguridad, aunque pueden comprometer la durabilidad del concreto.

Figura N° 12. Fisuración de distribución aleatoria por ataque químico de sulfatos.



Fuente: Adaptado de A. Rodriguez, "Evaluación de patologías de estructuras de concreto armado", 2013.

d. Ataque químico por aguas y ácidos (lixiviación)

Es una forma de erosión por lavado continuado de sustancias del cemento hidratado.

- Áridos vistos, lavado superficial y descalcificación. La principal consecuencia de la lixiviación es la reducción del espesor del recubrimiento. Si las armaduras quedan vistas, el ácido o el agua pueden alcanzarla y provocar una corrosión importante. Si no hay cloruros presentes en el concreto, estos ataques impiden el desarrollo de la carbonatación. Son lesiones de carácter leve desde el punto de vista de la seguridad, aunque comprometen la durabilidad del concreto.

e. Carbonatación

Es un tipo particular de reacción ácida, de excepcional importancia en la durabilidad del hormigón. Se debe a la penetración del CO_2 del aire atmosférico en la estructura porosa de la zona superficial del hormigón. Parte se disuelve en algunos de los poros y reacciona con la cal libre del cemento y otros compuestos cálcicos. El proceso origina un descenso del PH en la capa exterior del hormigón, de su valor usual 13, hasta valores del orden de 9, y al perder su basicidad deja de ser un elemento protector de la corrosión de las armaduras.

f. Oxidaciones y corrosiones

Son un conjunto de transformaciones moleculares que tiene como consecuencia la pérdida de material en la superficie de metales como el hierro y el acero. Sus procesos patológicos son químicamente diferentes, pero se consideran un solo grupo porque son prácticamente simultáneos y tienen una sintomatología muy similar.

f.1. Oxidación

Es la transformación de los metales en óxido al entrar en contacto con el oxígeno. La superficie del metal puro o en aleación tiende a transformarse en óxido que es químicamente más estable, y de este modo protege al resto del metal de la acción del oxígeno.

f.2. Corrosión

Es la pérdida progresiva de la superficie del metal. Este proceso se debe a la acción de una pila electroquímica en la cual el metal actuará como ánodo o polo negativo y perderá electrones a favor del cátodo o polo positivo.

- Fisuras por corrosión de armaduras. Se generan cuando el aumento de volumen causa altas tensiones que tienden a hacer explotar el concreto que está alrededor de las barras de refuerzo, resultando una fisuración radial a estas. Estas fisuras explosivas se pueden propagar a través de la barra de acero, provocando la aparición de fisuras longitudinales o un astillamiento de concreto.
- Fisuración longitudinal marcando la posición de la armadura principal. Se produce cuando se genera óxido en el proceso corrosivo lo cual conlleva a la pérdida de sección de acero en las armaduras y, por tanto, la pérdida de capacidad resistente de forma progresiva; de ahí el carácter grave de estas fisuras. La gravedad del daño está en función de la pérdida de sección de la armadura y la pérdida de adherencia de ésta con el concreto.
- Manchas de óxido marcando la posición de las armaduras. Indican la existencia de corrosión, o el inicio de la misma, de forma más o menos local o generalizada. Puede haber pequeñas manchas, regularmente espaciadas en los elementos estructurales. Las manchas de óxido se pueden extender, indicando la existencia

de un proceso de corrosión de las armaduras principales. Este tipo de lesión puede considerarse de carácter leve, aunque son indicativas de posibles afecciones futuras, por tanto, requieren un seguimiento de su evolución.

- Reducción de la armadura de acero. El primer efecto de la corrosión en un elemento de acero, es la disminución de su sección debido al propio proceso. La corrosión también puede reducir el alargamiento del acero sometido a la máxima carga y puede afectar en consecuencia a la ductilidad de la estructura. La carbonatación del concreto provoca una penetración de ataque homogéneo, el ataque por cloruros produce ataques localizados conocidos como picaduras que llevan a una reducción significativa de la sección transversal.
- Reducción de la tensión de adherencia entre armadura y concreto. La acción combinada del concreto y acero en la sección de concreto armado, está basada en la adherencia entre ambos materiales que se ve afectada por la corrosión a través de diversos mecanismos: Fisuración en el concreto, cambios de las propiedades de la interfaz acero-concreto.

g. Erosiones químicas

Son aquellas que, a causa de la reacción química de sus componentes con otras sustancias, producen transformaciones moleculares en la superficie de los materiales pétreos.

D. Biológicos

Tanto los organismos animales como vegetales pueden llegar a afectar a la superficie de los materiales. Su proceso patológico es fundamentalmente químico, puesto que segregan sustancias que alteran la estructura química del material donde se alojan, pero también afectan al material en su estructura física, podemos distinguir dos grupos animales y vegetales:

a. Animales

Suelen afectar, y en muchas ocasiones deteriorar, los materiales constructivos, sobre todo los insectos que a menudo se alojan en el interior del material y se alimentan de este, pero también los considerados animales de peso, como las aves o pequeños mamíferos que causan principalmente lesiones erosivas.

b. Plantas

Entre las que pueden afectar a los materiales constructivos se encuentran las de porte, que causan lesiones debido a su peso o a la acción de sus raíces, pero también las plantas microscópicas, que causan lesiones mediante ataques químicos. Las plantas microscópicas principales pueden ser:

c. Mohos

Se encuentran, casi siempre, en los materiales porosos, donde desprenden sustancias químicas que producen cambios de color, de olor, de aspecto y a veces erosiones.

d. Hongos

Atacan normalmente a la madera y pueden llegar incluso a acabar destruyéndola por completo.

2.2.4. Reservorios

A. Definición

Los reservorios de agua potable tienen como principal objetivo el almacenamiento de agua para consumo humano. Estos reservorios pueden ser construidos bajo tierra o en superficie para almacenar agua antes o después de tratarla.

B. Capacidad del reservorio

Para determinar la capacidad del reservorio, es necesario considerar la compensación de las variaciones horarias, emergencia para incendios, previsión de reservas para cubrir daños e interrupciones en la línea de conducción y que el reservorio funcione como parte del sistema.

Para el cálculo de la capacidad del reservorio, se considera la compensación de variaciones horarias de consumo y los eventuales desperfectos en la línea de conducción. El reservorio debe permitir que la demanda máxima que se produce en el consumo sea satisfecha a cabalidad, al igual que cualquier variación en el consumo registrado en las 24 horas del día. Ante la eventualidad que en la línea de conducción pueda ocurrir daños que mantengan una situación de déficit en el

suministro de agua, mientras se hagan las reparaciones pertinentes, es aconsejable un volumen adicional para dar oportunidad de restablecer la conducción de agua hasta el reservorio.

C. Cálculo de la capacidad del reservorio

Para el cálculo del volumen de almacenamiento se utilizan métodos gráficos y analíticos. Los primeros se basan en la determinación de la “curva de masa” o de “consumo integral”, considerando los consumos acumulados; para los métodos analíticos, se debe disponer de los datos de consumo por horas y del caudal disponible de la fuente, que por lo general es equivalente al consumo promedio diario.

Para los proyectos de agua potable por gravedad, las normas recomiendan una capacidad mínima de regulación del reservorio del 15% del consumo promedio diario anual (Q_m).

Con el valor del volumen (V) se define un reservorio de sección circular cuyas dimensiones se calculan teniendo en cuenta la relación del diámetro con la altura de agua (d/h), la misma que varía entre 0,50 y 3,00. En el caso de un reservorio de sección rectangular, para este mismo rango de valores, se considera la relación del ancho de la base y la altura (b/h).

D. Tipos de reservorios

Los reservorios de almacenamiento pueden ser elevados, apoyados, semienterrados y enterrados.

Los elevados, que pueden tomar la forma esférica, cilíndrica, y de paralelepípedo, son construidos sobre torres, columnas, pilotes, etc.; los apoyados, que principalmente tienen forma rectangular y circular, son construidos directamente sobre la superficie del suelo; y los enterrados, de forma rectangular y circular, son construidos por debajo de la superficie del suelo (cisternas).

Para capacidades medianas y pequeñas, como es el caso de los proyectos de abastecimiento de agua potable en poblaciones rurales, resulta tradicional y económica la construcción de un reservorio apoyado de forma cuadrada o circular.

E. Norma ACI 350

La norma ACI 350, describe el procedimiento para el diseño de estructuras contenedoras de líquidos sometidas a cargas sísmicas.

Parámetros para el análisis sísmico de reservorios circulares

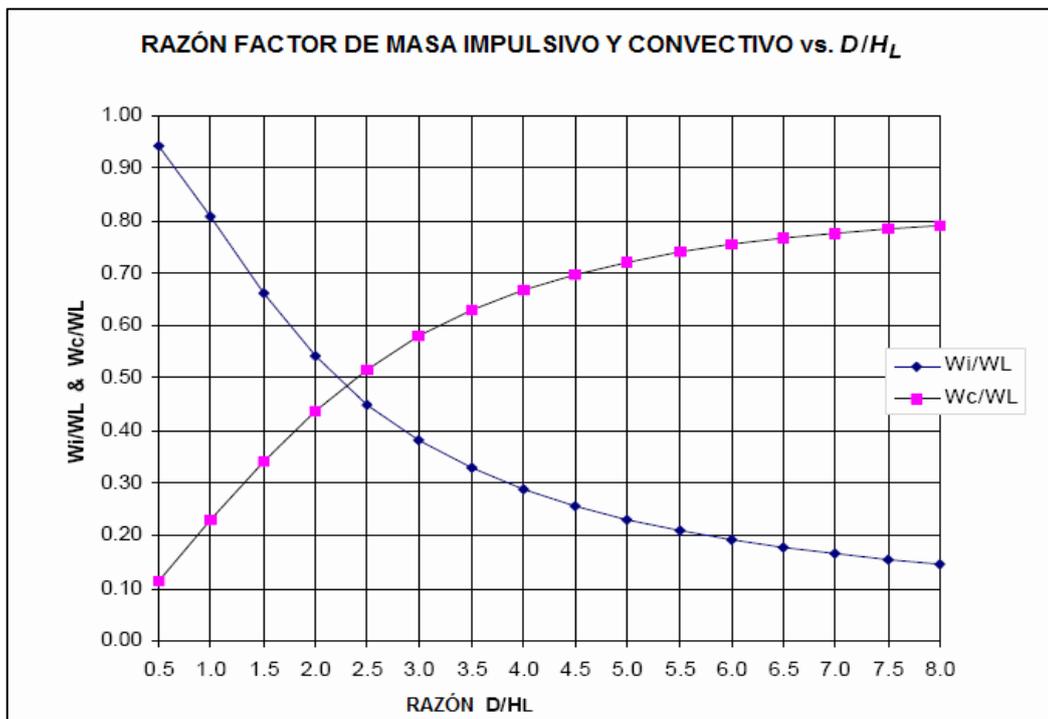
a) Cálculo de la masa impulsiva (W_i) y masa convectiva (W_c), según ACI 350.3-01 sección 9.3.1:

$$\frac{W_i}{W_L} = \frac{\tanh\left[0.866 * \left(\frac{D}{H_L}\right)\right]}{0.866 * \left(\frac{D}{H_L}\right)}$$

$$\frac{W_c}{W_L} = 0.230 * \left(\frac{D}{H_L}\right) * \tanh\left[3.68 * \left(\frac{H_L}{D}\right)\right]$$

Si no se quiere calcular estas masas con las fórmulas se puede hallar estas relaciones mediante la siguiente figura:

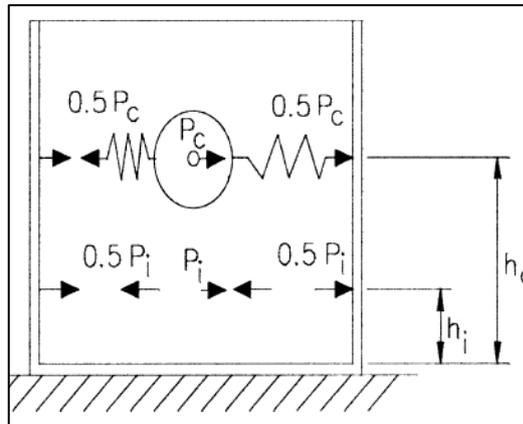
Figura N° 13. Factores de masa impulsiva y convectiva, vs D/H_L , para reservorios circulares, ACI 350.0-01.



Fuente: Diseño sísmico de estructuras contenedoras de líquidos (ACI 350.3-01), 2007.

b) Cálculo de la altura al centro de gravedad de la masa impulsiva (h_i) y de la masa convectiva (h_c), según ACI 350.3-01 sección 9.3.2:

Figura N° 14. Masas y alturas en un reservorio circular.



Fuente: Diseño sísmico de estructuras contenedoras de líquidos (ACI 350.3-01), 2007.

Para tanques con $\frac{D}{Hl} < 1.333$

$$\frac{h_i}{Hl} = 0.5 - 0.09375 \left(\frac{D}{Hl} \right)$$

Para tanques con $\frac{D}{Hl} \geq 1.333$

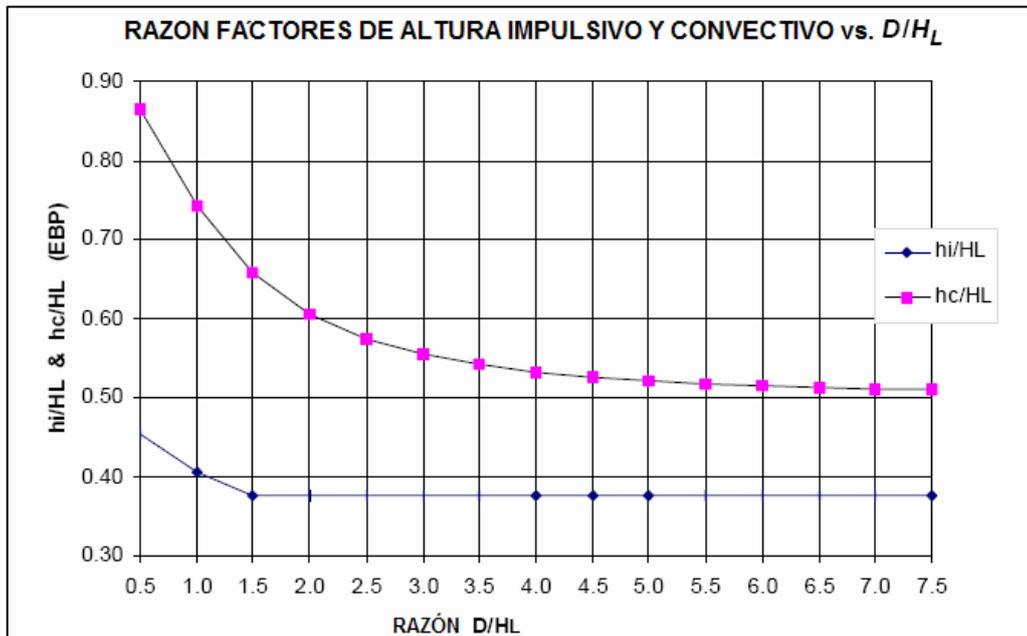
$$\frac{h_i}{Hl} = 0.375$$

Y h_c para todos los estanques:

$$\frac{h_c}{Hl} = 1 - \frac{\cosh\left[3.68\left(\frac{Hl}{D}\right)\right] - 1}{3.68\left(\frac{Hl}{D}\right) \sinh\left[3.68\left(\frac{Hl}{D}\right)\right]}$$

Si no se quiere calcular estas alturas con las fórmulas se puede hallar estas relaciones mediante la siguiente figura:

Figura N° 15. Factores de altura impulsiva y convectiva, vs D/HL para reservorios circulares, ACI 350.0-01.



Fuente: *Diseño sísmico de estructuras contenedoras de líquidos (ACI 350.3-01), 2007.*

c) Cálculo de la rigidez del líquido de la masa convectiva:

$$K = 0.836 * Wl * \frac{g}{Hl} * \left[\tanh \left(3.68 * \frac{Hl}{D} \right) \right]^2$$

Dónde:

K: Rigidez del líquido de la masa convectiva

Wl: Masa total de agua

Wi: Masa impulsiva

Wc: Masa convectiva

g: Aceleración de la gravedad

D: Diámetro del reservorio

hi: Altura al CG de la masa impulsiva

hc: Altura al CG de la masa convectiva

F. Principales patologías en reservorios

Los reservorios al ser estructuras que contienen agua están sujetas a las fuerzas ejercidas por el empuje del agua que contiene, además de los empujes que genera el terreno sobre el cual esta cimentado, es por ello que se estudiará las principales fallas que se generan en el reservorio, apoyándonos en las principales fallas que se generan en estructuras de contención (muros, pantallas de contención), y también en estructuras de contención de líquidos y otros elementos (piscinas, depósitos de líquidos, o material a granel).

a. Principales fallos (causas y lesiones) en estructuras de contención y de almacenamiento de líquidos u otros

Las estructuras de contención son los elementos constructivos que más problemas padecen. Sus fallos se deben a muchas razones y la sintomatología de los mismos es, aunque extensa, bien precisa. Entre estas lesiones encontramos:

- **Vuelco.** Este fallo es muy frecuente, y la presencia de agua o la mala ejecución son la principal causa. La densidad, el ángulo de fricción y la cohesión del terreno son los parámetros que definen los empujes activos de los mismos.

El valor de la cohesión varía en forma permanente según la humedad. En terrenos saturados o anegados, se ha de encontrar con el empuje del agua, el cual posee un valor considerable si lo comparamos con el de un suelo no saturado.

Para evitar este empuje, causante en muchos casos del desplome de las estructuras, se hace necesaria la realización de una impermeabilización y un drenaje, la presencia de agua puede ocasionar humedades en el interior, con la consiguiente reducción de la calidad de los materiales y la duración de la estructura.

- **Deslizamiento.** El deslizamiento coincide con un movimiento de un estrato de terreno respecto de otro más profundo.

Algunos tipos de rocas, como las pizarras, favorecen estos movimientos, pero también sucede que, por la presencia de agua, un estrato de suelo coherente se desliza por arriba de otro estrato rocoso en pendiente, debido a la reducción de

la fricción entre ambos, este deslizamiento de la base de la estructura es causa de grietas, fisuras e incluso colapsos de la estructura.

El fallo de la base de la estructura se debe muchas veces a un empotramiento insuficiente, de esta manera los empujes pasivos del terreno no son suficientes para equilibrar los empujes activos del terreno.

Otra causa de falla es que el suelo donde está situado tiene una resistencia menor que la prevista en los cálculos, así que los empujes pasivos reales son inferiores a los previstos y se produce una deformación o giro de la parte inferior del sistema.

- **Deformaciones hidráulicas o térmicas.** Las cuales son propias del material. Esto produce retracciones o dilataciones no controladas que conducen a la formación de grietas y fisuras y al debilitamiento de la estructura.
- **Deformaciones.** Estas se producen por recibir empujes más grandes de los previstos en el proyecto, estos son problemas muy frecuentes. En este caso no se llega a producir el vuelco, desplome o lesiones importantes en la estructura. Lo que sucede es la aparición de unas deformaciones visibles que son incompatibles a nivel estético y funcional con otros elementos constructivos.

Las deformaciones son quizás las lesiones que primero nos avisan sobre la actividad del terreno o fluido contenido y de ciertas fallas en nuestra estructura, a continuación, se enumeran algunas causas de las deformaciones:

- Determinación errónea de las características del suelo.
 - Planteo erróneo de las ecuaciones de equilibrio, debe haber una correspondencia entre las deformaciones y los empujes activos y pasivos.
 - Un espesor insuficiente hará que las paredes sean demasiado deformables.
- **Subpresión.** La subpresión o elevación de una estructura de almacenamiento de agua (piscinas, reservorios, etc.), sucede cuando esta se encuentra vacía y flota al quedar el terreno saturado de agua. Las estructuras situadas en terrenos expansivos que se saturan tienen el inconveniente de soportar mayores empujes y si se han ejecutado en época de sequía, cuando se humedece el terreno, éste

se hincha y las eleva. En este tipo de terrenos se debe evitar la construcción de este tipo de estructuras de almacenamiento de agua.

Asimismo, en los terrenos expansivos existen capas impermeables, y cuando el agua de lluvia penetra por las grietas del mismo, se originan unas bolsas que se denominan “aguas colgadas”. Si la estructura se encuentra vacía y situada en esa zona se produce una subpresión y flota sobre el nivel del terreno, elevándose primero en la zona de mayor profundidad, en cambio sí se encuentra llena puede ser que no se eleve ya que el peso propio compensaría este empuje.

Las causas que suelen ocasionar la subpresión son las siguientes:

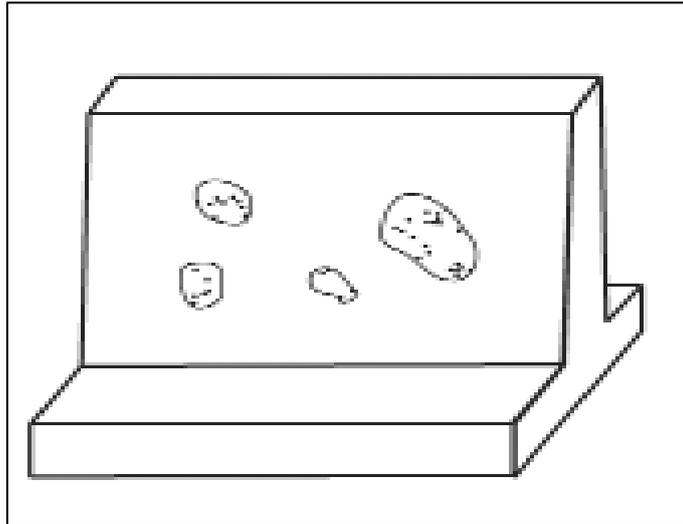
- Ascenso del nivel freático.
- Formación de bolsas de “aguas colgadas”.
- Inundación del terreno por rotura de las redes de agua o fuga propia de la estructura.

b. Lesiones habituales en paredes de concreto armado de estructuras de almacenamiento y contención

- Nidos de grava

Esta lesión se produce, por las siguientes causas: segregación de la mezcla, cuando la pasta de concreto se desplaza hasta el fondo de la estructura es decir un asentamiento de la pasta, excesiva cantidad de árido grueso, mal diseño de mezclas, fugas de lechado de concreto, falta de vibración en la estructura, para la acomodación de los materiales.

Figura N° 16. Nidos de grava.

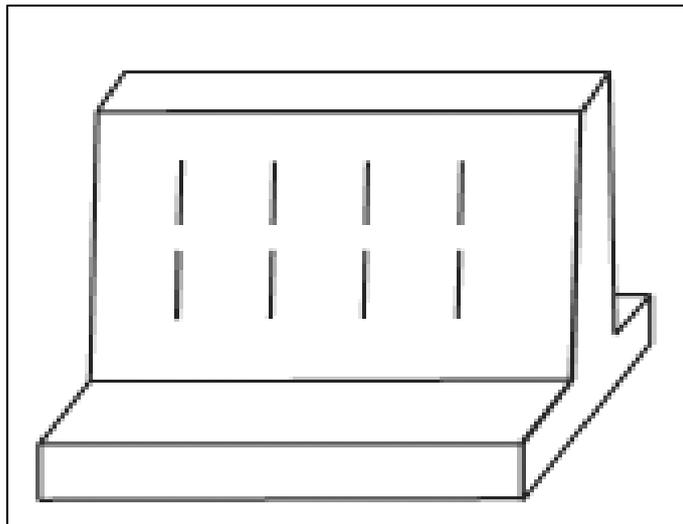


Fuente: Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción, Broto, 2005.

- Manchas de óxido

Esta lesión se produce, por las siguientes causas: empleo de latiguillos para la sujeción de encofrados, es decir la utilización de alambre para asegurar los encofrados, no emplear separadores para mantener los recubrimientos de la armadura.

Figura N° 17. Manchas de óxido.

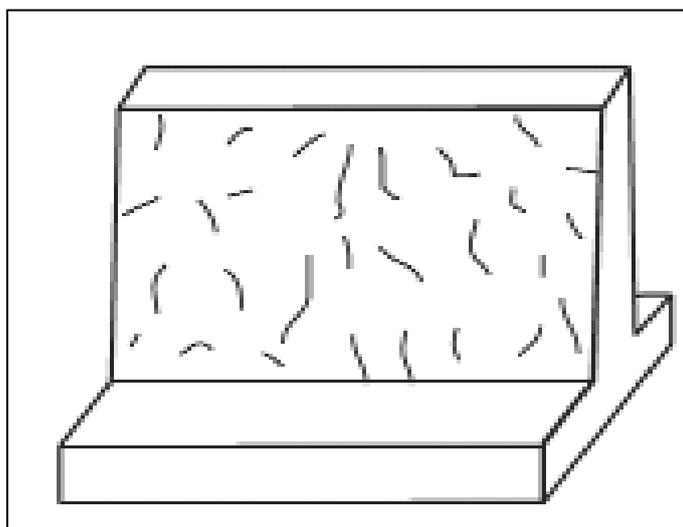


Fuente: Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción, Broto, 2005.

- **Fisuración generalizada**

Esta lesión se produce, por las siguientes causas: excesiva retracción plástica, ausencia o insuficiencia de armadura de retracción y temperatura, con lo cual no se puede controlar las deformaciones generadas por la variación de temperatura.

Figura N° 18. Fisuración generalizada.

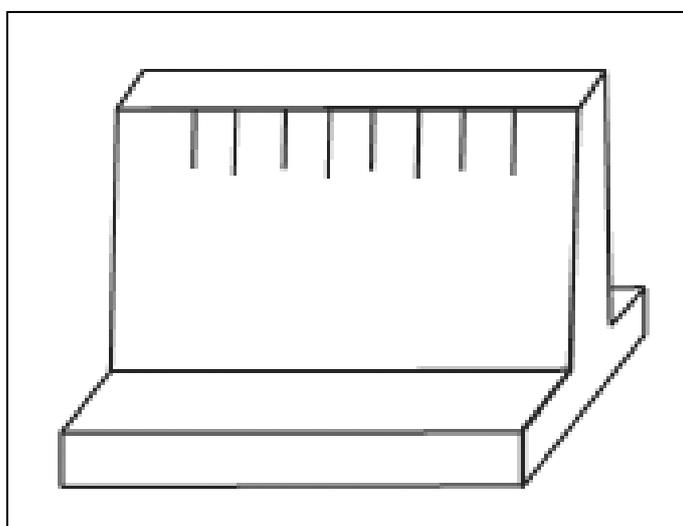


Fuente: Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción, Broto, 2005.

- **Fisuración vertical generalizada en la coronación**

Esta lesión se produce, por las siguientes causas: relación agua/ cemento muy altas con emigraciones de agua hacia la coronación al vibrar las siguientes tongadas, ausencia de armadura complementaria en la coronación, curado defectuoso.

Figura N° 19. Fisuración vertical generalizada en la coronación.

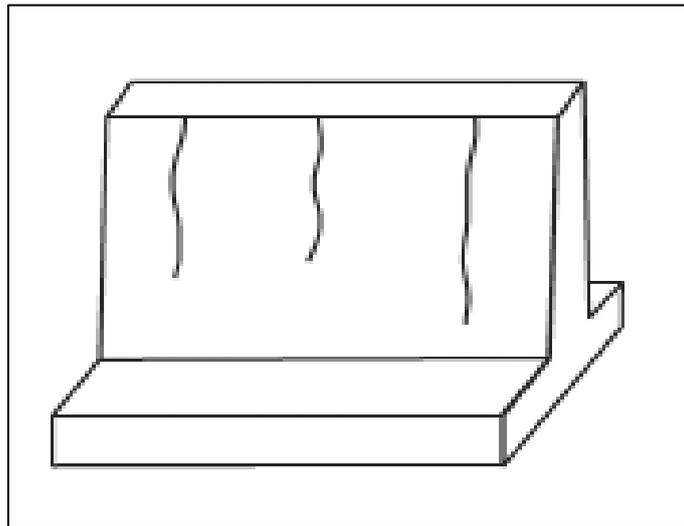


Fuente: Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción, Broto, 2005.

- **Fisuración vertical generalizada**

Esta lesión se produce, por las siguientes causas: no hay disposición de juntas de contracción o estas se encuentran a distancias excesivas, no hay disposición de armadura de retracción y temperatura, curado defectuoso.

Figura N° 20. Fisuración vertical generalizada.

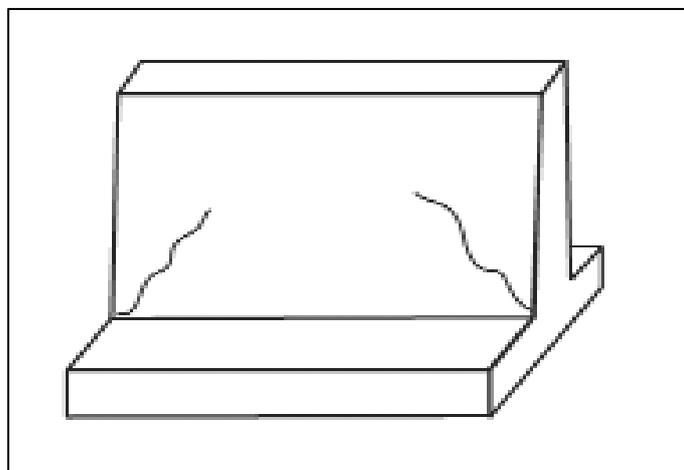


Fuente: Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción, Broto, 2005.

- **Fisuración en la base**

Esta lesión se produce, por la siguiente causa: contracción térmica del alzado coartada por el cimiento ya fraguado (caso en que el cimiento es de poca rigidez respecto al muro).

Figura N° 21. Fisuras en la base.

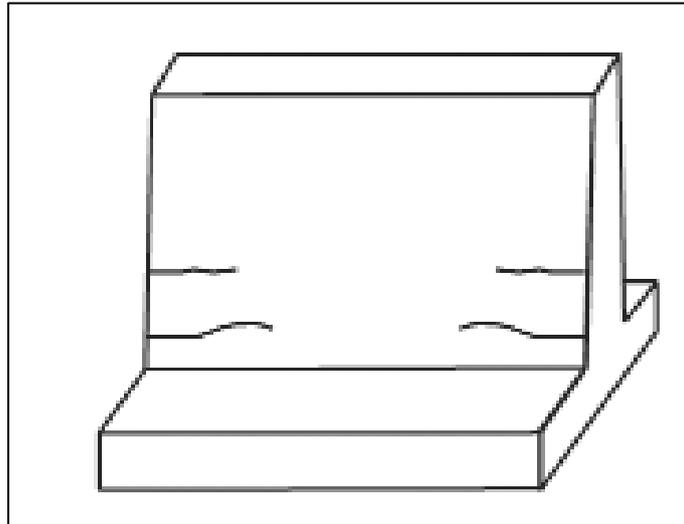


Fuente: Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción, Broto, 2005.

- **Fisuras horizontales cerca de la base**

Esta lesión se produce, por la siguiente causa: contracción térmica del alzado coartada por el cimiento ya fraguado (caso en que el cimiento es de mediana rigidez frente al muro).

Figura N° 22. Fisuras horizontales cerca del pie.

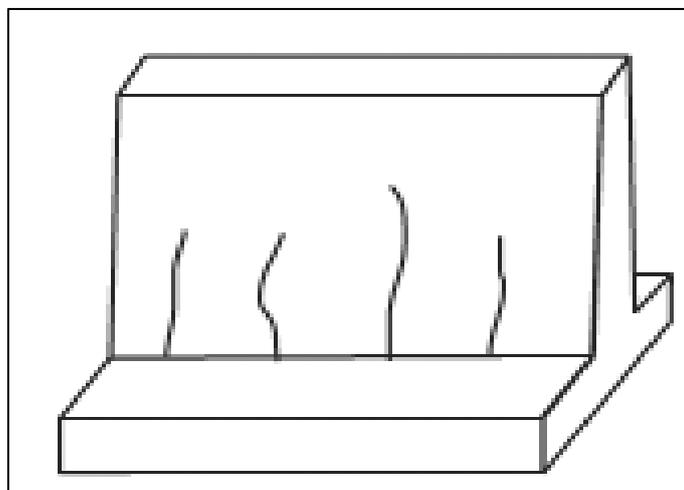


Fuente: Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción, Broto, 2005.

- **Fisuras verticales cerca de la base**

Esta lesión se produce, por la siguiente causa: contracción térmica del alzado coartada por el cimiento ya fraguado (caso en que el cimiento es muy rígido frente al muro).

Figura N° 23. Fisuras verticales cerca de la base.

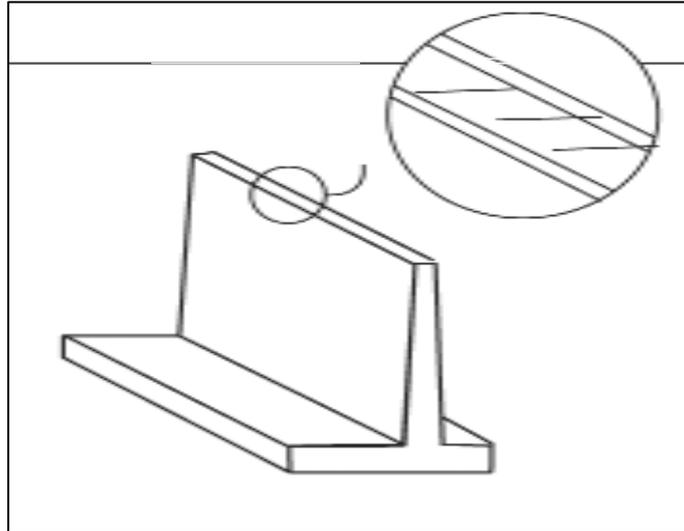


Fuente: Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción, Broto, 2005.

- Fisuras en el lomo de la coronación

Esta lesión se produce, por la siguiente causa: asiento plástico del concreto en la tongada de coronación, que reproduce con fisuras la posición de las armaduras.

Figura N° 24. Fisuras en el lomo de la coronación.



Fuente: Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción, Broto, 2005.

2.2.5. Inspección y evaluación de estructuras

Pérez (2008), señala que la inspección preliminar en una estructura y/o elemento, es una primera aproximación que tiene por finalidad analizar el estado actual de la estructura, la presencia de lesiones y la presencia de factores de deterioro del concreto. Esta inspección indicará en consecuencia:

- Si existen fallos o lesiones que aparentemente requieran un refuerzo o apuntalamiento inmediato de la estructura, debido a su peligrosidad y de una evaluación estructural.
- Si existen fallos o lesiones que aparentemente no requieran un refuerzo o apuntalamiento inmediato de la estructura, pero se recomienda una evaluación estructural.
- Si no existen fallos o lesiones aparentes, o no es necesaria una actuación inmediata, por lo que es innecesaria una evaluación estructural.

A. Información previa

La información previa a la inspección de la estructura, se puede recoger de dos maneras, verbal y escrita, esta información se puede recopilar de diversas fuentes públicas o privadas, ya que difícilmente se va a encontrar una descripción completa de la estructura tal como fue realmente construido.

- a. Información verbal. Es la información que se recoge de diversas fuentes públicas o privadas, de manera oral que puede ser brindada por el propietario de la estructura.
- b. Información escrita. Son de especial interés los datos de proyecto de la construcción y muy en particular los cálculos y los planos, así como información sobre datos geotécnicos y los controles de calidad realizados durante la ejecución, otros datos que se deberían recopilar son:
 - Incidencias sobre la vida útil de la estructura, intervenciones o reparaciones de cualquier tipo, cambios de uso, etc.
 - Ocurrencia de catástrofes (sismos, incendios, entre otros).
 - Empresa constructora.
 - Edad de la estructura.
 - Datos de clima, fenómenos climáticos y agresividad ambiental.

B. Reconocimiento visual de la estructura

Pérez (2008), señala que para el reconocimiento visual de la estructura se debe tener las siguientes consideraciones.

a. Objetivo

Detectar e identificar las lesiones (fisuras, grietas, humedades, etc.) en los elementos estructurales o en aquellos otros que puedan ser origen o indicar síntomas de daños en la estructura.

b. Material

- Cámara fotográfica.
- Wincha, cinta métrica.
- Cuaderno de notas o apuntes.

c. Generalidades

El objetivo del reconocimiento visual es detectar, identificar y calificar las lesiones (fisuras, grietas, humedades, etc.) en los elementos constructivos, ya sean elementos estructurales o en aquellos otros que puedan indicar síntomas de daños en la estructura. Las lesiones y sus síntomas son los signos que manifiestan deterioro de las estructuras y constituyen los indicadores que se deben escribir y evaluar en una inspección. Antes de iniciar el reconocimiento visual, es necesario realizar algunos pasos previos cuyo objetivo principal es denominar las distintas partes del edificio para su correcta identificación posterior.

d. Inspección de elementos

La herramienta principal será la inspección visual, aunque deben emplearse otros medios o dispositivos, en caso se considere necesario por parte del técnico que realiza la inspección técnica, siempre según la importancia de los síntomas detectados. Para proceder a la inspección hay que:

a.1. Inspeccionar los elementos existentes

- Elementos concretos a inspeccionar. Se procederá a seleccionar los elementos a inspeccionar, ya que no hay que confundir una inspección con un inventario detallado. Si existen deterioros, se inspeccionarán los elementos que se encuentren en peor estado. En caso de que no existan deterioros detectados, se procederá a la selección de una muestra representativa, siguiendo criterios semialeatorios.
- Inclusión de todos los aspectos a recoger. La inspección de cada elemento permitirá detectar la posible existencia de síntomas o deterioros y proporcionará los datos que permitirán posteriormente evaluar su estado. Deben recogerse aspectos relacionados con:

- La continuidad estructural del elemento (existencia de grietas, separaciones, fracturas o huecos).
- Su integridad estructural (material integro o deteriorado).
- Los movimientos que ha podido sufrir el elemento a lo largo de su vida.
- La influencia de los mecanismos de deterioro apreciables (existencia de humedades, sales, rastros de animales o vegetales, etc.)

a.2. Inspección de las condiciones ambientales generales. Si se observa la existencia de humedad o agentes químicos, es conveniente registrar algunas variables físicas que puedan relacionarse con el deterioro.

e. Clasificación de los deterioros

La clasificación de los deterioros puede hacerse en función de varios criterios, de un modo general puede ser:

- Visibles u ocultos, en función de su evidencia.
- Activos o inactivos, en función de que puedan progresar o estén estacionarios.
- Intrínsecos o extrínsecos, son intrínsecos los que sean el producto de la evolución lógica del elemento, en función de su naturaleza, cargas que resiste, movimientos sufridos y sollicitaciones a los que está sometido, mientras que se denominan extrínsecos a los producidos por actuaciones exteriores (condiciones ambientales, fuegos, entre otros).

De ellos, los deterioros más preocupantes son los activos. El hecho de que sean intrínsecos o extrínsecos influye únicamente en la fase de asignación de causas probables.

f. Establecimiento de las posibles consecuencias

Cada uno de los deterioros detectados o inferidos a partir de los síntomas, tiene dos aspectos que es preciso evaluar:

- Cuál es la previsible evolución futura del deterioro, tanto a corto como a largo plazo.

- Que riesgos se derivan de la experiencia del deterioro. Estos riesgos pueden ser:

Niveles de riesgo

Los niveles de riesgo son indicadores que permiten tomar las medidas de seguridad necesarias, para que las personas que habitan la estructura o pueden ser afectadas por ella, no sufran accidentes. Los niveles de riesgo pueden ser:

A. Nivel de riesgo bajo

Cuando la vulnerabilidad sísmica de la estructura no se ha visto afectada de forma significativa después de un evento, o por la afectación directa o indirecta de algún agente externo o interno y que no representan un daño o peligro de colapso para la estructura.

B. Nivel de riesgo medio

Sucede cuando la estructura afectada muestra síntomas o signos puntuales como alabeos, abolladuras, corrosión, etc., que se puedan percibir a simple vista, las cuales pueden comprometer de una manera no muy significativa a la estructura, en este caso la estructura puede ser utilizada, pero bajo medidas de tratamiento y supervisión.

C. Nivel de riesgo alto

Este se da cuando a la estructura después de un evento sísmico o después de una grave lesión por causa de una patología severa, se le producen desprendimientos parciales o totales de material, también se presentan pandeos o deformaciones en los elementos, en este caso se recomienda el desuso de la estructura ya que representa un posible peligro de colapso del elemento o estructura total.

2.2.6. NORMA ACI 562

La norma ACI 562, es una norma para la evaluación reparación y rehabilitación de edificaciones de concreto, en ella se trata de que la estructura antigua evaluada sea segura, equivalente al de un sistema estructural nuevo, extendiendo la vida útil de la estructura.

2.2.6.1. ¿Cuándo se requiere rehabilitación o reparación?

Modificación estructural

- Reforzamiento para nuevas cargas muertas o vivas
- Reconfiguración estructural: adiciones, escaleras, ascensores

Deterioro estructural

- Refuerzo: corrosión
- Concreto: reacción alkali-silice (ASR), ciclos de congelamiento descongelamiento.

Daño estructural

- Físico: impacto vehicular
- Incendios

Deficiencia estructural

- Errores de construcción
- Errores de diseño

2.2.6.2. Pasos para la investigación estructural - rehabilitación

A. Investigación inicial

- Revisar información disponible
 - Planos y especificaciones de la construcción original
 - Fotografías
 - Reportes pasados
 - Proyectos pasados: reparaciones, adiciones
 - Historia de mantenimiento
- Entrevistar personas que conozcan la estructura
 - Dueños
 - Arquitectos o Ingenieros que la diseñaron
 - Personal de mantenimiento

B. Evaluación de las condiciones existentes

- Observaciones visuales
 - Que está tratando de decir la estructura
 - Signos de deterioro estructural: grietas, deslaminación, desconchamientos, deflexiones o deformaciones excesivas

- Verificar información incluida en planos originales
- Exploración
 - Determinar condiciones ocultas o no visibles
 - Obtención de muestras
- Ensayos en el campo
 - No destructivos
 - Pruebas de carga
- Ensayos en el laboratorio
 - Contenido de Cloruro
 - Profundidad de Carbonatación
 - Petrografía

C. Revisión estructural

- Objetivo: identificar problemas estructurales
- Análisis estructurales considerando:
 - Como la estructura fue en realidad construida
 - Condición actual
 - Propiedades reales de los materiales
- Pruebas de carga
 - Complementar análisis estructural
 - Validar modelos estructurales
 - Verificar la efectividad del reforzamiento

D. Diagnóstico del problema y estrategia de rehabilitación

- Evaluación de Alternativas
 - Ventajas y Desventajas
 - Costos iniciales vs. costos a largo plazo
- Preparación de Documentos
 - Reportes
 - Planos y Especificaciones
- Calendario para la implementación de las reparaciones
 - Fondos disponibles, tamaño de la estructura
 - Fases: una, varias
- Programa de mantenimiento
 - Inspecciones periódicas

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El reservorio R4 de concreto armado se encuentra ubicado en la parte alta del sector mollepampa, en el barrio Santa Elena, de la ciudad de Cajamarca, provincia de Cajamarca, departamento de Cajamarca, tiene una capacidad de 1500.00 m³ y abastecía a la población de la parte baja de mollepampa.



Fotografía N° 6. Reservorio R4, ubicado en el barrio Santa Elena.

Fuente: Propia.

3.2. UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Reservorio R4 de la ciudad de Cajamarca.

3.3. PROCEDIMIENTO

Para realizar el estudio de las patologías del reservorio R4 de concreto armado de la ciudad de Cajamarca, se siguió los siguientes pasos:

3.3.1. Recopilación de información

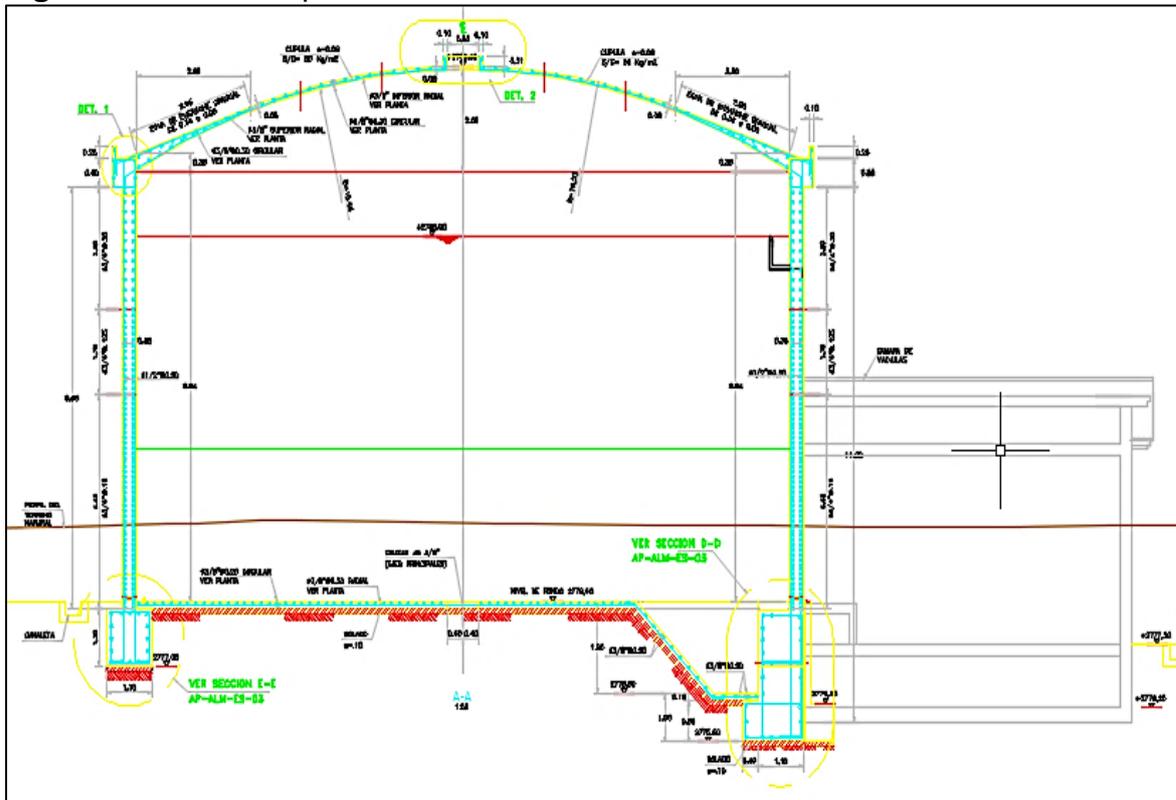
Se recopiló toda la información referente al reservorio R4, sus datos principales como:

- Radio del reservorio: 8.00 m.
- Altura del reservorio: 11.00 m.
- Caudal de abastecimiento: 90.00 lts/seg.
- Año de construcción: 2003.
- Empresa constructora: Asociación Lahmeyer – Cesel.

3.3.2. Concepción Estructural

La concepción estructural del reservorio R4, adoptada fue la siguiente, la cual se muestra en el plano N°01 con mayor detalle.

Figura N° 25. Concepción estructural del reservorio R4.



Fuente: E.P.S SEDACAJ

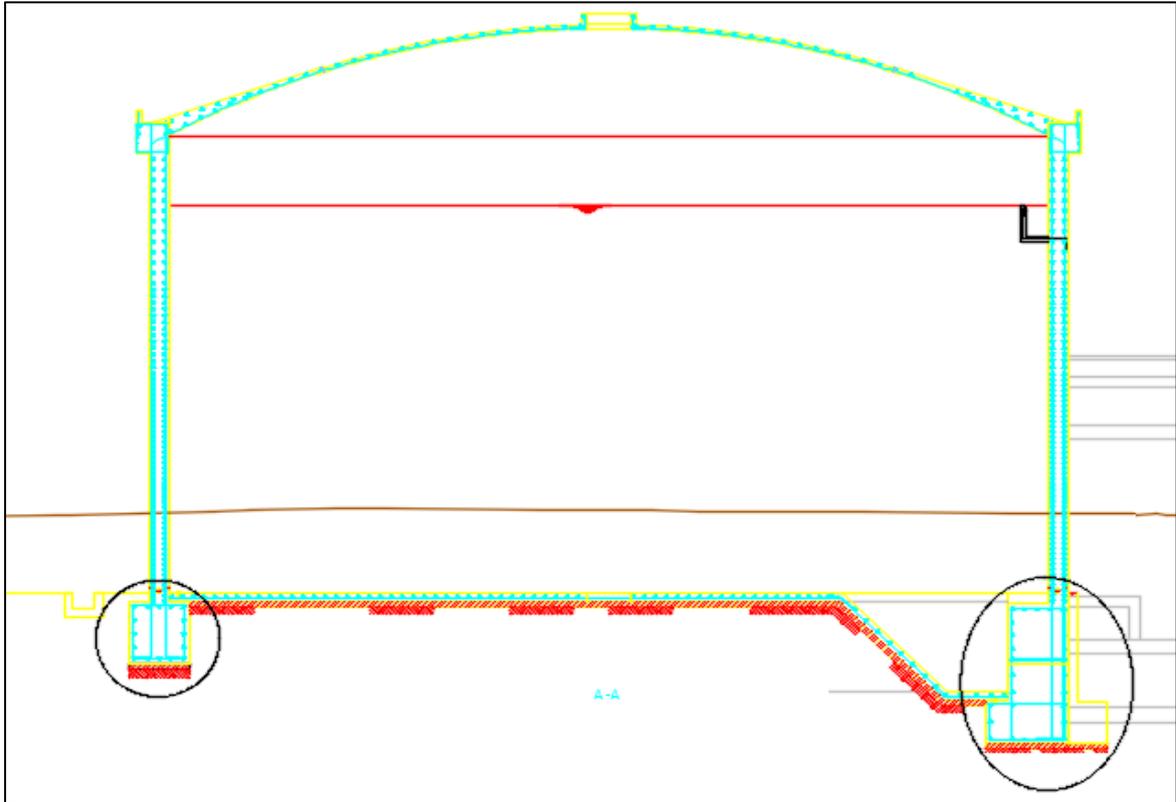
A. Anillo de cimentación

El anillo de cimentación es una estructura de concreto armado y es el lugar donde se apoya el muro, el concreto para esta estructura tiene una resistencia a la compresión de $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ (25 MPa).

La resistencia del suelo que fue adoptada para el diseño del reservorio R4, fue de 3.00 kg/cm^2 , de acuerdo a las especificaciones de los planos, pero de acuerdo al estudio de suelos para la construcción del reservorio R6 brindado por la E.P.S SEDACAJ, la capacidad portante del suelo, es de 0.57 kg/cm^2 , y está conformado en un primer estrato por arcillas limosas inorgánicas y arcillas limosas arenosas, de mediana plasticidad, con elevada proporción de grava, se encuentran consolidadas, húmedas y presentan bajo contenido de sales sulfatadas, en un segundo estrato se encuentran arenas arcillo limosas, de mediana plasticidad con apreciable proporción de grava, se encuentran medianamente densas, húmedas y presentan bajo contenido de sales sulfatadas, realizando el mejoramiento del suelo han obtenido una resistencia de 2.55 kg/cm^2 , para la construcción del reservorio R6.

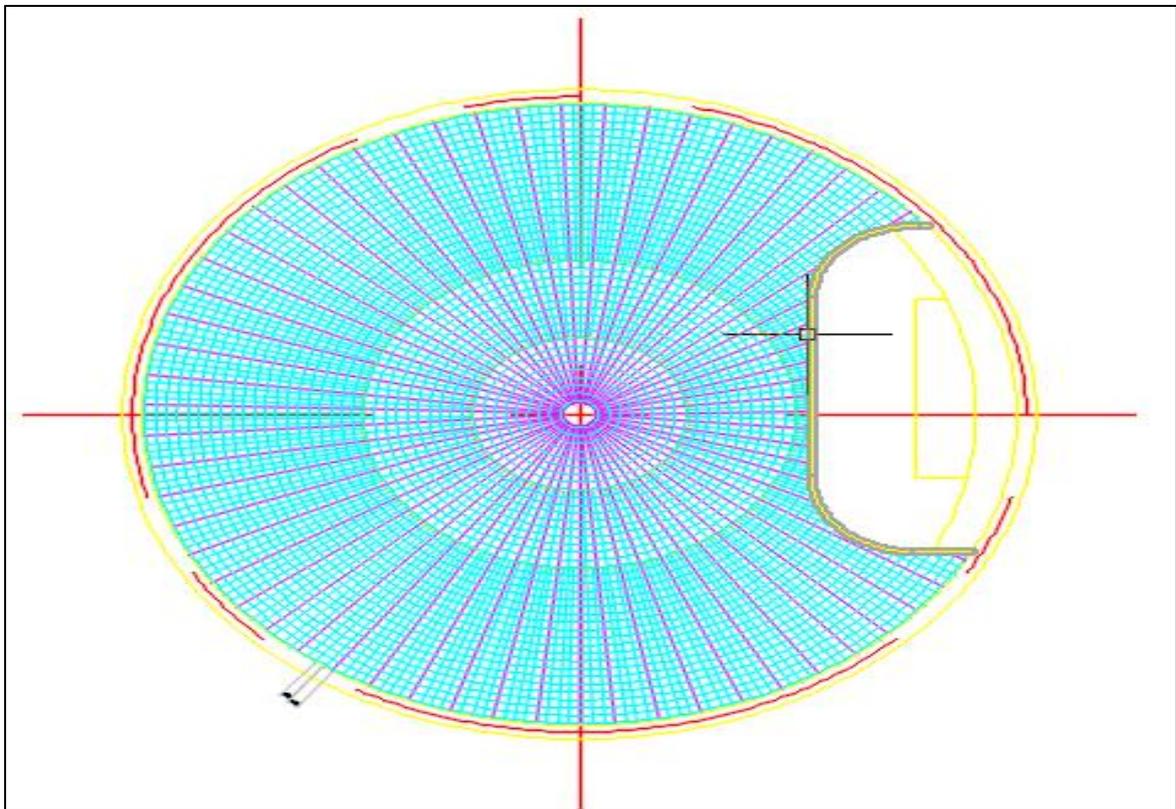
Este estudio de suelos ha sido realizado para la construcción del reservorio gemelo del R4, el R6, que se encuentra al lado del reservorio R4, ha sido realizado por el laboratorio GEOCON VIAL-INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L, y se encuentra en el anexo II de la presente investigación.

Figura N° 26. Anillo de cimentación del reservorio.



Fuente: E.P.S SEDACAJ

Figura N° 27. Detalle de armado de acero en el anillo de cimentación – Losa de fondo.

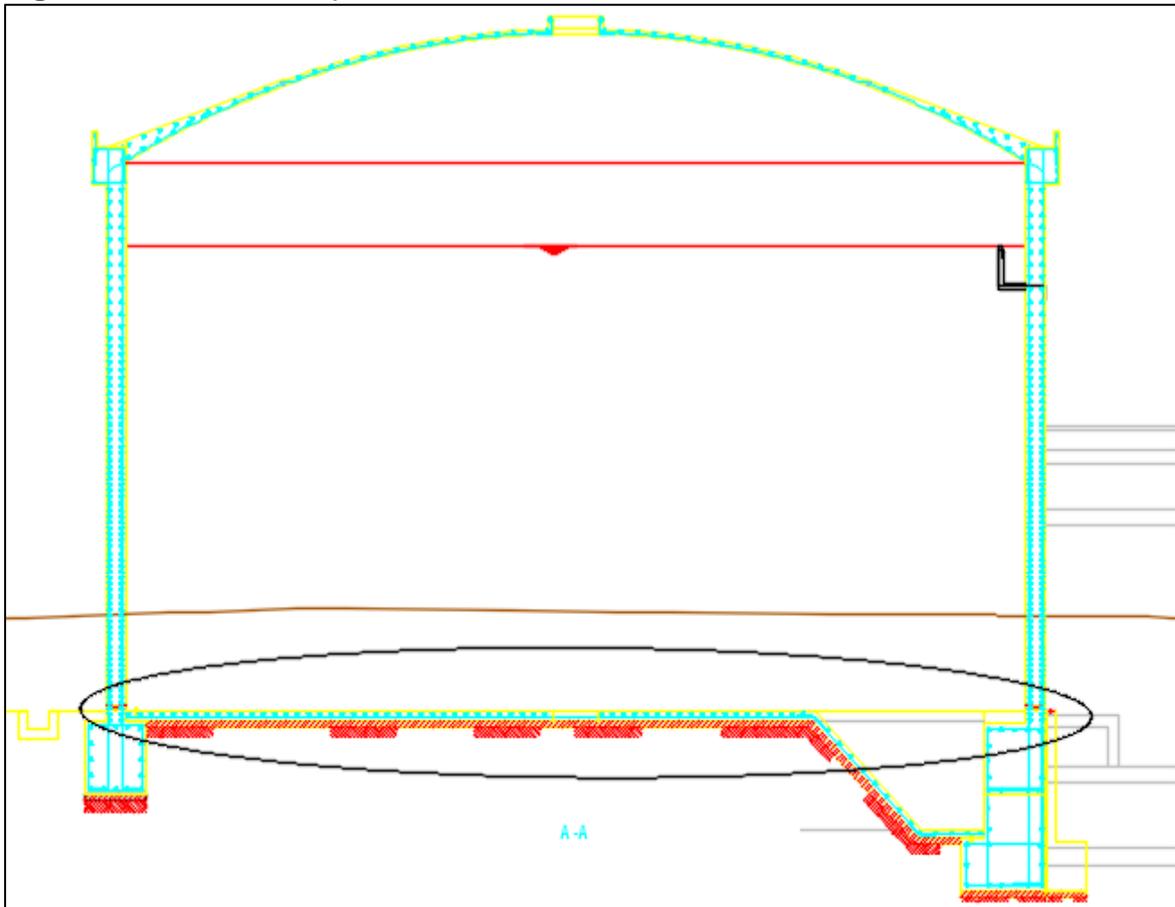


Fuente: E.P.S SEDACAJ

B. Losa de piso o de fondo

La losa de piso tiene un espesor constante de 20 cm y se encarga de distribuir el peso uniformemente del agua; es una estructura de concreto armado tiene una resistencia a la compresión de $f'c=25$ MPa (245 kg/cm²).

Figura N° 28. Losa de piso o de fondo de 20 cm.

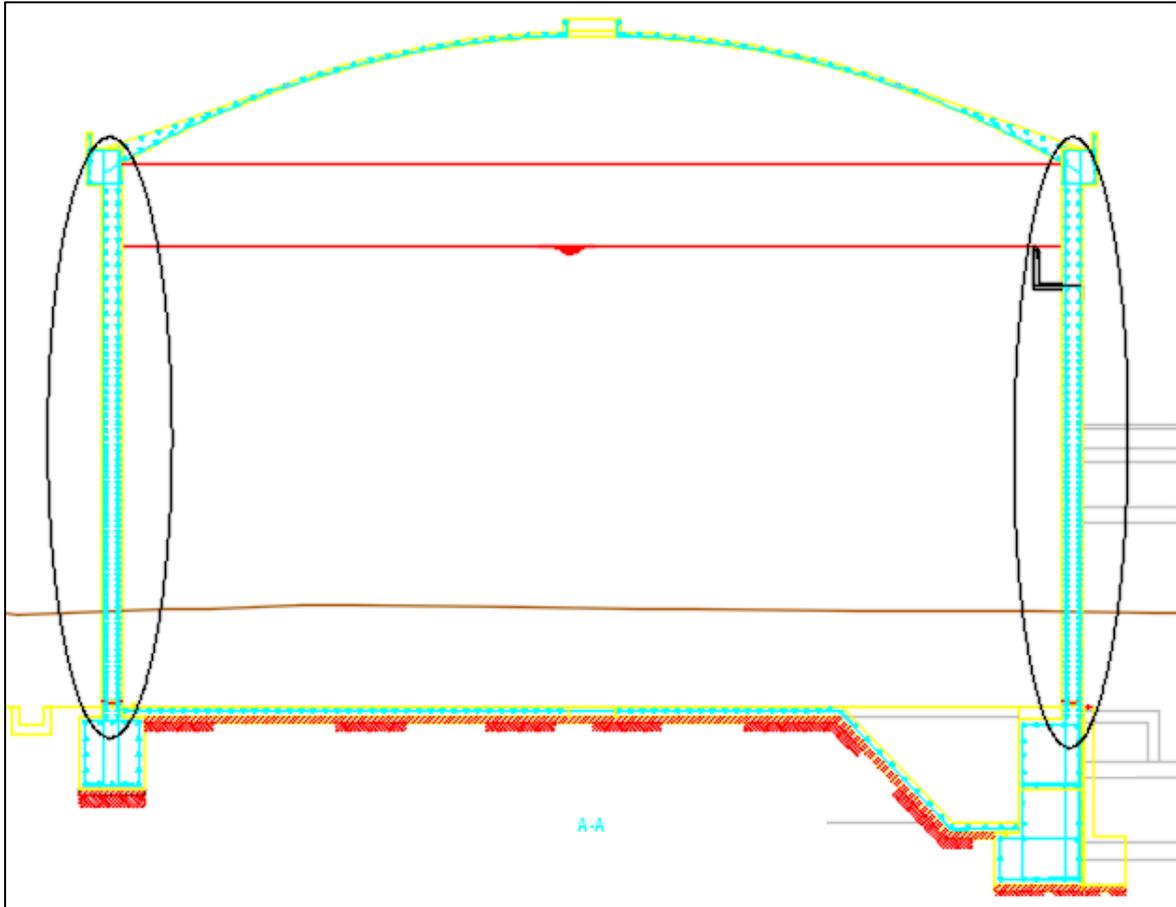


Fuente: E.P.S SEDACAJ

C. Muro principal

El muro es el principal elemento estructural pues es quien se encarga de resistir las fuerzas de tensión originadas por la presión de agua; en tanques sometidos a presión de agua se presentan dos tipos de esfuerzos a ser asumidos por el muro, estos esfuerzos son de tensión y esfuerzos de flexión, de los dos el primero es el que predomina, por lo que rige el diseño. El muro tiene un espesor de 35 cm y el concreto tiene una resistencia a la compresión de $f'c=28$ MPa (280 kg/cm²).

Figura N° 29. Pared reservorio R4 de 35 cm.



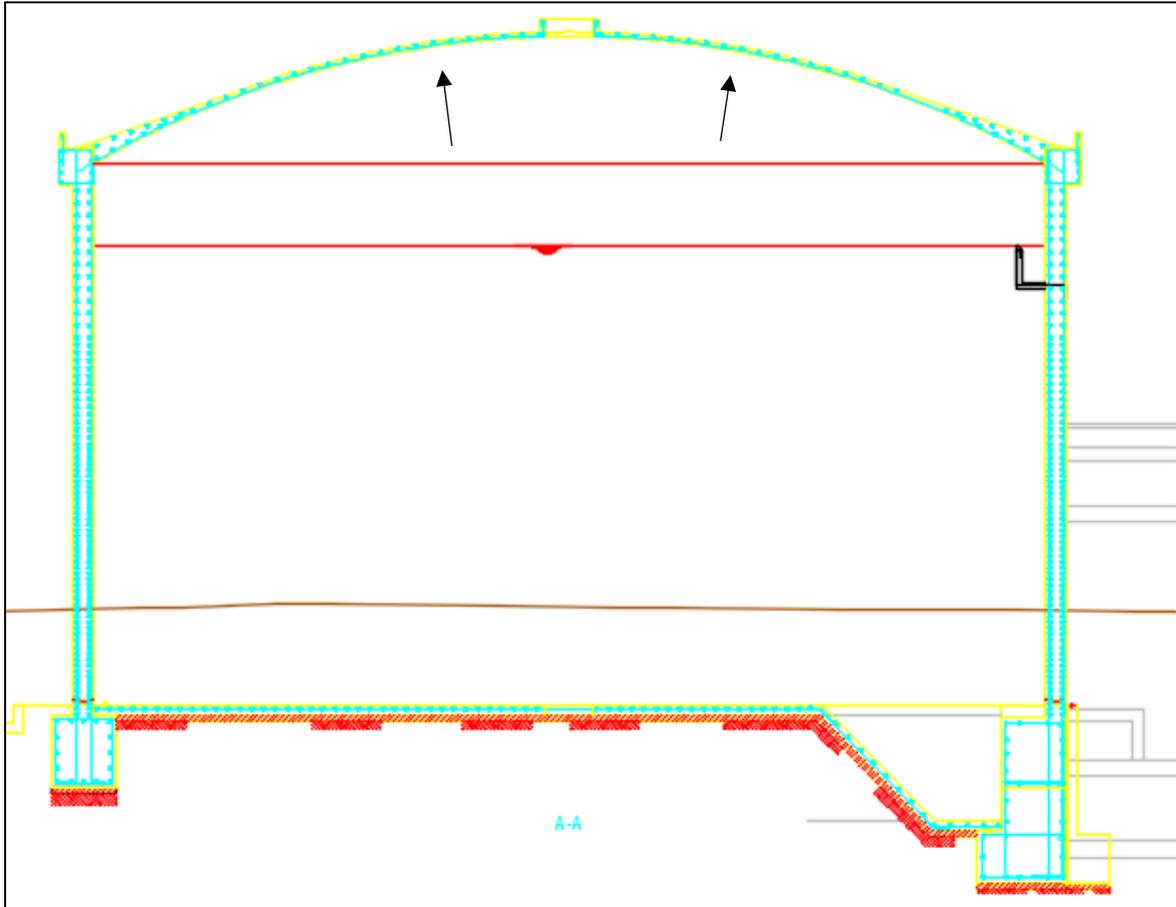
Fuente: E.P.S SEDACAJ

D. Cúpula o tapa

La Cúpula es un elemento tipo membrana de 8 cm de espesor, los esfuerzos predominantes son de compresión y estos son asumidos por el concreto. La resistencia a la compresión del concreto es de $f'c=25$ MPa (245 kg/cm²).

El reservorio R4, cuenta con un muro de contención el cual se utilizará para contener el relleno existente entre el acceso interior del reservorio y la plataforma ubicada alrededor del tanque, este es un gavión de caja.

Figura N° 30. Cúpula del tanque.



Fuente: E.P.S SEDACAJ

3.3.3. Observación en campo y toma de datos

En la fase de campo se realizó una inspección de la estructura, siendo la principal herramienta la inspección visual y la toma de fotografías, de las partes más importantes, como son la losa de piso, las paredes y la tapa, en cada una de ellas se analizarán las fisuras presentes, que son la unidad de análisis, otros posibles defectos que existieran.

Las unidades de análisis del reservorio serán las paredes del tanque, la losa de fondo, y la tapa del tanque, en esta parte mediremos las fisuras que se encuentren en estos elementos estructurales, estos datos tomados nos servirán para poder determinar el origen de las fisuras y sus posibles consecuencias que puedan tener, se determinaran si estas fisuras, representan un peligro alto, medio o bajo para la estructura, y de esta manera poder plantear una solución adecuada de reparación.

3.3.4. Procesamiento de datos en gabinete y análisis de datos

Luego del realizar el levantamiento de toda la información y detalles necesarios del reservorio, se realizó el análisis en gabinete, tratando de conocer como se ha desarrollado el proceso patológico, determinando el origen y la causa de las fisuras, cuál es su evolución y en qué situación actual se encuentran, además determinar que peligro representan estas para la estructura, con ello se procede a un diagnóstico y al planteamiento de alternativas de solución.

3.3.5. Diagnóstico

El diagnóstico es el resultado de la inspección, contiene toda la información recolectada durante la fase de toma de datos, con una descripción detallada y con conclusiones de las fallas detectadas en la estructura.

3.3.6. Intervención

Esta actividad depende del diagnóstico que se obtenga, ya que aquí se planificará el reforzamiento y reparación de la estructura por ser una estructura de vital importancia para el abastecimiento de agua para la población.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN

3.4.1. Técnicas

Se siguió el siguiente plan de actuación para poder determinar la situación actual del reservorio y de esta manera realizar su evaluación:

A. Evaluación

Para la evaluación de la estructura, se inspeccionará cada uno de sus elementos estructurales, que ya fueron mencionados anteriormente.

B. Identificación

En esta parte se detectó defectos en el reservorio en:

a. El anillo de cimentación

En el anillo de cimentación no se encontró defectos mayores, el suelo de acuerdo al estudio de suelos que se encuentra en el anexo II, tiene una capacidad portante

de 0.57 kg/cm^2 y está compuesto principalmente por arcillas con alto contenido de grava, para el diseño de la cimentación del reservorio R4 se ha considerado una capacidad portante del suelo de 3.00 kg/cm^2 , como lo indican las especificaciones en el plano N°01 del anexo 04.

b. Losa de piso

En la losa de piso se encontraron múltiples fisuras de 0.1 mm de grosor, además se encontró que la junta se ha aperturado después de la construcción monolítica de la losa de fondo y de las paredes del tanque, lo cual no es adecuado para el caso de estructuras de concreto armado que contienen agua, debido a la vibración del equipo utilizado para el cortado se generan grietas en la vecindad de los cortes.

Se realizó ensayo con esclerómetro en tres puntos de la losa y se obtuvo los siguientes datos 316 kg/cm^2 , 308 kg/cm^2 , 308 kg/cm^2 , que se muestran en el anexo III de la presente investigación, a estos datos se calcula el 80%, lo que será la resistencia del concreto con lo que se obtiene 253 kg/cm^2 , 247 kg/cm^2 , 253 kg/cm^2 , respectivamente de cada lectura.

De acuerdo al estudio de suelos brindado por la E.P.S SEDACAJ, la resistencia del suelo es de 0.57 kg/cm^2 , pero para el diseño del reservorio R4 se ha considerado 3.00 kg/cm^2 , el suelo está compuesto principalmente por arcillas con alto contenido de grava.



Fotografía N° 7. Fisuras considerables mayores a 0.1 mm en la losa de fondo.

Fuente: Propia



Fotografía N° 8. Descascaramiento del sello de poliuretano.

Fuente: Propia



Fotografía N° 9. Levantamiento de la losa de fondo por apertura de la junta.

Fuente: Propia



Fotografía N° 10. Levantamiento de la losa de fondo y descascaramiento del sello de poliuretano.

Fuente: Propia



Fotografía N° 11. Resanes en la losa de fondo.

Fuente: Propia

c. Pared del reservorio

En la pared del reservorio se han encontrado fisuras de pequeño grosor, pero las fisuras de mayor tamaño se han encontrado cerca de la unión con la losa de fondo, ya que esta al ser aperturada, luego de la construcción monolítica losa - pared, ha debilitado el concreto aledaño a este corte en la pared del reservorio, se ha untado con el sellante elástico de poliuretano, pero como se puede ver este se está descascarando.

Se realizó ensayo con esclerómetro en tres puntos de la pared y se obtuvo los siguientes datos 378 kg/cm^2 , 385 kg/cm^2 , 378 kg/cm^2 , que se muestran en el anexo III de la presente investigación, a estos datos se calcula el 80%, lo que será la resistencia del concreto con lo que se obtiene 303 kg/cm^2 , 308 kg/cm^2 , 303 kg/cm^2 , respectivamente de cada lectura.



Fotografía N° 12. Detalle de la junta y del sello elástico de poliuretano losa pared.
Fuente: Propia



Fotografía N° 13. Fisuras en la pared del reservorio y oxidación.

Fuente: Propia

d. Tapa del reservorio

En la tapa del reservorio no se encontró problemas patológicos considerables que afecten a la seguridad del reservorio, solo se encontró que la pintura exterior se está descascarando por acciones climáticas.

Se realizó ensayo con esclerómetro en tres puntos de la cúpula y se obtuvo los siguientes datos 336 kg/cm^2 , 336 kg/cm^2 , 322 kg/cm^2 , que se muestran en el anexo III de la presente investigación, a estos datos se calcula el 80%, lo que será la resistencia del concreto con lo que se obtiene 269 kg/cm^2 , 269 kg/cm^2 , 258 kg/cm^2 , respectivamente de cada lectura.

e. Muro de contención

El muro de contención es del tipo gavión caja, el cual sirve como una estructura de soporte y contiene los empujes del terreno, el muro se encuentra en buen estado, no presenta deformaciones, la piedra grande se encuentra en buen estado y la malla hexagonal de zinc con aluminio se encuentra en buen estado.

Precedente

El gavión en el año 2007, había sufrido un fuerte empuje del terreno, el cual había hecho que este se deformara, pero no colapsara, se apuntaló el muro, para frenar el empuje del terreno y evitar el colapso del gavión, luego se realizaron los trabajos de reparación del muro con lo cual el muro recupero su forma y su resistencia estructural.



Fotografía N° 14. Vista del gavión colapsado en el año 2007, por empuje del terreno.

Fuente: E.P.S SEDACAJ.



Fotografía N° 15. Deformación del gavión por empuje del terreno en el año 2007.

Fuente: E.P.S SEDACAJ.



Fotografía N° 16. Deslizamiento del terreno, en la parte superior del gavión, año 2007.

Fuente: E.P.S SEDACAJ.

Se realizó la reconstrucción del muro, recuperando su forma inicial, y resistencia adecuada para resistir los empujes del terreno, se realizó un estudio de mecánica de suelos, del cual se obtenía los siguientes datos, después de la inspección en campo y realizar los ensayos en laboratorio:

- El macizo rocoso está formado por roca arenisca fracturada y alterada, con aceptable resistencia producto de la meteorización superficial causada por un clima seco.
- El suelo del lugar consiste mayormente en un depósito de arcillas de alta a mediana plasticidad, existiendo en el lugar algunos rellenos sin control de densidad alguno.
- En el lugar existen infiltraciones de agua del subsuelo debido a las juntas y fracturas del macizo rocoso.
- Con estos datos se realizaron recomendaciones de mejoramiento del terreno en el cual se iba a cimentar y construir el muro gavión.



Fotografía N° 17. Reparación del muro de contención, año 2007.
Fuente: E.P.S SEDACAJ.



Fotografía N° 18. Muro reparado, año 2007.
Fuente: E.P.S SEDACAJ.



Fotografía N° 19. Vista del muro en la actualidad.

Fuente: Propia.



Fotografía N° 20. Estado del muro en la actualidad.

Fuente: Propia.

3.4.2. Instrumentos de recolección

Algunos de los instrumentos que se utilizaron para recolectar los datos en campo de la presente investigación, serán los siguientes:

- Observación directa. Se observará la estructura para identificar las patologías (fisuras), que presenta el tanque, tanto en las paredes, losa de fondo y tapa de la estructura, así como también algunas que se puedan identificar en los alrededores del reservorio, y también en el muro de contención.
- Cámara digital. Para tener una base de respaldo en imágenes fotográficas que respalden la veracidad de la investigación.
- Wincha. Para realizar mediciones de las fisuras, largo, ancho.
- Regla graduada. Para tener mayor precisión en la medición de las fisuras.
- Cuaderno de notas. En este cuaderno se anotarán algunos datos importantes sobre las fallas encontradas.

CAPÍTULO IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DEL PROCESO

El análisis de datos se hizo disponiendo la información levantada en campo de las patologías estructurales encontradas en el reservorio R4, y se muestran en los cuadros siguientes.

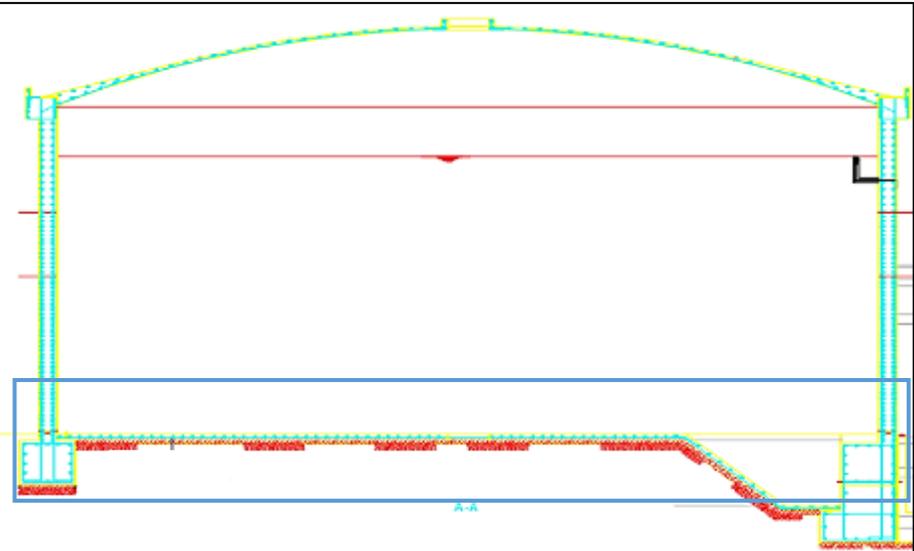
4.2. EVALUACIÓN Y CHEQUEO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA ESTRUCTURA DEL RESERVORIO R4 DE CONCRETO ARMADO.

4.2.1. Objetivo

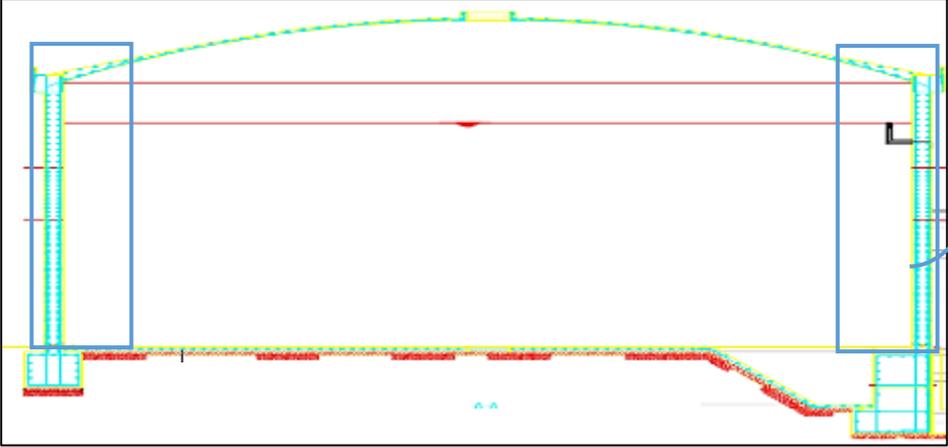
La evaluación estructural del reservorio R4, tiene el siguiente objetivo:

- Verificar el estado actual del reservorio, de acuerdo a los planos, especificaciones recopiladas y ensayos realizados.
- Plantear una posible alternativa de reparación del reservorio, la cual debe ser verificada por especialistas al momento de su ejecución.

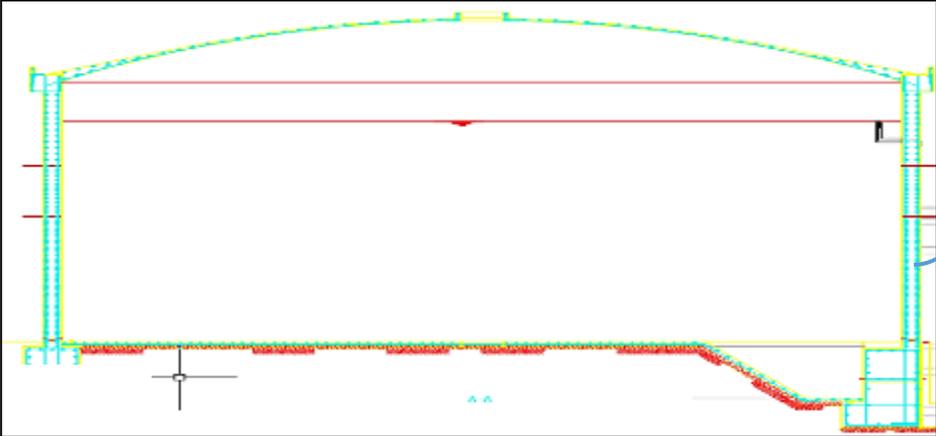
Cuadro N° 1. Inspección en losa de fondo.

LESIÓN:	Fisuras en la losa de fondo del tanque.	NIVEL DE RIESGO:	Alto.
ELEMENTOS AFECTADOS:	Losa de fondo del tanque.	TIPO DE CAUSA:	Indirecta – Proceso constructivo
		<p>Fallas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se observó fisuración de la losa de fondo en un ancho mayor al permisible 0.1 mm de espesor. - Levantamiento de la losa por apertura de junta. <p>Causas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Asentamientos diferenciales en el terreno. - Mala dosificación del concreto. - Retracción hidráulica del concreto. - Corte de la losa para apertura de junta. 	
		<ul style="list-style-type: none"> - Los movimientos relativos de la losa, por acción del peso del agua cuando se llena y se vacía el tanque respectivamente, causan el descascaramiento del sello de poliuretano. de la losa, cuando se llena y se vacía el tanque, por el peso del agua. - No se colocó la junta waterstop, por haber sido aperturada la junta después del vaciado monolítico y la fisuración no se puede controlar con el sellado con poliuretano. - De acuerdo al ensayo con esclerómetro se obtuvo una resistencia del concreto de 247 kg/cm². 	

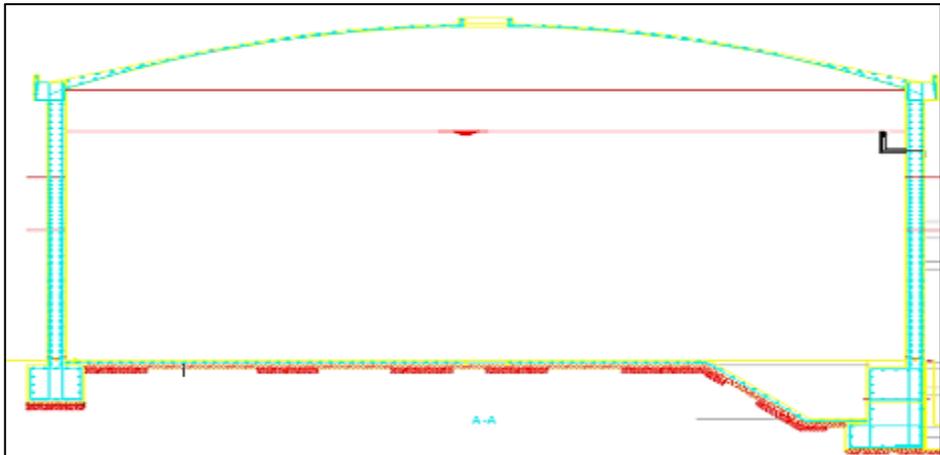
Cuadro N° 2. Inspección pared del reservorio.

LESIÓN:	Fisuramiento y resquebrajamiento de la pared.	NIVEL DE RIESGO:	Medio.
ELEMENTOS AFECTADOS:	Cara interior del muro del reservorio.	TIPO DE CAUSA:	Indirecta – Proceso constructivo.
		<p>Fallas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fisuramiento en la pared y descascaramiento del concreto con oxidación. <p>Causas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Junta aperturada, luego del vaciado monolítico de la losa y pared del reservorio, con el realizado del corte se genera vibraciones que generan grietas en la vecindad del corte realizado, materiales de mala calidad, metales presentes en el agua. 	
		<ul style="list-style-type: none"> - Fisuración de la pared, y resquebrajamiento del concreto en la base de la pared - Alta oxidación en la pared. - De acuerdo al ensayo con esclerómetro se obtuvo una resistencia del concreto de 303 kg/cm². 	

Cuadro N° 3. Inspección en la pared externa del reservorio.

LESIÓN:	Descascaramiento de la pintura exterior de la pared del reservorio	NIVEL DE RIESGO:	Baja.
ELEMENTOS AFECTADOS:	Pared externa del reservorio.	TIPO DE CAUSA:	Directa - Condiciones atmosféricas.
		<p>Fallas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Descascaramiento de la pintura exterior del reservorio. - Descascaramiento excesivo de la pintura exterior en la parte baja del reservorio. <p>Causas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Condiciones atmosféricas normales, lluvia, calor, humedad. - Presencia de humedad en la parte exterior del reservorio, posibles filtraciones. 	
		<ul style="list-style-type: none"> - El descascaramiento de la pintura exterior de la pared del tanque afecta a todo el contorno, pero no representa una falla considerable para el tanque, se debe tener cuidado con el descascaramiento de la pintura en la parte baja ya que esto puede representar posibles filtraciones del tanque al exterior. - De acuerdo al ensayo con esclerómetro se obtuvo una resistencia del concreto de 303 kg/cm². 	

Cuadro N° 4. Inspección en la cúpula del reservorio.

LESIÓN:	Descascaramiento de la pintura de la tapa del reservorio.	NIVEL DE RIESGO:	Bajo.
ELEMENTOS AFECTADOS:	Tapa del tanque.	TIPO DE CAUSA:	Directa - Condiciones atmosféricas.
		<p>Fallas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Descascaramiento de la pintura de la tapa del reservorio. - Pequeñas fisuras en la tapa que no afectan estructuralmente al tanque. <p>Causas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Condiciones atmosféricas normales, lluvia, calor, humedad. 	
		<ul style="list-style-type: none"> - El descascaramiento de la pintura exterior de la tapa del tanque afecta a todo el contorno, pero no representa una falla considerable para el tanque, más que estético. - De acuerdo al ensayo con esclerómetro se obtuvo una resistencia del concreto de 258 kg/cm². 	

Cuadro N° 5. Inspección en el muro de contención – Gavión.

LESIÓN:	Empujes del terreno al gavión.	NIVEL DE RIESGO:	Bajo
ELEMENTOS AFECTADOS:	Muro de contención – Gavión.	TIPO DE CAUSA:	Indirecta – Empuje del terreno.
		<p>Fallas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Deformaciones en el muro de contención. 	
		<p>Causas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Empujes del terreno. - Asentamientos diferenciales del terreno. 	
 <p data-bbox="365 1284 907 1318">Estado actual del muro de contención</p>		 <p data-bbox="1294 1284 1899 1318">Muro de contención luego de ser reparado</p>	

De los cuadros anteriores se resume las fallas y los elementos afectados en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 6. Resumen de las patologías encontradas en el reservorio.

Elemento afectado	Falla	Nivel de riesgo	Tipo de causa
Losa de fondo	<ul style="list-style-type: none"> - Fisuración excesiva. - Descascaramiento del sello de poliuretano en la junta (pared – losa vaciada monolíticamente). - Levantamiento de losa de fondo, por la acción del peso del agua y suelo compuesto de arcillas con grava, con capacidad portante de 0.57 kg/cm². - Resistencia del concreto de la losa de fondo de acuerdo al ensayo con esclerómetro: 247 kg/cm² 	<p style="text-align: center;">ALTO</p> <p style="text-align: center;">Afecta a la seguridad y funcionamiento de la estructura</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Indirecta (construcción - diseño).
Pared interna	<ul style="list-style-type: none"> - Fisuración. - Deslaminaciones del concreto en la parte baja del reservorio. - Oxidación en la pared del reservorio. - Oxidación de la escalera de ingreso al interior del reservorio. 	<p style="text-align: center;">Medio</p> <p style="text-align: center;">No afecta gravemente al funcionamiento y seguridad de la estructura.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Indirecta (construcción).

	<ul style="list-style-type: none"> - Resistencia del concreto de la pared de acuerdo al ensayo con esclerómetro: 303 kg/cm² 		
Pared externa	<ul style="list-style-type: none"> - Descascaramiento de la pintura, en la pared externa del reservorio, especialmente en la parte baja del tanque. - Resistencia del concreto de la pared de acuerdo al ensayo con esclerómetro: 303 kg/cm². 	<p style="text-align: center;">Bajo</p> <p>No afecta al funcionamiento o seguridad de la estructura.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Directa (condiciones atmosféricas). - Humedad del tanque.
Cúpula	<ul style="list-style-type: none"> - Descascaramiento de la pintura, en la tapa del reservorio. - Fisuras de espesor mínimo en la tapa. - Resistencia del concreto en la cúpula del reservorio de acuerdo al ensayo con esclerómetro: 258 kg/cm² 	<p style="text-align: center;">Bajo</p> <p>No afecta al funcionamiento o seguridad de la estructura.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Directa (condiciones atmosféricas).

4.2.2. Discusión de las patologías encontradas

- La principal lesión se encuentra en la losa de fondo, debido al corte de la losa, para la junta de separación entre la losa y la pared del reservorio, la cual ha sido sellada con poliuretano, pero los movimientos relativos de la losa en el ciclo de llenado y vaciado del agua, y por acción del suelo han provocado que este se descascare, lo cual produce la fuga de agua hacia el exterior. La resistencia del concreto obtenido con esclerómetro es de 247 kg/cm^2 , lo cual es un poco mayor que la resistencia original del diseño que fue de 245 kg/cm^2 , la patología en la losa de fondo es debida a un mal diseño estructural, en donde no ha sido considerada y ha tenido que ser aperturada en la construcción.
- En la pared se encuentran fisuras de pequeño espesor, en la parte baja se encontró algunas deslaminaciones del concreto, y en todo el contorno de la pared se vio presencia de óxido, la escalera interior de ingreso al reservorio se encuentra oxidada totalmente pero aun soporta el peso de las personas para su ingreso, pero se recomienda que debería ser cambiada. La resistencia del concreto de la pared es de 303 kg/cm^2 , de acuerdo al ensayo con esclerómetro, lo cual es mayor que el de su diseño original de 280 kg/cm^2 , con lo cual el concreto se encuentra en buen estado.
- En la cúpula se encuentran fisuras de pequeño espesor, lo cual no afecta a la estructura, el concreto de la cúpula tiene una resistencia de 258 kg/cm^2 , de acuerdo al ensayo con esclerómetro, este valor es mayor que el de su diseño original de 245 kg/cm^2 , con lo cual el concreto se encuentra en buen estado.
- En la parte externa de la pared y en la cúpula se ha encontrado descascaramiento de la pintura lo cual se debe a acciones directas, como consecuencia del clima, la lluvia, el sol, etc., pero estas patologías son solo estéticas y no afectan al funcionamiento de la estructura.

4.2.3. Alternativa de solución

Después de realizar la evaluación en el reservorio se plantea una posible solución, la cual para ser ejecutada debe ser analizada por especialistas, para la correcta ejecución:

“DISEÑAR UNA LOSA DE CONCRETO ARMADO ANCLADA SOBRE LA LOSA EXISTENTE Y LUEGO FORRAR INTERNAMENTE EL RESERVORIO CON UN GEOSINTETICO CONSISTENTE EN MANTAS ASFÁLTICAS”

A. Manta asfáltica

Es una membrana impermeabilizante constituida por una estructura interna de geomembrana no tejido de poliéster, impregnado con asfaltos modificados con polímeros.

Es un producto, flexible, capaz de adaptarse a las formas del terreno o superficies. Además, es durable debido a su composición polimérica, soporta grandes elongaciones y permite movimientos o asentamientos diferenciales sin perder sus propiedades hidráulicas.

B. Modelamiento estructural del reservorio R4 en SAP 2000

Para poder realizar, la alternativa de solución N° 01, primero se ha modelado la estructura del Reservorio R4, utilizando el programa SAP 2000, en donde se ha introducido toda la estructura y las cargas solicitantes que actúan en ella, los datos que se han utilizado para el modelamiento son los siguientes:

a. Características geométricas

- Radio: 8.00 m.
- Altura del agua: 7.50 m.
- Altura total de la estructura: 11.00 m.
- Espesor de las paredes: 0.35 m.
- Espesor de la cúpula del reservorio: 0.08 m.
- Espesor de la nueva losa a construir: 0.25 m.
- Viga de corona en el borde del reservorio: 0.60 x 0.60 m.

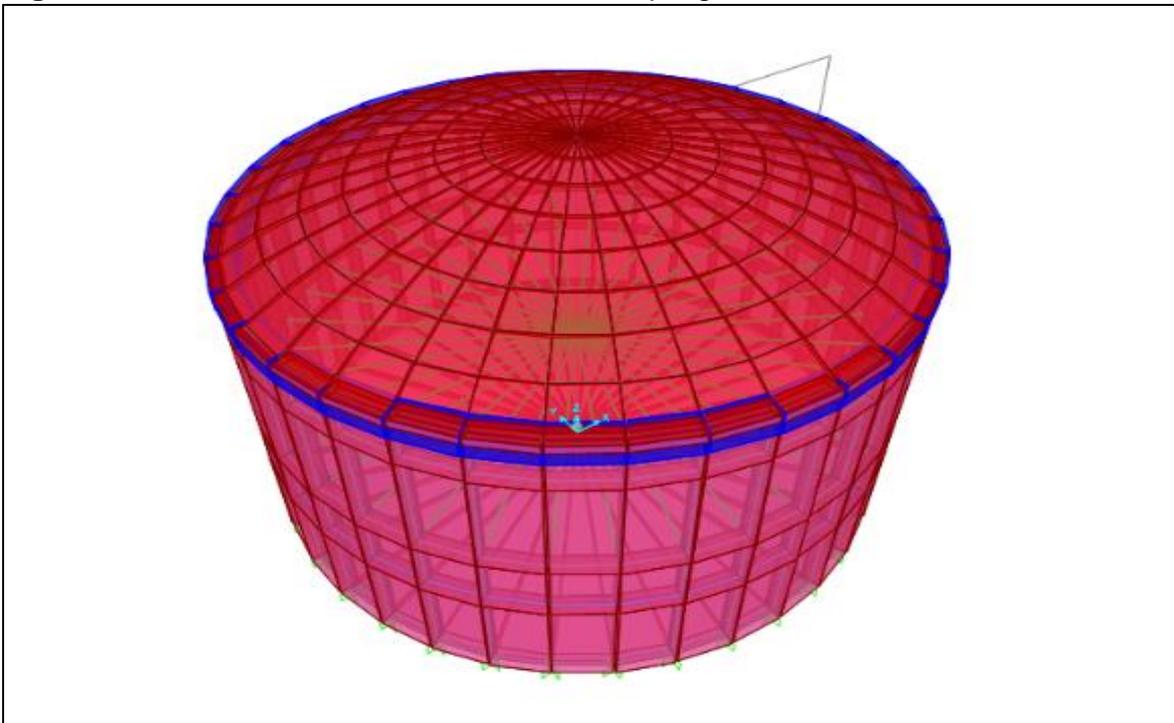
b. Características estructurales

Estas características son adoptadas de los planos, especificaciones recopiladas y de los ensayos

- Resistencia del concreto en las paredes del reservorio: $f'c=303 \text{ kg/cm}^2$.
- Resistencia del concreto en la cúpula y en la losa de fondo: $f'c=258 \text{ kg/cm}^2$, 247 kg/cm^2 respectivamente.
- Acero de refuerzo: $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$.

Una vez ingresado todos estos datos en el programa se realiza el modelamiento de la estructura y se lo tiene de la siguiente manera:

Figura N° 31. Reservorio R4 modelado en el programa SAP 2000.



Fuente: Propia.

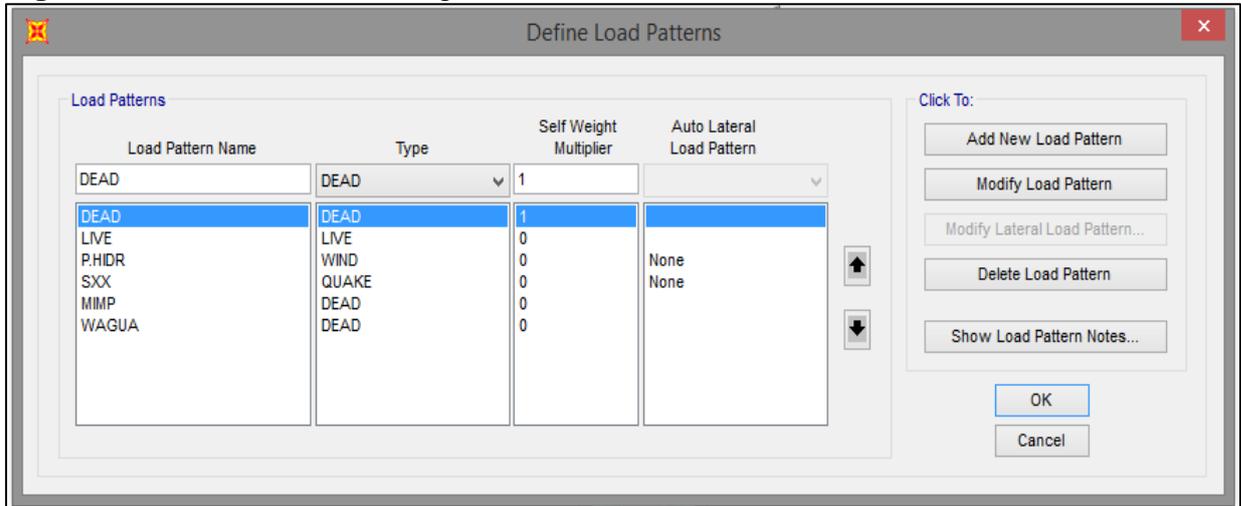
En la figura N°31 se observa el reservorio modelado con elementos Shell.

Luego se asignan las cargas a los elementos y se realizan las combinaciones de carga, se ha realizado el modelamiento utilizando la norma ACI 350 diseño sísmico de estructuras contenedoras de líquidos, para el cálculo de la masa impulsiva y la masa compulsiva, las cargas son las siguientes:

- Peso muerto de la estructura, el cual es el peso propio de la estructura.

- Se ha asignado una carga viva a la cúpula del reservorio de 100 kg/cm².
- Se ha considerado la carga de presión, que genera el agua del reservorio, tanto en las paredes como en la losa de fondo.

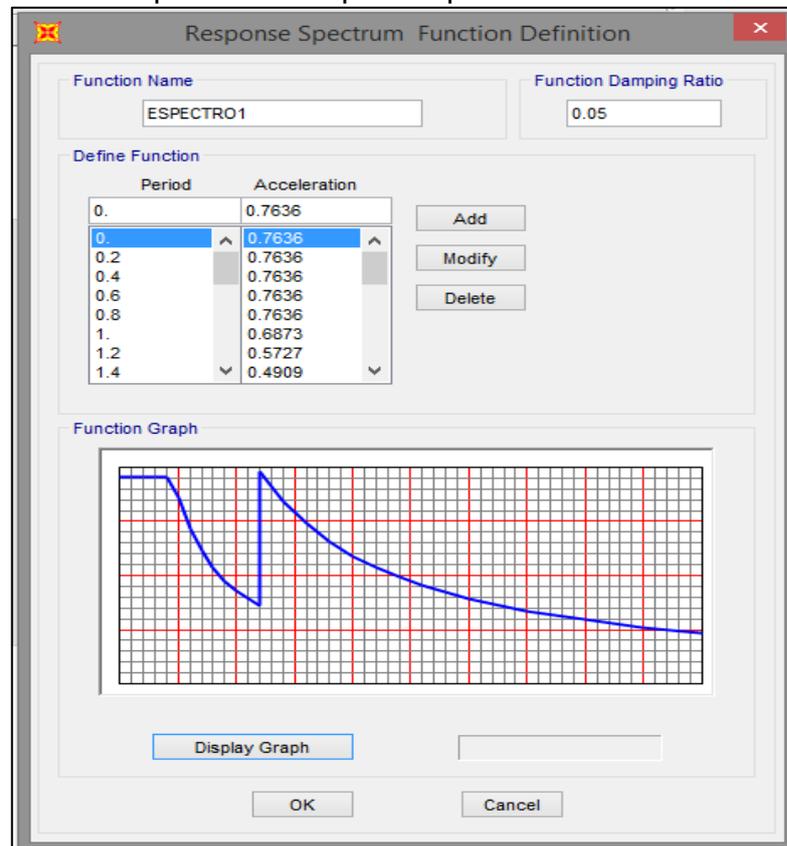
Figura N° 32. Creación de cargas en SAP 2000.



Fuente: Propia.

- Se ha considerado una carga de sismo dinámico, se ha utilizado el espectro de respuesta en base a la norma RNE E.030.

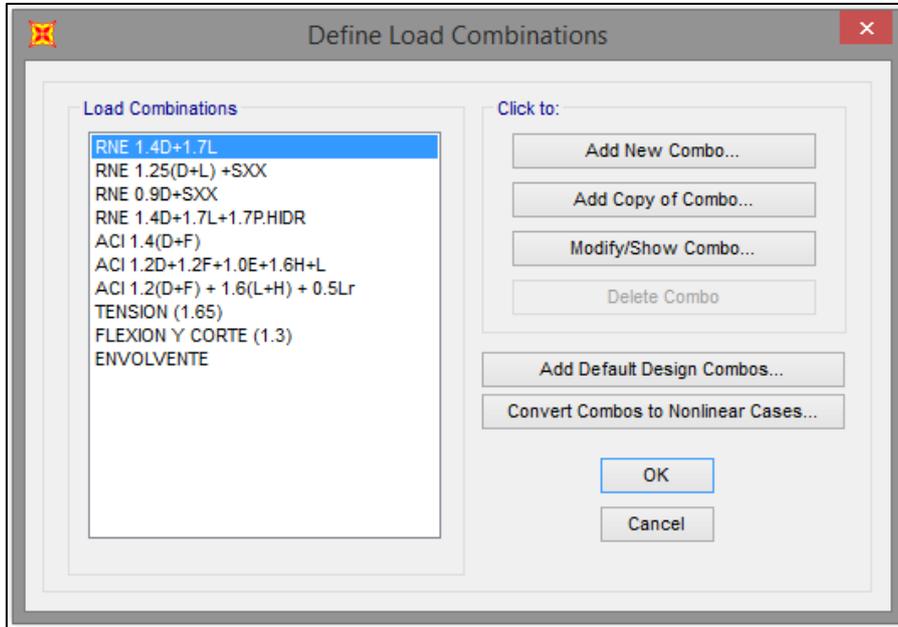
Figura N° 33. Espectro de respuesta para sismo dinámico SAP 2000.



Fuente: Propia.

- Se han considerado combinaciones de carga tanto del RNE, así como del ACI.
- Se ha considerado una envolvente de cargas totales, una envolvente de corte y una envolvente de flexión.

Figura N° 34. Creación de combinaciones de carga en SAP 2000.



Fuente: Propia.

- Se ha modelado la masa impulsiva, asignada en las paredes del reservorio y resortes de la masa convectiva en el reservorio, los valores se los ha obtenido de las siguientes fórmulas:

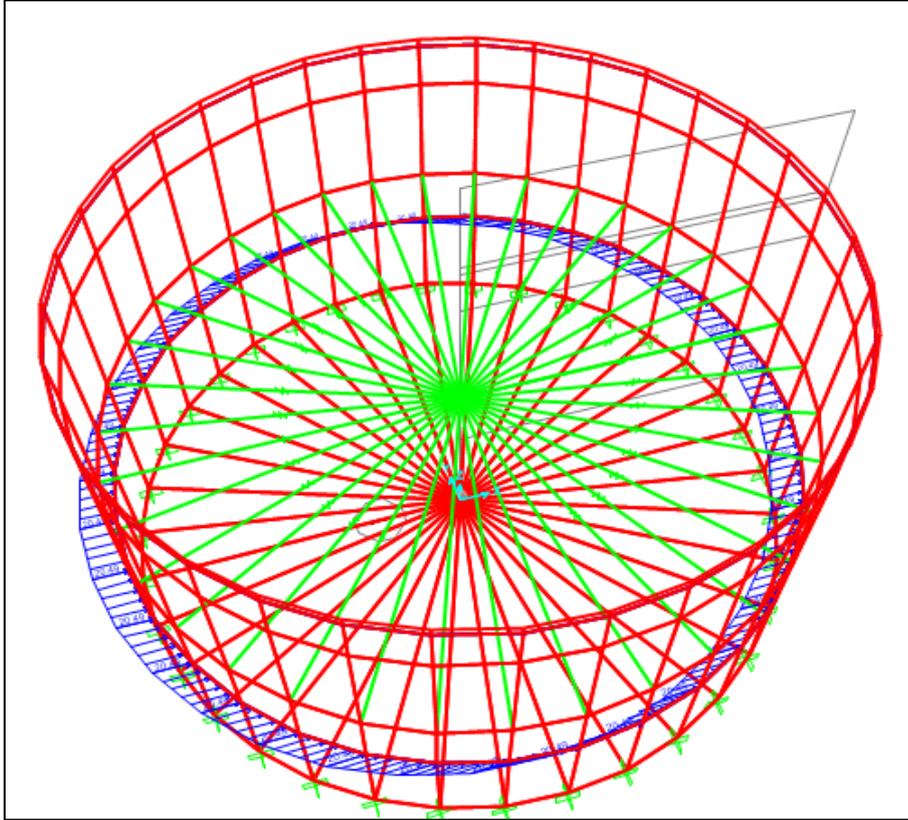
$$\frac{W_I}{W_L} = \frac{\tanh \left[0.866 * \left(\frac{D}{H_L} \right) \right]}{0.866 * \left(\frac{D}{H_L} \right)}$$

$$\frac{W_C}{W_L} = 0.230 * \left(\frac{D}{H_L} \right) * \tanh \left[3.68 * \left(\frac{H_L}{D} \right) \right]$$

Los resultados de los cálculos para la masa impulsiva y convectiva son:

Wi/WI	0.52
Wc/WI	0.46
masa Impulsiva	78.75
masa convectiva	70.41

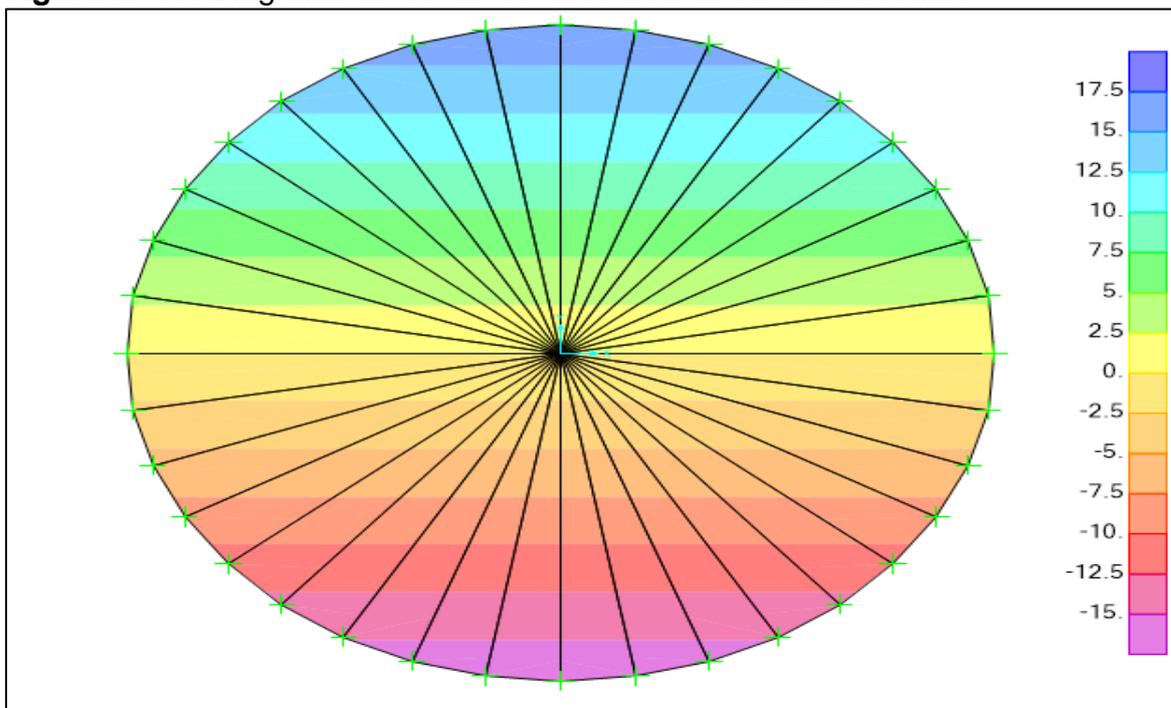
Figura N° 35. Masa impulsiva y convectiva en el reservorio R4.



Fuente: Propia.

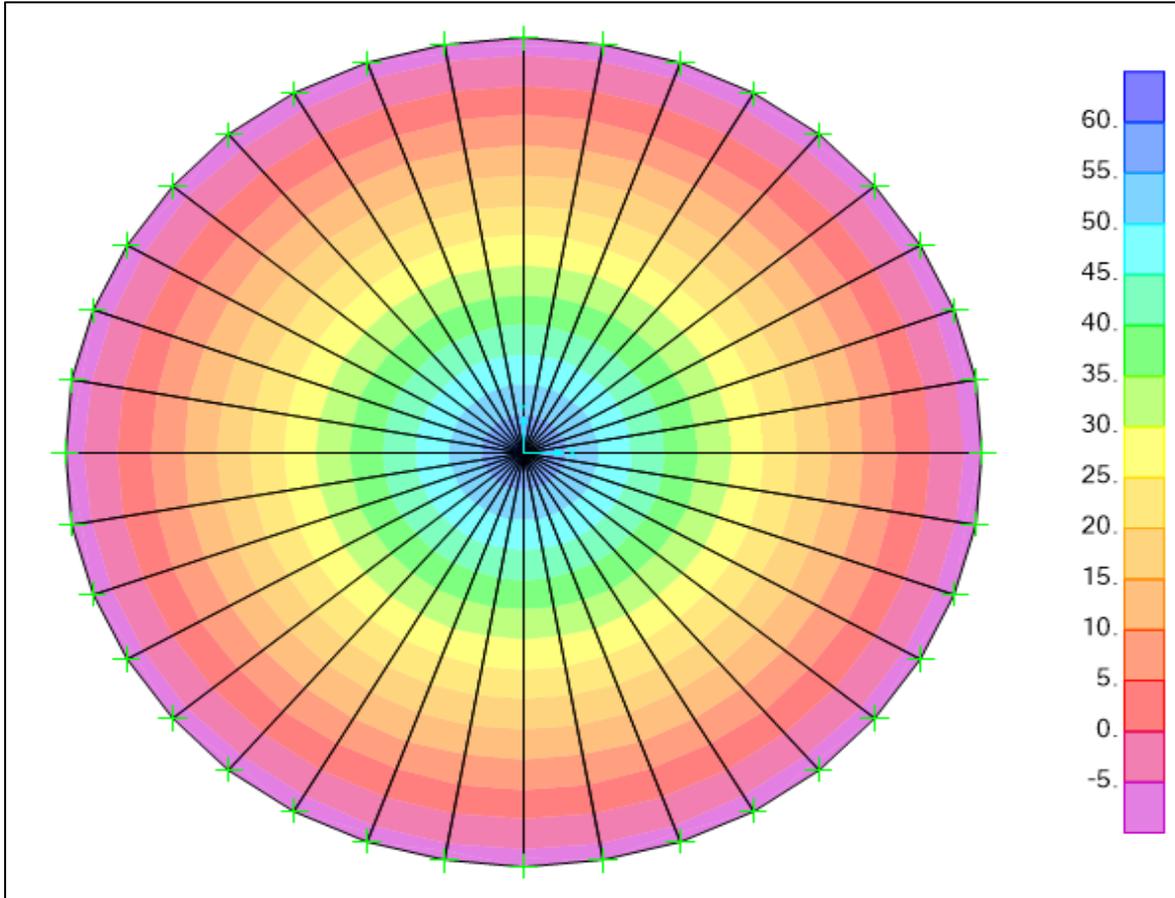
Después de realizar el análisis con las cargas antes mencionadas, se tiene los siguientes resultados:

Figura N° 36. Diagrama de cortantes en la losa de fondo a diseñar.



Fuente: Propia.

Figura N° 37. Diagrama de momentos actuantes en la losa de fondo a diseñar.



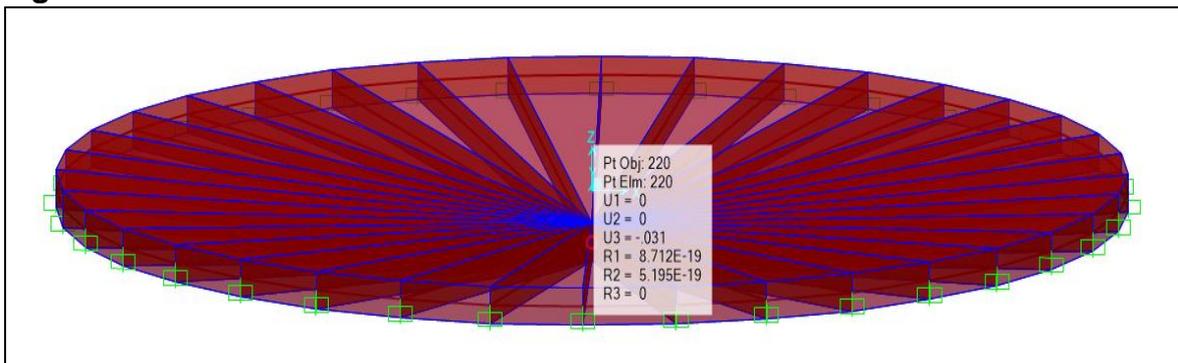
Fuente: Propia.

De lo cual se ha obtenido que los momentos máximos actuantes en la losa tanto en el centro como en los extremos son:

- En el centro de la losa: $M_a = 61.27 \text{ tn-m}$
- En los extremos (simétricos): $M_a = 7.83 \text{ tn-m}$
- El cortante máximo actuante en la losa es de 17.5 tn.

Los momentos obtenidos nos ayudarán para diseñar la losa de fondo, para el cálculo de aceros.

Figura N° 38. Deformaciones de la losa de fondo.



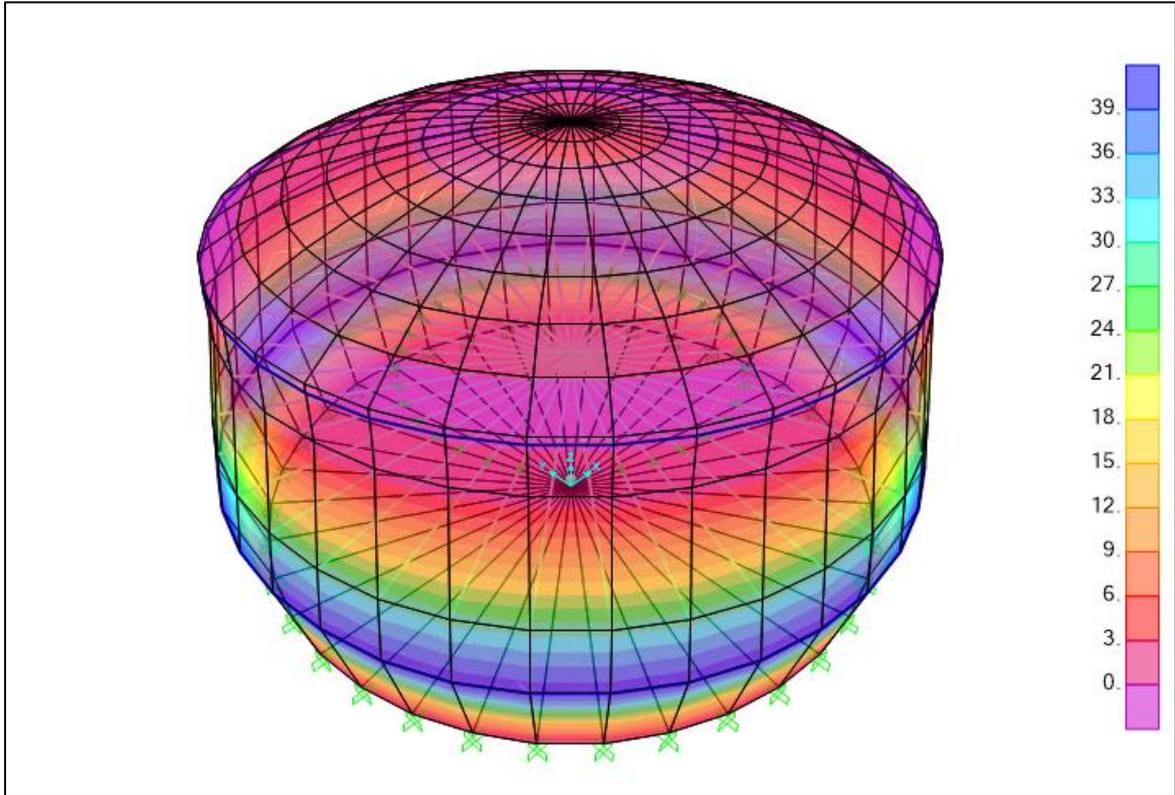
Fuente: Propia.

En la losa de fondo se puede observar una deformación máxima de 3.1 mm, ejercida por el peso del agua, esta deformación es baja ya que se considera que la losa será de un espesor final de 45 cm, 20 cm de losa anterior la cual servirá de anclaje y 25 cm de la nueva losa a construir, estas dos losas se anclarán y trabajarán como una sola losa, para ello se dejarán anclajes en la losa como se muestra en el plano N° 04, estos anclajes se colocarán en la antigua losa picándola para una profundidad aproximada de 5cm, en los lugares donde se indica en el plano y luego se lo sellará con concreto de la misma resistencia de la nueva losa $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, también se puede utilizar un pegamento epóxico para asegurar la adherencia entre los concretos.

Adicionalmente a este anclaje, se colocará un adhesivo para poder pegar el concreto antiguo con el nuevo, para que asegure una correcta adherencia entre el concreto nuevo y el antiguo, ya que el adhesivo puede llegar a desarrollar una resistencia a la compresión de aproximadamente 550 kg/cm^2 .

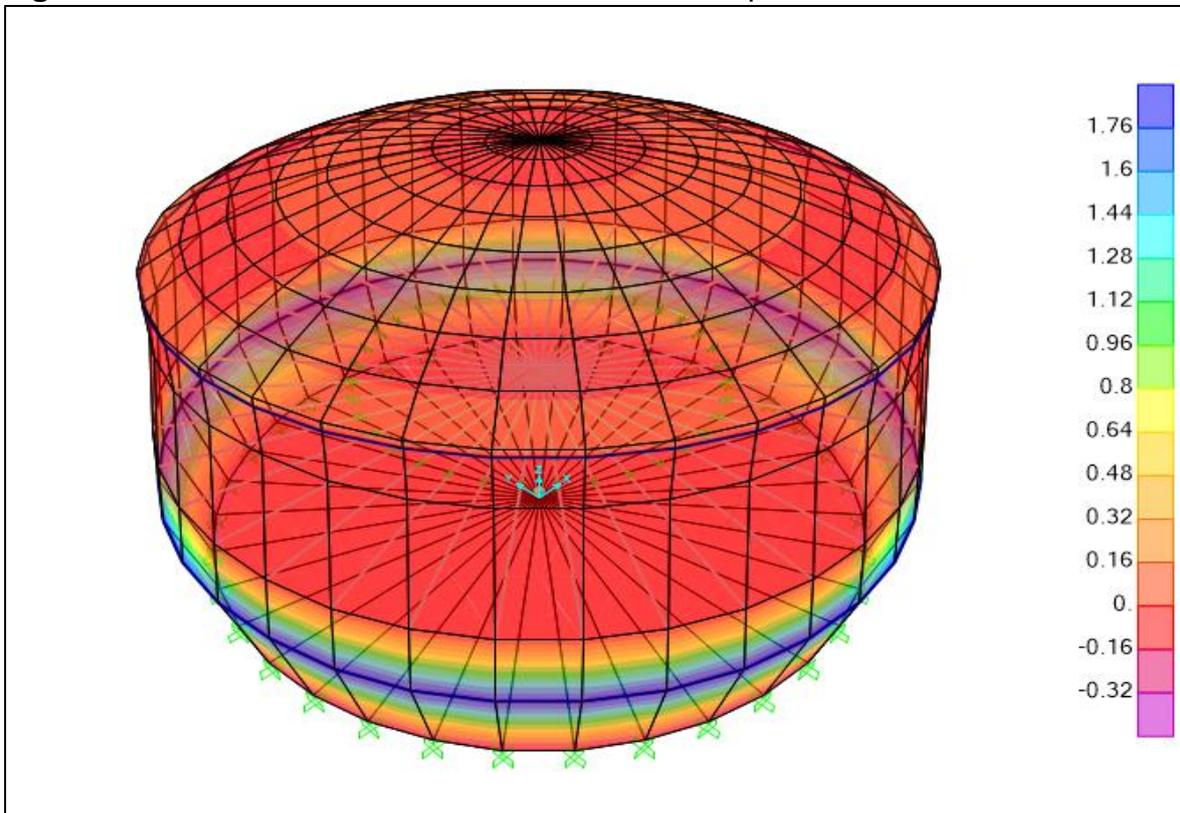
Se muestran algunos otros datos importantes obtenidos en el diseño del reservorio como la deformación en las paredes, ejercidas por el empuje del agua.

Figura N° 39. Fuerzas máximas actuantes en las paredes del reservorio.



Fuente: Propia.

Figura N° 40. Momentos máximos actuantes en las paredes del reservorio.

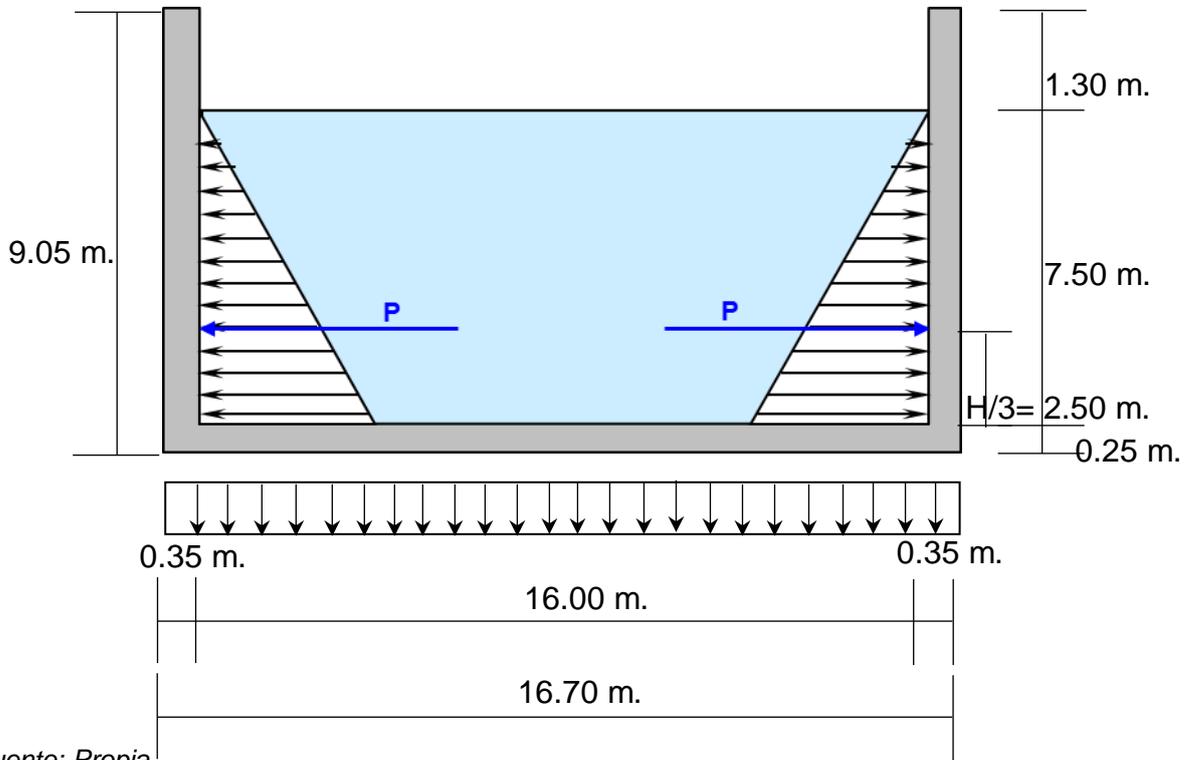


Fuente: Propia.

c. Diseño de la losa de fondo anclada sobre la losa existente

A continuación, se procederá a diseñar la losa de fondo que va a ir anclada sobre la existente:

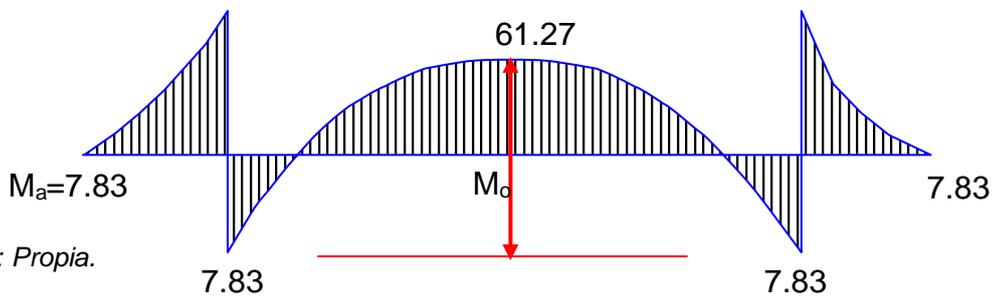
Figura N° 41. Dimensiones del reservorio y fuerzas actuantes.



Fuente: Propia.

Analizando una franja de un metro de ancho, de los marcos en "U", tenemos el siguiente diagrama de momentos:

Figura N° 42. Diagrama de momentos actuantes en la losa de fondo.



Fuente: Propia.

Calculando:

$$P = (\delta_a \cdot H^2 / 2) \cdot 1.00 \text{ m.} = 28.13 \text{ Ton.}$$

$$M_a = P \cdot H / 3 = 7.83 \text{ Ton-m}$$

$$M_u = M_a \cdot 1.25 = 9.79 \text{ Ton-m}$$

Para el momento en el fondo de la losa se despreciará por completo la resistencia del suelo.

Presión en el fondo: $W = \delta_a \cdot H = 7.50 \text{ Ton/m} = \text{Carga repartida}$

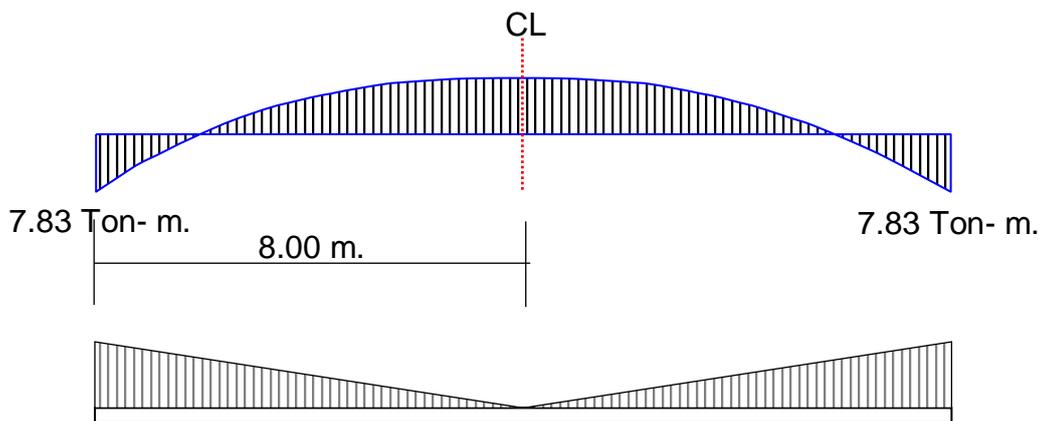
$$M_o = W \cdot D^2 / 8 = 240.00 \text{ Ton-m.}$$

La tracción en el fondo será: $T = W \cdot D / 2 = 60.00 \text{ Ton.}$

Diseño y cálculo de acero en la losa de fondo del reservorio

Diagrama de momentos en la losa:

Figura N° 43. Diagrama de momentos actuantes en para diseño de acero.

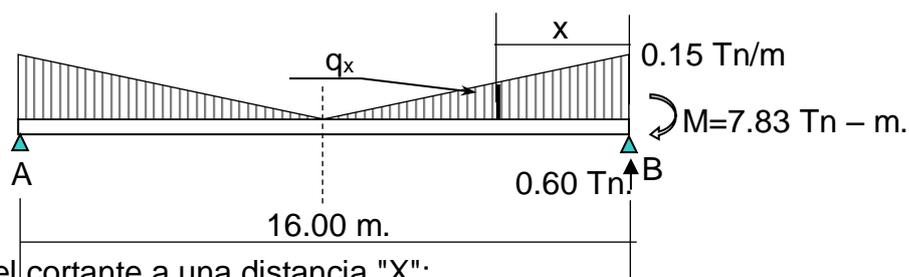


Fuente: Propia.

$$\text{Peso Total} = \delta_a \cdot H \cdot \pi \cdot R^2 = 1507.96 \text{ Ton.}$$

Carga unitaria por unidad de longitud = $q = H \cdot \delta_a / \text{Longitud del círculo} = 0.15 \text{ Tn/m.}$

Figura N° 44. Diagrama para el cálculo de reacciones.



Cálculo del cortante a una distancia "X":

Se hallará el valor de "q_x" en función de "x", $q_x = 0.019 (8.00 - X)$

Cortante " V_x ":

$$V_x = R - P - 0.5 (q' + q_x) X = 0.597 - 0.149 X + 0.009 X^2$$

Momento " M_x ":

$$M_x = - M + (R - P) X - q_x X^2 / 2 - (q' - q_x) X^2 / 3$$

$$M_x = -7.83 + 0.597 X - 0.075 X^2 + 0.003 X^3$$

Valores:

Tabla N° 01. Tabla de cortantes y momentos.

X (m) =	0.00	1.33	2.67	4.00	5.33	6.67	8.00
V (Ton) =	0.60	0.81	1.06	1.34	1.66	2.01	2.39
M (Tn-m) =	-7.83	-7.16	-6.71	-6.44	-6.30	-6.25	-6.24

Chequeo por cortante:

Cortante asumido por el concreto en una franja de 1.00 m.:

$$V_c = \emptyset * 0.5 * \sqrt{245} * b * d \quad \dots (1)$$

Donde:

$$b = 100\text{cm.}$$

$$d = 0.25 \text{ m.}$$

$$\emptyset = 0.85$$

$$V_c = 16.63 \text{ Ton.}$$

La tracción máxima en la losa es $V_u = T = 2.39 \text{ Ton}$, $T < V_c$,Cumple

$$M_{au} = 1.25 * 6.24 = 7.80 \text{ Tn - m}$$

$$\text{Recubrimiento} = 4.00 \text{ cm}$$

$$A_s = \rho \cdot 100 \cdot d$$

$$A_s \text{ min} = \rho_{\text{min}} \cdot 100 \cdot h$$

$$\text{Recubrimiento} = 4.0 \text{ cm} \quad f' c = 245 \text{ kg/cm}^2 \quad \beta = 0.85$$

$$\rho_{\text{min}} = 0.0018 \quad f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2 \quad \emptyset = 0.90$$

Tabla N° 02. Tabla de cálculo de acero

M (Tn-m)	7.80
b (cm)	100.00
d (cm)	21.00
a (cm)	2.08
As (cm ²)	10.34
As min	3.78
$\rho=As/bd$	0.0049
Ø	1/2 "
Total	12.67
Disposición	Ø 1/2 @ 0.10

Acero de repartición y temperatura

Se coloca el acero mínimo para losas macizas, para evitar contracciones por fragua del concreto.

$$As_{min} = \rho_{min} \cdot 100 \cdot h$$

Acero de repartición, usaremos el $As_{min} = 3.78$

$$S = \frac{As \cdot \phi}{As_{min}}$$

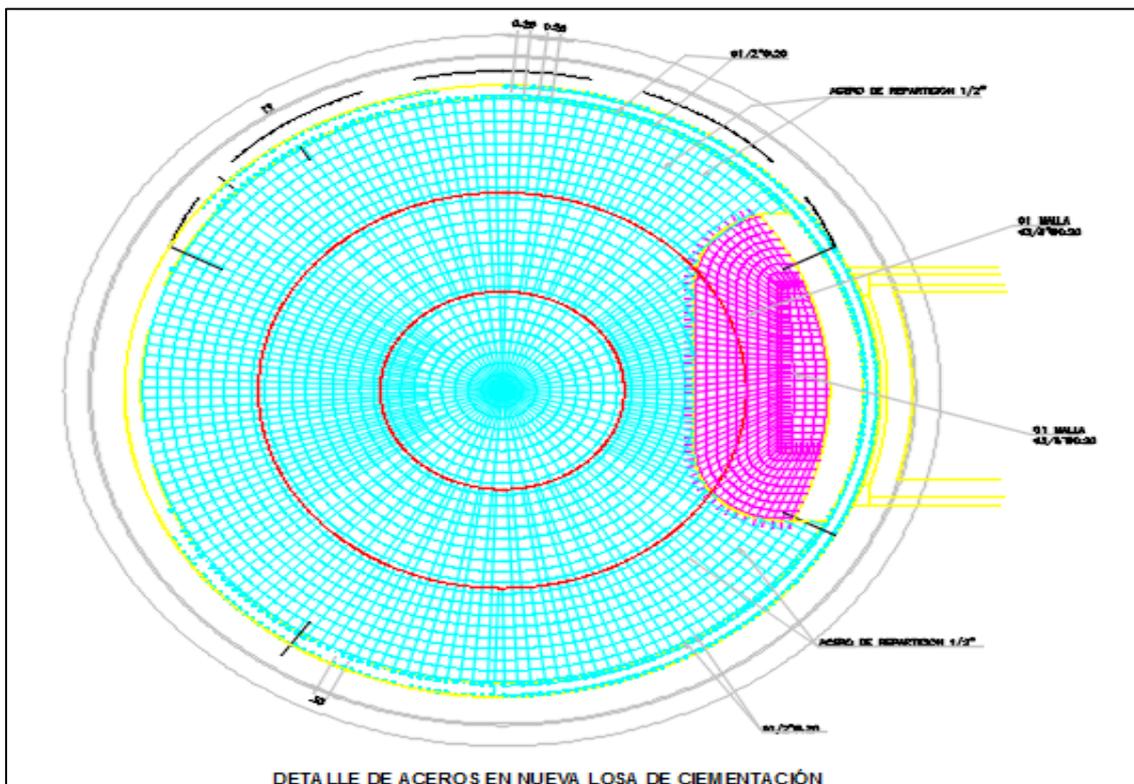
$$S \leq 3 \cdot h_l$$

$$S \leq 40 \text{ cm}$$

Tabla N° 03. Acero de Repartición y Temperatura

Ø	Total	Disposición
1/2 "	5.07	Ø 1/2 @ 0.25

Figura N° 45. Distribución de aceros en losa de fondo.



Fuente: Propia.

Esta distribución se detalla en el plano N°03.

Del análisis anterior se obtiene que se debe utilizar aceros 1/2" para la disposición principal, con una separación de 10 cm, y el acero mínimo de 1/2", para el acero de repartición y temperatura con una separación de 30cm.

Finalmente, para completar la reparación del reservorio, este será revestido interiormente con geomembrana, para así poder evitar las filtraciones de agua por fisuras que existen en las paredes.

Se utilizará geomembrana HDPE (Polietileno de alta densidad), ya que este material es casi impermeable, su grado de impermeabilidad es bastante alto del orden 10^{-12} cm/seg, incluso es recomendable su utilización en terrenos arcillosos.

Es fabricada con formulación especial de resina de polietileno virgen, la cual es diseñada especialmente para aplicaciones de geomembrana flexible. Contiene aproximadamente 97.5 % polietileno, 2.5 % carbón y trazas de antioxidantes y estabilizadores de calor. Tienen una alta resistencia química y mecánica, además gran resistencia a los rayos UV.

La geomembrana a utilizar tendrá las siguientes características:

Tabla N° 04. Especificaciones técnicas de la geomembrana HDPE.

GEOMEMBRANAS HDPE LISA 1.00mm				
Propiedades	Norma	Und	Frecuencia	Valores
Espesor promedio	ASTM D-5199	Mm	Por rollo	1
Mínimo (-10%)	ASTM D-5199	Mn	Por rollo	0.9
Densidad	ASTM D-792	gr/cc	Por lote	0.941
Propiedades tensiles	ASTM D-6693		9.000 Kg	239
Tensión de fluencia	Tipo IV	KN/m		15
Tensión de rotura		KN/m		27
Elongación de fluencia		%		12
Elongación de rotura		%		700
Resistencia al rasgado	ASTM D-1004	N	20.000 Kg	125
Resistencia al punzonado	ASTM D-4833	N	20.000 Kg	320
Resistencia al agrietamiento	ASTM D-5397	Hr	Por lote	300
Contenido de carbón	ASTM D-1603	%	9.000 Kg	2.0 - 3.0
Dispersión de carbón	ASTM D-5596	Categoría	20.000 Kg	1.0 - 2.0
Tiempo de inducción oxidativa (OIT)	ASTM D-3895	Min	Por Lote	100
Envejecimiento en horno a 85°C	ASTM D-5721			
Standard OIT (90 días)	ASTM D-3895	%	Por Lote	55
Resistencia UV (alta presión OIT)	ASTM D-5885	%	Por Lote	50

La geomembrana a utilizar puede ser la mencionada anteriormente ya que cumple con las solicitudes técnicas mínimas necesarias, pero es elección del contratista.

d. Instalación de la geomembrana

La geomembrana se instalará colocando platinas en el borde superior del reservorio donde se anclará la geomembrana con pernos autoperforantes, en la parte baja se soldará con extrusión, para darle la forma circular de la base, las pruebas de calidad de la soldadura por extrusión pueden ser destructivas (campana de vacío, chispómetro), o destructivas (corte, desgarre).

Figura N° 46. Ensayo no destructivo, campana de vacío



Fuente: <http://aristegui.info/comprobacion-de-la-soldadura-en-geomembrana/>

Figura N° 47. Ensayo destructivo, desgarre



Fuente: <http://aristegui.info/comprobacion-de-la-soldadura-en-geomembrana/>

De esta manera será colocada la geomembrana la cual servirá como impermeabilizante del reservorio, esta forma de anclaje se detalla en el plano N°03.

C. Ventajas económicas

Es más barato debido a que se va a utilizar la misma losa existe como cimiento sobre la cual ira anclada la losa de 0.25 m armado con doble malla en ambos sentidos.

Se ha realizado un pequeño presupuesto para determinar el valor referencial aproximado del costo de la losa y la instalación de la geomembrana, además se

presenta el análisis de costo unitario, para ver los recursos a utilizar en la reparación de la losa.

El presupuesto calculado es aproximadamente de S/. 34,232.71, lo cual debe ser comprobado al momento de la construcción ya que debe ser analizado por expertos en construcción con Geomembranas.

PRESUPUESTO

Presupuesto	0102004	MEJORAMIENTO RESERVORIO R4			
Subpresupuesto	001	RESERVORIO R4			
Cliente	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA				
Lugar	CAJAMARCA - CAJAMARCA – CAJAMARCA				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	RESERVORIO R4				34,232.71
01.01	LOSA DE CONCRETO ARMADO				17,544.79
01.01.01	CONCRETO f'c=245 kg/cm2	m3	50.27	290.38	14,597.40
01.01.02	ACERO CORRUGADO 1/2" fy= 4200 kg/cm2 GRADO 60	Kg	685.44	4.30	2,947.39
01.02	REVESTIMIENTO CON GEOMEMBRANA				16,687.92
01.02.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANA HDPE 1.00mm	m2	645.91	25.80	16,664.48
01.02.02	PEGADO DE GEOMEMBRANA HDPE	m2	4.00	5.86	23.44
	Costo Directo				34,232.71
	SON: TRENTICUATRO MIL DOSCIENTOS TREINTA Y DOS Y 71/100 NUEVOS SOLES				

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

0102004 MEJORAMIENTO RESERVORIO R4						
001 RESERVORIO R4						
01.01.01 CONCRETO f'c=245 kg/cm2						
m3/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por: m3		290.38	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	Hh	1.0000	0.3200	14.27	4.57	
OFICIAL	Hh	1.0000	0.3200	11.65	3.73	
PEON	Hh	6.0000	1.9200	10.10	19.39	
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	Hh	1.0000	0.3200	14.27	4.57	
					32.26	
Materiales						
GASOLINA	Gal		0.0300	11.82	0.35	
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.8500	59.30	50.41	
ARENA GRUESA	m3		0.4200	60.00	25.20	
AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1800	3.50	0.63	

CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	Bol		9.0000	20.17	181.53
					258.12

Equipos

HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	32.26	0.97
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	Hm	1.0000	0.3200	10.00	3.20
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	Hm	1.0000	0.3200	12.61	4.04
					8.21

01.01.02 ACERO CORRUGADO 1/2" fy= 4200 kg/cm2 GRADO 60

kg/DIA	250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por: kg		4.30
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
OPERARIO	Hh	1.0000	0.0320	14.27	0.46
OFICIAL	Hh	1.0000	0.0320	11.65	0.37
					0.83
Materiales					
ALAMBRE NEGRO N° 16	Kg		0.0250	4.08	0.10
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	Kg		1.0400	3.22	3.35
					3.45
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.83	0.02
					0.02

01.02.01 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANA HDPE 1.00mm

m2/DIA	40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por: m2		25.80
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
OPERARIO	Hh	2.0000	0.4000	14.27	5.71
OFICIAL	Hh	1.0000	0.2000	11.65	2.33
PEON	Hh	2.0000	0.4000	10.10	4.04
					12.08
Materiales					
GEOMEMBRANA HDPE 1 mm LISA NEGRA	m2		1.0500	12.72	13.36
					13.36
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	12.08	0.36
					0.36

01.02.02 PEGADO DE GEOMEMBRANA HDPE

m2/DIA	60.0000	EQ. 60.0000	Costo unitario directo por: m2		5.86
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
OPERARIO	Hh	1.0000	0.1333	14.27	1.90
PEON	Hh	2.0000	0.2667	10.10	2.69
					4.59
Equipos					

HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.59	0.14
SOLDADURA CON EXTRUSORA	Hm	1.0000	0.1333	8.48	1.13
					1.27

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El reservorio se encuentra en regular estado con posibilidad de una reparación, que debe ser estudiada a mayor profundidad por especialistas en el tema, ya que el concreto de la pared, la losa y la cúpula se encuentran en buen estado, como lo muestra el ensayo realizado con esclerómetro, el corte de la losa de fondo ha debilitado la estructura y especialmente este elemento estructural, y el sello de poliuretano se ha descascarado y provoca la filtración de agua al exterior.
- De acuerdo al estudio patológico realizado se identificó que la falla más importante presente en el reservorio R4, se encuentra en la losa de fondo y fue causada por acciones indirectas, estas fallas fueron debidos a un diseño incorrecto del reservorio, ya que no se consideró una junta de separación entre la losa y la pared, el corte de la losa para la apertura de junta que separa la losa de fondo y la pared, posterior al vaciado monolítico de estos elementos ha debilitado la estructura y ha causado el aumento de la fisuración aledaña al corte.
- Se encontró fisuración, fisuras > 0.1 mm en la losa de fondo del tanque, estas fisuras fueron generadas por el corte realizado para la apertura de la junta.
- Se identificó que el sellado del corte que fue realizado en la losa de fondo con poliuretano no funciona para poder repararla, ya que como se ha podido observar la acción del movimiento relativo de la losa ha hecho que este empiece a deteriorarse.
- Existen fallas en la parte exterior del reservorio como lo son el descascaramiento de la pintura tanto de la pared exterior, así como también la tapa, que son debidas a acciones directas del clima, pero esto no significa un nivel de riesgo alto para la estructura, solo es cuestión de estética.
- El concreto de la pared del reservorio presenta una resistencia alta de 303 kg/cm², de acuerdo al ensayo con esclerómetro superior al de su diseño original, por lo cual la pared es segura y no representa un peligro para el funcionamiento de la estructura.

- Los ensayos con esclerómetro realizados en la losa de fondo y en la cúpula del reservorio muestran unas resistencias de 247 kg/cm², y 258 kg/cm² respectivamente lo cual en la cúpula es superior a la resistencia de su diseño original y en la losa se encuentra casi igual 245kg/cm², por lo que la resistencia del concreto es adecuada.
- El estudio de suelos, muestra una capacidad portante de 0.57 kg/cm², y está compuesto principalmente de arcillas con grava, con lo que este terreno tiene que haber sido mejorado para realizar la cimentación de la estructura.
- El muro de contención viene cumpliendo con su función estructural, de manera correcta, presenta pequeñas deformaciones a lo largo de su estructura, las cuales son imperceptibles y esto no representa un riesgo para la estructura del muro, así como también para el reservorio R4.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un reforzamiento de la losa de fondo o en su defecto la construcción de una nueva losa, sobre la actual y anclarla, para que pueda soportar las sollicitaciones estructurales, luego revestirla con geomembrana para evitar cualquier filtración de agua hacia el exterior, esta alternativa debe ser analizada por especialistas al momento de su ejecución.
- Se recomienda más ensayos para complementar este estudio como ensayo con diamantina para complementar el ensayo con esclerómetro, pruebas de corrosión en el acero, ensayos para comprobar el estado de la cimentación del reservorio y otros que se consideren necesarios.
- Se recomienda que la E.P.S Sedacaj, pueda acoger las recomendaciones de esta investigación y de esta manera poder reparar el reservorio R4, abasteciendo de esta manera a la población de la parte baja del sector de Mollepampa.
- El reservorio R4 es una estructura fundamental para el abastecimiento de agua a las personas que viven en la parte baja del sector de Mollepampa, por lo cual debe ser una prioridad su reparación y puesta en funcionamiento para dotar del servicio de agua potable a las personas de la parte baja del sector de Mollepampa.

BIBLIOGRAFÍA

1. BROTO, C, 2005, Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción, primera edición, España.
2. MUÑOZ, H, 2001, Evaluación de Patologías en Estructuras de Concreto Armado, Seminario, Bogotá, Asocreto.
3. CISNEROS, J, 2001, Metodología De Análisis Preliminar De Estructuras De Concreto A Través De Sus Patologías En El Lt. 31 Mz. 9 P.J. Miraflores Tercera Zona –Chimbote –Santa – Ancash, Artículo Científico, Ancash, ULADECH.
4. DEL RÍO BUENO, A, 2007, Patología, Reparación y Refuerzo de Estructuras de Hormigón Armado de Edificación, Primera Edición, España, UPTM.
5. PÉREZ V. J, Patologías de Estructuras. Universidad de la Coruña, España.
6. SILVA T. M.A., Evaluación del Comportamiento Estructural de Reservorios Apoyados de Concreto Armado de Sección Rectangular y Circular, Cajamarca, Perú.
7. RODRIGUEZ P. A., Evaluación de Patologías de Estructuras de Concreto Armado en Instituciones Educativas del Sector 1 de la Ciudad de Cajamarca, Cajamarca, Perú
8. MARTOS G. D., Estudio de las Patologías de Muros más Comunes en Edificaciones de Ladrillo, de dos Niveles, Zona de Lucmacucho, parte Baja, Cajamarca, Cajamarca, Perú.
9. LA TORRE D. E., Análisis de Patologías en Estructuras Metálicas Livianas, Cajamarca, Perú.
10. CORTES J., 1999, Metodología de Inspección Técnica de edificios, Madrid, España.
11. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, 2005, Guías para el Diseño y Construcción de Reservorios Apoyados de Agua Potable, Primera Edición, Lima, Cosude.

12. GEOCON VIAL-INGENIEROS CONSULTORES E.IR.L - SEDACAJ, 2013, Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación del proyecto “Instalación del reservorio de agua potable R-6 en la ciudad de Cajamarca”.
13. Geomembranas HDPE, revisado el 20/09/2016, disponible en la siguiente página web:
http://burgcomperu.com/geomembranas_hdpe.html
14. Geomembranas de Polietileno de Alta Densidad (HDPE), revisado el 20/09/2016, disponible en la siguiente página web:
<http://www.geomembranas.com.co/productos/geosinteticos/geomembranas/>
15. Geomembranas, geotextiles usos y aplicaciones, revisado el 20/09/2016, disponible en la siguiente página web:
<http://www.geinsaperu.com/productos/1.html>

ANEXOS

ANEXO1.

Panel Fotográfico

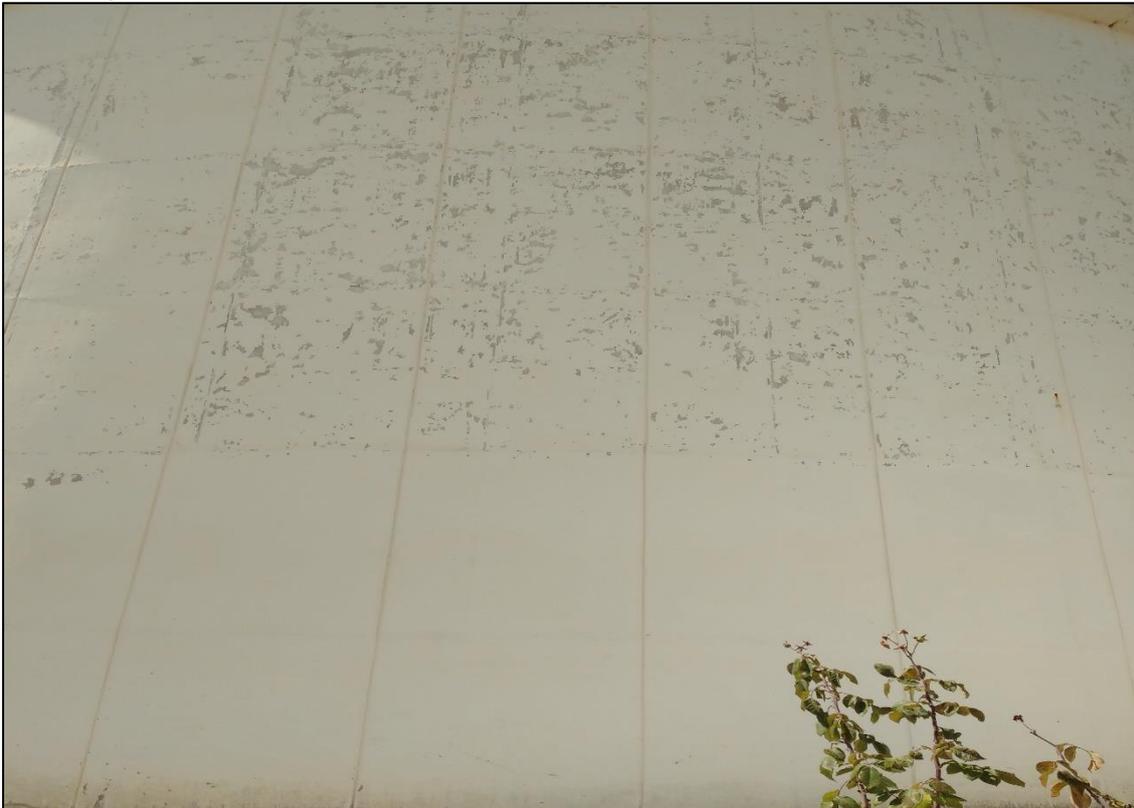
Fotografía 1. Vista del Reservorio R4, en la parte exterior del tanque.



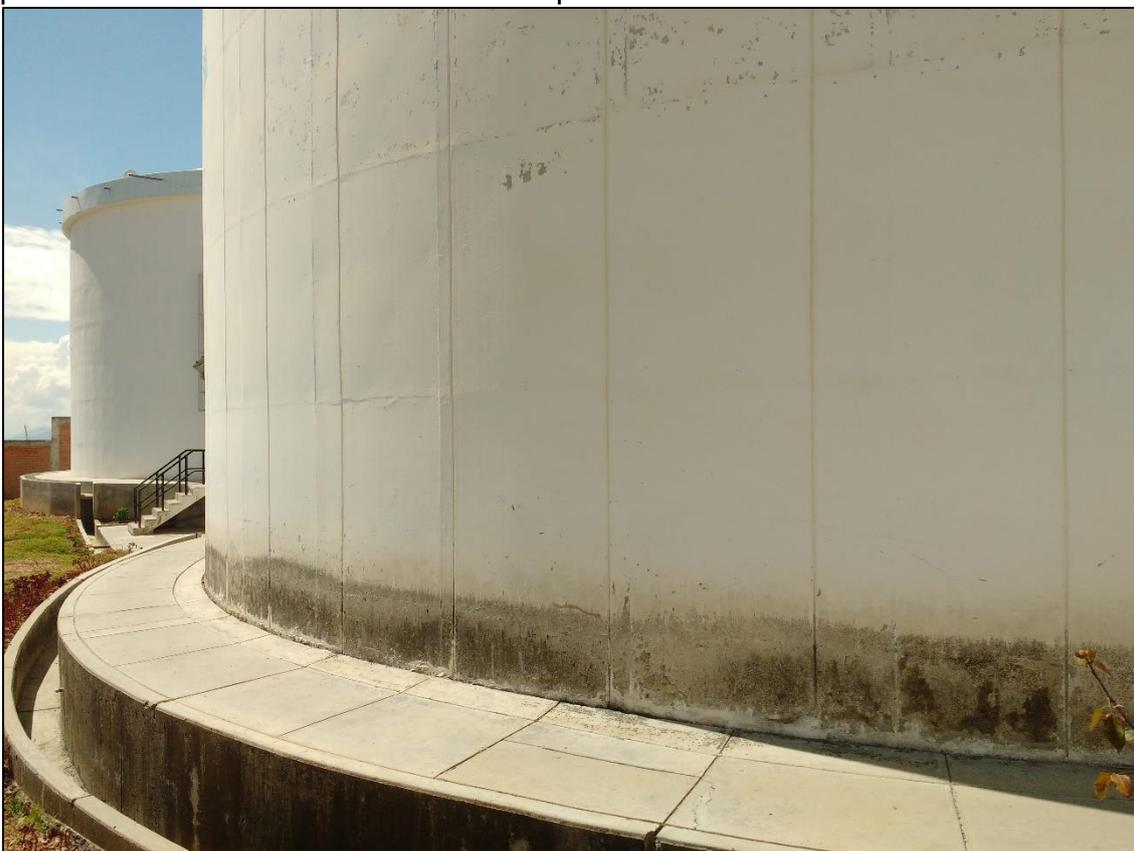
Fotografía 2. Vista del reservorio R4, caseta de válvulas y escalera de acceso al interior.



Fotografía 3. Descascaramiento de la pintura en la cara exterior de la pared del tanque.



Fotografía 4. Descascaramiento de la pintura de la base del tanque por posibles filtraciones del interior del tanque.



Fotografía 5. Cúpula del tanque, orificios de entrada de luz y ventilación



Fotografía 6. Acumulación de sarro en la cúpula del tanque por una deficiente eliminación del agua de lluvia



Fotografía 7. Vista del interior del reservorio R4



Fotografía 8. Oxidación de la escalera de acceso al interior del tanque.



Fotografía 9. Fisuración excesiva en la losa de fondo



Fotografía 10. Resanes en la losa fondo del tanque



Fotografía 11. Descascaramiento del sello de poliuretano y levantamiento de la losa de fondo



Fotografía 12. Desprendimiento del sello de poliuretano



Fotografía 13. Fisuración en la pared del reservorio, oxidación



Fotografía 14. Resquebrajamiento del concreto en la parte baja de la pared del tanque



Fotografía 15. Muro de contención, gavión



Fotografía 16. Gavión, no presenta deformaciones que afecten la seguridad del reservorio



Fotografía 17. Realización del ensayo con esclerómetro en la pared del reservorio.



Fotografía 18. Realización del ensayo con esclerómetro en la cúpula.



Fotografía 19. Realización del ensayo con esclerómetro en la losa de fondo del reservorio.



Fotografía 20. Realización del ensayo con esclerómetro en la losa de fondo.



ANEXO 2.

Estudio de Mecánica de Suelos

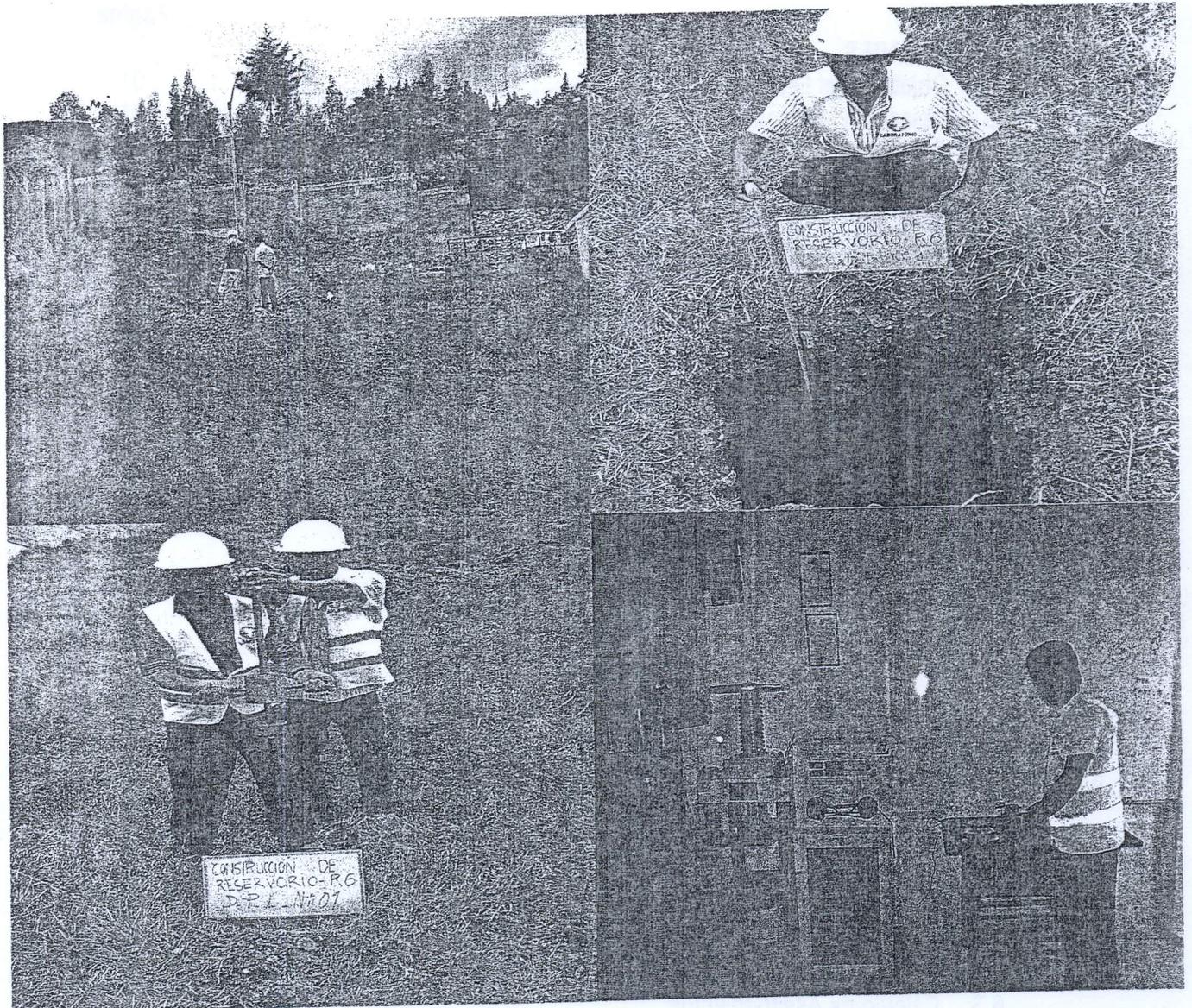


GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Calle. Cap. Juan Porcel Nº 212 - Jaén - Cajamarca.

R.U.C. 20495954847. Telef. 076 431132, Cel. 976-882127. R.P.M. #0119741. Email : geoconvial@hotmail.com, geoconvial@gmail.com.
PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



PROYECTO:

**INSTALACIÓN DEL RESERVORIO DE AGUA POTABLE R-6 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA
(RESERVORIO APOYADO DE 1508 M³)**



DISTRITO: CAJAMARCA, PROVINCIA: CAJAMARCA, REGION: CAJAMARCA

JAEN - CAJAMARCA, FEBRERO 2013

000071



GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Calle. Capitán Juan Porcel Nº 212 – Jaén – Cajamarca.

R.U.C. 20495954847. Telef. 076 431132, Cel. 976-882127. R.P.M. #0119741. Email : geoconvial@hotmail.com, geoconvial@gmail.com.
PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS,
TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y
VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

INDICE

	Pagina
1.0. GENERALIDADES.	
1.1. Objetivo del Estudio.....	01
1.2. Ubicación y Descripción del Área en Estudio.....	01
1.3. Condición Climática.....	01
1.4. Coordenadas y Altitud de la Zona.....	02
2.0. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO.....	02
3.0. INVESTIGACIONES DE CAMPO.	
3.1 Trabajos de Campo.....	02
3.1.1. Calicatas.....	02
3.1.2. Muestreo Disturbado.....	02
3.1.3. Registro de Excavación.....	02
3.1.4. Preservación y Transporte de Suelos.....	03
3.1.5. Auscultaciones.....	03
4.0. TRABAJOS DE LABORATORIO.....	03
4.1. Ensayos de Laboratorio.....	03
4.1.1. Ensayos Estándar.....	03
4.1.2. Ensayos Especiales.....	04
4.2. Clasificación de Suelos del Terreno de Fundación.....	04
5.0. PERFIL ESTRATIGRÁFICO.....	05
5.1 Descripción del Perfil Estratigráfico.....	05
5.2 Aspectos relacionados con la Napa Freática.....	06
6.0. ANALISIS DE LA CIMENTACIÓN PARA EL RESERVORIO APOYADO (1508 M³)....	06
6.1 Tipo y Profundidad de la Cimentación.....	06
6.2 Cálculo de la Capacidad Admisible de Carga (Corte Directo de Suelos).....	06-07
6.3 Cálculo de Asentamientos.....	07
7.0. CONTENIDO DE SALES	08
8.0 RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION.....	09
9.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	10-12

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP) Derechos Reservados RQ – GEOCON VIAL INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6

Ing. Raúl Ernesto Vásquez Chuquiñán
AUTENTE LEGAL

000076



LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123892



GEOCON VIAL
INGENIEROS
CONSULTORES
E.I.R.L.

GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Calle. Capitán Juan Porcel Nº 212 - Jaén - Cajamarca.

R.U.C. 20495954847. Telef. 076 431132, Cel. 976-882127. R.P.M. #0119741. Email : geoconvial@hotmail.com, geoconvial@gmail.com.
PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS,
TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y
VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

ANEXO I
ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO.

ANEXO II
PERFILES ESTRATIGRAFICOS

ANEXO III
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS

ANEXO IV
ANALISIS QUÍMICO DE MUESTRAS DE SUELO.

ANEXO V
CROQUIS DE UBICACIÓN DE CALICATAS Y CROQUIS DE DETALLE DE CIMENTACIÓN

ANEXO VI
MAPAS DE ZONIFICACIÓN SISMICA DEL PERÚ

ANEXO VII
MATERIAL FOTOGRAFICO

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6

Ing. Raúl Ernesto Vásquez Chuquilín
REPRESENTANTE LEGAL

000069



LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUÁN
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. Nº 123892



GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Calle. Capitan Juan Porcel Nº 212 – Jaén – Cajamarca.
R.U.C. 20495954847. Telef. 976-862127. Email : geoconvia@gmail.com, geoconvia@hctmail.com.
PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS,
TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y
VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

INFORME TÉCNICO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION DEL RESERVORIO APOYADO (1508 M³)

1.0. GENERALIDADES.

1.1 Objetivo del Estudio.

El presente informe Técnico tiene por finalidad dar a conocer al Ingeniero Raúl Ernesto Vásquez Chuquilín, los resultados de las investigaciones del suelo de fundación donde se ejecutará el Proyecto: "Instalación del Reservoirio de Agua Potable R-6 en la Ciudad de Cajamarca"; por medio de trabajos de campo a través de tres pozos de exploración a cielo abierto o Calicatas, ensayos de laboratorio estándar y especiales a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del subsuelo, sus propiedades de resistencia, deformación y labores de gabinete en base a los cuales se define el perfil estratigráfico, tipo, profundidad de cimentación, capacidad portante admisible, asentamiento probable; y las conclusiones y recomendaciones generales para la cimentación.

El programa de trabajo realizado con este propósito ha consistido en:

- Reconocimiento del terreno.
- Ejecución de Calicatas.
- Toma de Muestras de campo, preservación y transporte a Laboratorio.
- Ejecución de Ensayos de Laboratorio.
- Evaluación de los Trabajos de Campo y Laboratorio.
- Perfiles Estratigráficos.
- Análisis de la Capacidad Portante Admisible.
- Cálculo de Asentamiento.
- Análisis de Sales Agresivas al Concreto.
- Conclusiones y Recomendaciones.

1.2 Ubicación y Descripción del Área en Estudio.

El terreno destinado para la ejecución del Proyecto: "Instalación del Reservoirio de Agua Potable R-6 en la Ciudad de Cajamarca", se encuentra ubicado en el Sector: Santa Elena Parte Alta, Distrito de Cajamarca, Provincia de Cajamarca, Región Cajamarca. Presenta una superficie relativamente ondulada y geometría irregular.

1.3 Condición Climática.

La zona donde se realizo el estudio, presenta un clima frío y lluvioso, presentándose fuertes precipitaciones pluviales entre los meses de Diciembre a Marzo. La temperatura máxima es de 21° C y la mínima es de 4° C, presentándose las más bajas entre los meses de Julio y Agosto.

Prohibida su Reproducción Total o Parcial. INDECOPH. Derechos Reservados. RQ - GEOCON VIAL INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6

Ing. Raúl Ernesto Vásquez Chuquilín
CONSORCIO R6

000068



LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. N° 123892



GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Calle. Capitan Juan Porcel N° 212 - Jaén - Cajamarca.

R.U.C. 20495954847. Telef. 976-882127. Email : geoconvia@hotmail.com, geoconvia@gmail.com.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

1.4 Coordenadas y Altitud de la Zona.

El terreno en estudio se encuentra ubicado entre las siguientes coordenadas U.T.M.:

NORTE	9'206,173
ESTE	774,695
ALTITUD (m.s.n.m.)	2,780.00

2.0. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.

La ejecución del Proyecto: "Instalación del Reservorio de Agua Potable R-6 en la Ciudad de Cajamarca", consistirá en la construcción de un Reservorio Apoyado, con capacidad de 1508 m³, de concreto armado.

3.0. INVESTIGACIONES DE CAMPO.

3.1. Trabajos de Campo.

3.1.1. Calicatas.

Con la finalidad de determinar el Perfil Estratigráfico del área en estudio se han realizado tres excavaciones a cielo abierto o Calicatas, localizadas convenientemente a la siguiente profundidad:

CUADRO DE CALICATAS

CALICATA N°	COORDENADAS U.T.M.		PROFUNDIDAD (m.)	COTA DE TERRENO (m.s.n.m.)	COTA DE FONDO (m.s.n.m.)
	NORTE	ESTE			
C - 1	9' 206,175	774,701	2.00	2778.00	2776.00
C - 2	9' 206,172	774,695	1.20	2779.00	2777.80
C - 3	9' 206,168	774,690	2.00	2781.00	2779.00

3.1.2. Muestreo Disturbado.

Se tomaron muestras disturbadas de cada uno de los tipos de suelos encontrados (Mab), en cantidad suficiente como para realizar los ensayos de descripción e identificación de suelos, siguiendo los procedimientos de la Norma A.S.T.M. D 2488.

3.1.3. Registro de Excavación.

Paralelamente al muestreo se realizó el registro de las calicatas, anotándose las principales características de los tipos de suelos encontrados, tales como espesor, color, olor, condición de humedad, angulosidad, forma, consistencia o compacidad, cementación, reacción al HCl, estructura, tamaño máximo de partículas, etc; de acuerdo a la Norma A.S.T.M. D 2488.

CONSORCIO R6

Ing. Raúl Ernesto Vásquez Chuquillín
REPRESENTANTE LEGAL

000067



Luis Rafael Quiroz Chihuán
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 122800



GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Calle. Capitan Juan Porcel Nº 212 – Jaén – Cajamarca.

R.U.C. 20495954847. Telef. 976-882127. Email : geoconvial@hotmail.com, geoconvial@gmail.com.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

3.1.4. Preservación y Transporte de Suelos.

Por último, se realizaron las prácticas normalizadas para la preservación y transporte de suelos, con destino hacia el laboratorio de la Empresa, para los posteriores ensayos, teniendo en cuenta la Norma A.S.T.M. D 4220.

3.1.5. Auscultaciones.

Se ejecuto ensayos de Auscultación con Penetrometro Dinámico Ligero de punta cónica, de acuerdo a la Norma NTP 339.159., con el objetivo de determinar in situ los principales parámetros geotécnicos como ángulo de fricción interna (ϕ), cohesión (c) y densidad natural.

CUADRO DE AUSCULTACIONES

CALICAT A N°	UBICACIÓN CALICATA	PROFUNDIDAD TOTAL DE PENETRACION (m.)	COORDENADAS UT.M.		ALTITUD (m.s.n.m.)
			NORTE	ESTE	
A - 1	C - 2	1.00	9' 206,175	774,695	2779.00

4.0. TRABAJOS DE LABORATORIO.

Los trabajos en laboratorio incluyeron las siguientes actividades:

- Métodos para la reducción de muestras de campo a tamaño de muestras de ensayo, de acuerdo a la Norma A.S.T.M. C 702.
- Obtención en laboratorio de muestras representativas (cuarteo), siguiendo los lineamientos de la Norma A.S.T.M. C 702.

4.1. ENSAYOS DE LABORATORIO.

Los ensayos estándar de laboratorio, se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Tecnología del asfalto, de la empresa Geocon Vial - Ingenieros Consultores E.I.R.L., y el análisis químico de sales agresivas, bajo las Normas A.S.T.M. (American Society For Testing and Materials).

4.1.1. Ensayos Estándar.

Se realizaron los siguientes ensayos:

- 03 Ensayos de Análisis Granulométrico. ASTM D-422.
- 03 Ensayos de Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de Suelos. ASTM D-4318.
- 03 Ensayos de Contenido de humedad. ASTM D-2216.
- 03 Ensayos de Densidad Natural. ASTM D-2937.

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados. RD - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6

Ing. Raúl Ernesto Vásquez Chuquilín
REPRESENTANTE LEGAL

000066



LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUÁN
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 122200



GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Calle. Capitan Juan Porcel N° 212 - Jaén - Cajamarca.

R.U.C. 20495954847. Telef. 976-882127. Email: geoconvial@hotmail.com, geoconvial@gmail.com.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

4.1.2. Ensayos Especiales.

Fueron realizados los siguientes ensayos especiales de campo:

- Con las muestras representativas de las Calicatas C - 1, C - 2, y C - 3, se realizó el Ensayo de sales agresivas al concreto.
- Con la Muestra M - 1, de la Calicata C - 3, se realizó el Ensayo de Corte Directo en Suelos, (A.S.T.M. D 3080).
- Un ensayo de auscultación con Penetrometro Dinámico Ligero de punta cónica (DPL - NTP 339.159).

4.2. Clasificación de Suelos del Terreno de Fundación.

Las muestras ensayadas en el laboratorio se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), bajo la Norma A.S.T.M. D 2487.

CUADRO DE CLASIFICACIÓN

CALICATA	C - 1		C - 2		C - 3
	M - 1	M - 1	M - 1	M - 2	M - 1
Profundidad (m)	0.50 - 1.30	1.30 - 2.00	0.00 - 0.90	0.90 - 1.20	0.20 - 2.00
% Pasa Tamiz N° 4	72.97	100.00	99.89	83.24	100.00
% Pasa Tamiz N° 200	59.51	98.14	70.41	39.59	98.71
Límite Líquido (%)	62	65	63	18	65
Índice Plástico (%)	32	42	33	5	42
Coefficiente Uniformidad (Cu)	-	-	-	-	-
Coefficiente Curvatura (Cc)	-	-	-	-	-
Diámetro Efectivo (D ₁₀)	-	-	-	-	-
Contenido de Humedad	17.84 %	16.70 %	21.36 %	6.03 %	18.92 %
Densidad Natural (gr/cm ³)	1.35	1.62	1.35	1.54	1.62
Clasificación de Suelos "SUCS"	CH	CH	CH	SC - SM	CH

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP). Derechos Reservados. RO - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6

Ing. Raúl Ernesto Vásquez Chuquillán
REPRESENTANTE LEGAL

000065



Luis Rafael Quiroz Chihuán
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123892



GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Calle. Capitan Juan Porcel Nº 212 – Jaén – Cajamarca.

R.U.C. 20495954847. Telef. 976-882127. Email : geoconvial@hotmail.com, geoconvial@gmail.com.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

5.0. PERFIL ESTRATIGRÁFICO.

5.1 Descripción del Perfil Estratigráfico.

En base a los trabajos de campo y ensayos de laboratorio se deduce la siguiente conformación:

La Calicata C - 1, De 0.00 m. a 0.50 m., se encuentra una capa de relleno. De 0.50 m. a 1.30 m., se encuentra un estrato conformado por una Arcilla Limosa inorgánica, de mediana plasticidad y compresibilidad alta, de color marrón rojizo, alta resistencia en seco, nula dilatancia, tenacidad media, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia semi dura y sin olor; presenta apreciable proporción de grava T.M. 1 ½" (27.03 %), y elevada cantidad de arena gruesa a media (13.46 %). Es un material impermeable, de resistencia a la tubificación: alta y una resistencia al cortante: baja. Se encuentra consolidado, húmedo y presenta bajo contenido de sales sulfatadas. De 1.30 m. a 2.00 m., se encuentra un estrato conformado por una Arcilla Inorgánica, de alta plasticidad y compresibilidad alta, de color marrón amarillento, alta resistencia en seco, nula dilatancia, alta tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia semi dura y sin olor; presenta escasa proporción de arena fina a gruesa (1.86 %), y exenta de gravilla. Es un material impermeable, de resistencia a la tubificación: alta y una resistencia al cortante: baja. Se encuentra consolidado, húmedo y presenta bajo contenido de sales sulfatadas.

La Calicata C - 2, De 0.00 m. a 0.90 m., se encuentra un estrato conformado por una Arcilla Limosa Arenosa Inorgánica, de mediana plasticidad, de color marrón amarillento, alta resistencia en seco, nula dilatancia, tenacidad media, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave y sin olor; presenta escasa proporción de gravilla (0.11 %). Es un material impermeable, de resistencia a la tubificación: alta y una resistencia al cortante: baja. Se encuentra consolidado, húmedo y presenta bajo contenido de sales sulfatadas. De 0.90 m. a 1.20 m., se encuentra un estrato conformado por una Arena Arcillo Limosa, de mediana plasticidad, de procedencia de roca sedimentaria llamada Arenisca, de grano fino, color crema claro con tonalidades rojizas (presencia de oxidaciones), ninguna reacción al ácido clorhídrico, y sin olor; presenta apreciable proporción de grava T.M. 1 ½" (16.76 %). Es un material permeable, de resistencia a la tubificación: media y una resistencia al cortante: regular. Se encuentra medianamente denso, húmedo y presenta bajo contenido de sales sulfatadas. > 1.20 m., se encuentra una roca sedimentaria llamada Arenisca, de grano fino, clasificada geotécnicamente como R5 (Roca muy Dura), con poca presencia de discontinuidades.

La Calicata C - 3, De 0.00 m. a 0.20 m., se encuentra una capa de pastos y raíces. De 0.00 m. a 2.00 m., se encuentra un estrato conformado por una Arcilla Inorgánica, de alta plasticidad y compresibilidad alta, de color marrón amarillento con tonalidades plomizas, alta resistencia en seco, nula dilatancia, alta tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave y sin olor; de presenta escasa proporción de arena fina a gruesa (1.29 %), y exenta de gravilla. Es un material impermeable, de resistencia a la tubificación: alta y una resistencia al cortante: baja. Se encuentra consolidado, húmedo y presenta bajo contenido de sales sulfatadas.





GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Calle. Capitan Juan Porcel N° 212 - Jaén - Cajamarca.

R.U.C. 20495954847. Telef. 976-882127. Email: geoconvial@hotmail.com, geoconvial@gmail.com.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

5.2 Aspectos Relacionados con la Napa Freática.

Se debe señalar que no se encontró el nivel freático en las calicatas estudiadas.

6.0. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN PARA EL RESERVORIO APOYADO (1508 M³).

6.1 Tipo y Profundidad de la Cimentación.

De acuerdo a las características del sub suelo descrito anteriormente, se recomienda que la profundidad de cimentación sea a una profundidad mínima de - 2.00 m., con respecto al nivel del terreno actual, previamente nivelado, apoyado directamente sobre el estrato de Arcilla Inorgánica, de alta plasticidad, por medio de losa de cimentación, previo mejoramiento, con la salvedad de tener un adecuado sistema de drenaje, con el objeto de eliminar el alto potencial de expansión y preveer los asentamientos diferenciales.

6.2 Cálculo de la Capacidad Admisible de Carga (Corte Directo en Suelos).

Para la determinación de la Capacidad Admisible de carga, según el ensayo de Corte Directo de suelos, bajo la Norma A.S.T.M. D 3080, cuantifica un ángulo de fricción interna de 11.24° y un valor de cohesión de 0.26 Kg/cm².

Calicata	:	C - 3
Muestra	:	M - 1
Tipo de Suelo	:	CH.
Ángulo de fricción interna	$\phi =$	11.24
Cohesión	$=$	0.26 Kg/cm²
Densidad Natural	$\gamma_H =$	1.62 gr/cm³

Luego, aplicando la Teoría de Karl Terzaghi (falla por corte local), con los parámetros de Vesic, la Capacidad Portante Admisible será de:

Cimentación Circular:

$$q_{ult} = cN_c F_{cs} F_{cd} + qN_q F_{qs} F_{qd} + 0.5\gamma_t BN_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d}$$

Donde:

Profundidad de cimentación	$D_t =$	2.00 m.
Diámetro	$D =$	16.00 m.

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPIN) Derechos Reservados. RQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6

Ing. Raúl Ernesto Vásquez Chuquilin
REPRESENTANTE LEGAL

000063



LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123892



GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Calle. Capitan Juan Porcel N° 212 - Jaén - Cajamarca.

R.U.C. 20495954847. Telef. 976-882127. Email : geoconvial@hotmail.com, geoconvial@gmail.com.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

Vesic (1963)

Computation

Nc =	7.3571	$N_c = (N_q - 1) \text{ctg } \phi$	$F_{cs} = 1 + \frac{B}{L} \left(\frac{N_q}{N_c} \right)$
cs =	1.0000		
cd =	1.0500	$F_{cd} = 1 + 0.4K$	$N_q = \tan^2 (45 + \phi / 2) e^{\pi \text{tg } \phi}$
Nq =	1.9747		
qs =	1.0000	$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$	$F_{qd} = 1 + 2K(1 - \text{sen } \phi)^2 \tan \phi$
qd =	1.0250		
Ny =	0.7882	$N_y = 2(N_q + 1) \tan \phi$	$F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$
ys =	1.0000		
yd =	1.0000	$F_{\gamma d} = 1$	
B/L =	0.0000		
k =	0.1250	$K = \frac{D}{B} \dots \text{si } \dots \frac{D}{B} \leq 1$	$K = \tan^{-1} \left(\frac{D}{B} \right) \dots \text{si } \dots \frac{D}{B} > 1$
W sub f	0.0000		

NOTA: Dwater=Distancia de la superficie al nivel freático

Reemplazando valores se obtiene: $q_{ad} = 0.57 \text{ kg/cm}^2$

6.3 Cálculo de Asentamientos.

CÁLCULO DEL ASENTAMIENTO ELÁSTICO (Si)	
Presión neta aplicada	$q_{est} = 0.57 \text{ Kg/cm}^2$
Relación de Poisson	$m = 0.3$
Módulo de Elasticidad	$E_s = 300 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento permisible	$S_{i(max)} = 5.00 \text{ cm}$
Ancho de la cimentación	$B = 16.00 \text{ m}$
Factor de forma	$I_s = 0.493 \text{ m/m}$
Factor de profundidad	$I_f = 0.91$
Asentamiento en centro de Zapata flexible	$S_i = 0.025 \text{ m}$
Asentamiento en centro de Zapata flexible	$S_i = 2.50 \text{ cm}$
Asentamiento para Zapata rígida	$Ser = 2.33 \text{ cm}$
Correcto	

$$S_i = \frac{q(\alpha B') (1 - \mu^2)}{E_s} I_s I_f$$

Ref. Principios de Ingeniería de Cimentaciones, Braja M. Das, 5ta.ed.
 Parámetros elásticos asumidos de tablas
 NOTA: Dwater=Es la distancia de la superficie al nivel freático

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP). Derechos Reservados RQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6
 Ing. Raúl Ernesto Vásquez Chuquim
 REPRESENTANTE LEGAL

000062



LUIS RAFAEL QUIROZ CHIUWAN
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 123892



GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Calle. Capitan Juan Porcel N° 212 - Jaén - Cajamarca.

R.U.C. 20495954847. Telef. 976-882127. Email: geoconvial@hotmail.com, geoconvial@gmail.com.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

7.0. CONTENIDO DE SALES

El resultado del Análisis Físico Químico efectuado con muestras representativas del estrato que conforma el subsuelo de fundación, presenta los siguientes valores:

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	pH	Sulfato como BaSO ₄ (p.p.m)	CL ⁻ (p.p.m)	Sales Solubles Totales (p.p.m)
C - 1	M - 1	0.50 - 1.30	7.42	0.00	38.5	425
	M - 2	1.30 - 2.00	6.12	0.00	42.0	486
C - 2	M - 1	0.00 - 0.90	7.20	0.00	35.5	414
	M - 2	0.90 - 1.20	6.80	0.00	44.0	492
C - 3	M - 1	0.20 - 2.00	6.15	0.00	46.0	488

Dichos valores se encuentran por debajo de los límites mínimos permisibles de agresividad al concreto, en lo que respecta a sulfatos, debiéndose utilizar por consiguiente Cemento Portland Tipo I o Tipo I Co, en la preparación del concreto de la cimentación (proporción de sulfatos menor de 150 p.p.m.).

CONSORCIO R6

Ing. Raúl Ernesto Vásquez Chuquilín
REPRESENTANTE LEGAL

000061



Ing. RAFAEL QUIROZ CHIHUÁN
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123892



GEOCON VIAL
INGENIEROS
CONSULTORES
E.I.R.L.

GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Calle. Capitan Juan Porcel N° 212 – Jaén – Cajamarca.

R.U.C. 20495954847. Telef. 976-882127. Email : geoconvial@hotmail.com, geoconvial@gmail.com.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

- Es preciso recomendar que las construcciones a realizarse en el proyecto, se ejecute en épocas de estiaje para evitar en lo posible la saturación del suelo de fundación y el retraso en la programación de las partidas de obra correspondientes.
- Finalmente, podemos concluir, que para el diseño de la cimentación del Proyecto: "Instalación del Reservorio de Agua Potable R-6 en la Ciudad de Cajamarca", se deberá tener en cuenta todas las conclusiones y recomendaciones antes descritas, dada la importancia de la obra, de tal suerte, que se asegure mayor estabilidad y durabilidad de la estructura a construir.

101	1.20	0.0	0.0	0.0 - 0.0	1 - M	1 - 0
102	0.5	0.0	0.0	0.0 - 0.0	1 - M	1 - 0
103	1.5	0.0	0.0	0.0 - 0.0	1 - M	1 - 0
104	1.0	0.0	0.0	0.0 - 0.0	1 - M	1 - 0
105	1.0	0.0	0.0	0.0 - 0.0	1 - M	1 - 0



Prohibida la Reproducción Total o Parcial (INDECOP) Derechos Reservados RD – GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6

Ing. Román Ernesto Vásquez Chuquilín
REPRESENTANTE LEGAL

000060



LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123892



GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Calle. Capitan Juan Porcel N° 212 – Jaén – Cajamarca.

R.U.C. 20495954847. Telef. 976-892127. Email : geoconvial@hotmail.com, geoconvial@gmail.com.
PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS,
TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y
VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

8.0. RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN.

TIPO DE CIMENTACIÓN: LOSA DE CIMENTACIÓN.	
ESTRATO DE APOYO DE LA CIMENTACIÓN: ARCILLA INORGANICA, DE ALTA PLASTICIDAD, COMPRESIBILIDAD ALTA Y CONSOLIDADA.	
PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN	
PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: - 2.00 m. SOBRE EL ESTRATO DE ARCILLA INORGANICA, DE ALTA PLASTICIDAD, COMPRESIBILIDAD ALTA Y CONSOLIDADA.	
PRESIÓN ADMISIBLE:	0.57 Kg/cm ² (Según Parámetros de Resistencia Cortante)
ASENTAMIENTO PERMISIBLE:	2.0 pulgadas (Según Tipo de Cimentación: LAMBE)
ASENTAMIENTO PROBABLE :	2.33 cm.
TIPO DE SUELO DESDE EL PUNTO DE VISTA SISMICO:	
TIPO DE SUELO: S ₃ , CATEGORÍA: A, FACTOR DE ZONA Z = 0.4, FACTOR DE USO U = 1.5, FACTOR DE SUELO S = 1.4 y PERIODO PREDOMINANTE Ts = 0.9 seg.	
AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACIÓN: AGRESIVIDAD BAJA.	
RECOMENDACIONES ADICIONALES: NO DEBE CIMENTARSE SOBRE TURBA, SUELO ORGANICO, TIERRA VEGETAL, DESMONTE O RELLENO SANITARIO Y QUE ESTOS MATERIALES INADECUADOS DEBERAN SER REMOVIDOS EN SU TOTALIDAD, ANTES DE CONSTRUIR LA CIMENTACIÓN Y SER REEMPLAZADOS CON MATERIALES SELECCIONADOS.	

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP). Derechos Reservados. RO – GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6

Ing. Raúl Ernesto Vásquez Chuquilín

000056



LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUÁN
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123892



GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Calle. Capitan Juan Porcel Nº 212 – Jaén – Cajamarca.

R.U.C. 20495954847. Telef. 976-882127. Email : geoconvial@hotmail.com, geoconvial@gmail.com.
PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS,
TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y
VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

9.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Correlacionando la investigación de campo realizada con los resultados de los ensayos de laboratorio y según el análisis efectuado en el transcurso del informe, establecemos las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- El terreno en estudio se encuentra ubicado en el Sector Santa Elena Parte Alta, Distrito de Cajamarca, Provincia de Cajamarca, Región Cajamarca, presenta una superficie relativamente ondulada y geometría irregular.
- El subsuelo del terreno en estudio, del proyecto: "Instalación del Reservorio de Agua Potable R-6 en la Ciudad de Cajamarca", presenta un estrato de relleno y materia orgánica., como primer estrato está conformado por arcillas limosas inorgánicas y arcillas limosas arenosas, de mediana plasticidad, con elevada proporción de grava. Se encuentran consolidadas, húmedas y presentan bajo contenido de sales sulfatadas. A continuación se encuentran arenas arcillo limosas, de mediana plasticidad, con apreciable proporción de grava. Se encuentran medianamente densas, húmedas y presentan bajo contenido de sales sulfatadas.
- Se recomienda que el nivel de cimentación, sea a una profundidad mínima de - 2.00 m. (Nivel de Excavación Cota: 2778.40 m.s.n.m.), con respecto al nivel del sub rasante (Cota Sub Rasante: 2776.40 m.s.n.m.), previa eliminación de la capa de relleno y/o pastos y raíces.
- Se cimentará sobre losa de cimentación, para una capacidad portante admisible, (valor que decrece con el incremento de humedad del suelo y el posterior colapso de la estructura, si no se ejecuta su mejoramiento):

$$q_{ad} = 0.57 \text{ Kg/cm}^2$$

- Se recomienda que a partir del nivel de cimentación propuesto (-2.00 m.), en las zonas arcillosas limosas, de alta plasticidad y compresibilidad alta, se realice un mejoramiento del terreno de fundación, que consistirá en la colocación de dos capas de piedra de forma redondeada y sub redondeada de tamaño máximo de 6" (-1.70 m.), bien compactadas; a continuación se colocara una capa de 0.20 m., de grava bien gradada (GW) o afirmado, compactada al 95 % de la máxima densidad seca del Proctor Modificado: Norma A.S.T.M. D 1557. (-1.50 m.). Este mejoramiento se recomienda con la finalidad de incrementar la capacidad portante, prevenir la ascensión capilar y posibilitar la evacuación de filtraciones de agua. Ver Anexo V (Croquis de Detalle de Cimentación).
- Considerar que ejecutando el mejoramiento de la sub rasante, y asumiendo parámetros mínimos de resistencia cortante, para el afirmado ($\phi = 30^\circ$, $c = 0.00 \text{ Kg/cm}^2$, $\gamma_H = 2.02 \text{ gr/cm}^3$), y $D_f = 1.50 \text{ m}$, se obtiene como capacidad portante admisible:

$$q_{ad} = 2.55 \text{ Kg/cm}^2$$



Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP) Derechos Reservados RD – GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

-10-

CONSORCIO R6

Ing. Raúl Ernesto Vásquez Chuquilín
REPRESENTANTE LEGAL

000058



LUIS RAFAEL QUIROZ CHIUJÁN
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. Nº 123892



GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Calle. Capitan Juan Porcel Nº 212 – Jaén – Cajamarca.

R.U.C. 20495954847. Telef. 976-882127. Email : geoconvial@hotmail.com, geoconvial@gmail.com.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

- Se recomienda en caso de encontrar a la profundidad de cimentación, un macizo rocoso conformado por roca arenisca, eliminar los estratos meteorizados o fracturados y cimentar en roca sana, por presentar elevados valores de resistencia a compresión uniaxial.
- El ingeniero estructural, estará a cargo de determinar la sección y el tipo de cimentación, acorde a la capacidad portante del terreno de fundación compatible con las cargas transmitidas y la Norma Técnica E - 060.
- Se recomienda con la finalidad de conseguir un concreto impermeable, utilizar una relación Agua/Material Cementante = 0.50, en la estructuras del reservorio apoyado de 1508 m³.
- El concreto a utilizar en la cimentación debe ser diseñado por un especialista en Tecnología del Concreto, empleando agregados que deben cumplir con la Norma A.S.T.M. C 33-99a. Además, el agua a ser utilizada para las mezclas de concreto, debe cumplir con la Norma N.T.P. 339.088. Asimismo, se debe utilizar en el concreto de la cimentación Cemento Portland Tipo I o Tipo I Co (proporción de sulfatos menor de 150 p.p.m.). Asimismo utilizar agregados lavados, por cuanto pueden contener sales sulfatadas que influyen negativamente en las propiedades del concreto.
- Se recomienda utilizar un aditivo reductor de agua de rango medio - plastificante, que cumpla con la Norma A.S.T.M. C 494, con la finalidad de darle mayor trabajabilidad, cohesividad, reducir la segregación y exudación de la mezcla de concreto fresco e incrementar la resistencia mecánica del concreto endurecido de la cimentación y otorgarle mayor durabilidad.
- Se recomienda que para el proyecto: "Instalación del Reservorio de Agua Potable R-6 en la Ciudad de Cajamarca", se deberá realizar muestreo de especímenes de las mezclas de concreto a elaborar en la ejecución de la Obra, acorde a la Norma A.S.T.M C 172. Asimismo, se debe utilizar un método de curado adecuado para el concreto acorde a la Norma A.S.T.M. C 31 M-98, con la finalidad de alcanzar el grado de hidratación y por ende la resistencia mecánica requerida en obra y los especímenes de concreto deberán ensayarse de acuerdo a la Norma A.S.T.M. C 39, con la finalidad de evaluar el control de calidad del concreto en concordancia con el Reglamento ACI 318 - 2004.
- Para la aplicación de las Normas de Diseño Sismo resistente del R.N.C. debe considerarse: Categoría: A, Factor de Zona Z = 0.4, Factor de Uso U = 1.5, Factor de Suelo S = 1.4, y Periodo predominante Ts = 0.9 seg, y para el análisis pseudo estático se recomienda un valor $\alpha = 0.20$ g.
- Se recomienda construir un sistema adecuado de drenaje y/o impermeabilizado, alrededor de toda la cimentación y zonas próximas al reservorio, con el objeto de impedir la infiltración de aguas pluviales en el terreno de fundación, lo que ocasionaría el incremento en el contenido de humedad del terreno, saturación del mismo, condición favorable para que se produzcan variaciones volumétricas, con consiguiente formación de asentamientos diferenciales, por la alta expansión de la arcilla.



Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP). Derechos Reservados RQ – GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6

Ing. Raúl Ernesto Vásquez Chuquilin
REPRESENTANTE LEGAL

000057



LUIS RAFAEL OUTROZ CHIHUÁN
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123892



GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Calle. Capitán Juan Porcel Nº 212 – Jaén – Cajamarca.

R.U.C. 20495954847. Telef. 976-882127. Email : geoconvial@hotmail.com, geoconvial@gmail.com.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

ANEXO I

ENSAYOS DE LABORATORIO



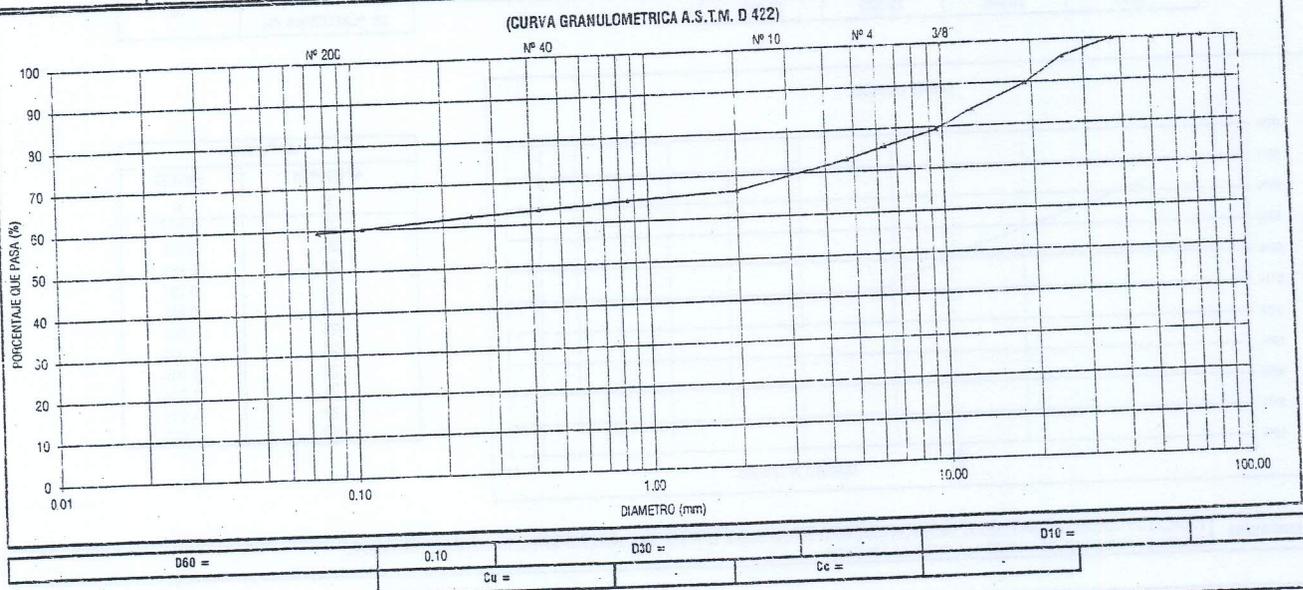
Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP). Derechos Reservados RQ – GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

000056

	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD		
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO	
	OCF-CAAS-01		CODIGO:	202-13-MS-MCA-001	
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL		
PROYECTO :	INSTALACION DEL RESERVOIRIO DE AGUA POTABLE R-6 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.		GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.	
UBICACION :	DISTRITO: CAJAMARCA, PROVINCIA: CAJAMARCA, REGION: CAJAMARCA.		JEFE DE CALIDAD :	ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN.	
SOLICITANTE :	INGENIERO RAUL ERNESTO VASQUEZ CHUQUILIN.		TECNICO DE LAB :	EDSON LOPEZ PARRA.	
DATOS DEL MUESTREO			CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION		
CALICATA :	C - 1	CODIGO MUESTRA:	202-MLCA-001	PROFUNDIDAD :	0.50 m. A 1.30 m.
MUESTRA :	M - 1	FECHA :	23 - 02 - 2013	CLASIFICACION DEL SUELO	CH
				NORMA A.S.T.M. D 2487	

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE SIZE ANALYSIS OF SOILS - A.S.T.M. D 422
METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

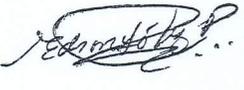
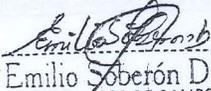
	TAMIZ		P.RET	P.RET	PORCENTAJE	PORCENTAJE	MUESTRA TOTAL HUMEDA			
	N°	ABERTURA(mm)	PARCIAL	ACUMULADO	RET. ACUMULADO	QUE PASA	TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C	
FRACCION GRUESA	3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (g)			
	2 1/4"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA < N° 4 (g)			
	2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA > N° 4 (g)			
	1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00				
	1"	25.40	40.10	40.10	4.01	95.99				
	3/4"	19.00	61.46	101.56	10.15	89.84				
	1/2"	12.50	58.76	160.32	16.03	83.97				
	3/8"	9.50	45.45	205.77	20.58	79.42				
	1/4"	6.35	36.26	242.03	24.20	75.80				
	N° 4	4.75	28.24	270.27	27.03	72.97				
FRACCION FINA	N° 10	2.00	64.71	334.98	33.50	66.50	MUESTRA TOTAL SECA			
	N° 20	0.85	15.63	350.61	35.06	64.94	PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g) WF			
	N° 40	0.43	15.02	365.63	36.56	63.44	PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (g) WG			
	N° 80	0.25	11.48	377.11	37.71	62.29				
	N° 140	0.11	21.89	399.01	39.90	60.10				
	N° 200	0.08	5.90	404.91	40.49	59.51				
	CAZOLETA	--	595.09	1000.00	100.00	0.00				
	TOTAL			1000.00						
								ANALISIS FRACCION GRUESA		
								TOTAL	WG =	270.27
							ANALISIS FRACCION FINA			
							CORRECCION CUARTEO :	WF/S	1.00	
							PESO PORCION SECA :	S =	729.7	



OBSERVACIONES: LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA SEGUN LA NORMA (A.S.T.M. D 2487 - STANDARD CLASSIFICATION OF SOILS FOR ENGINEERING PURPOSES), Y SE DESCRIBE COMO UNA ARCILLA LIMOSA INORGANICA, DE MEDIANA PLASTICIDAD, MEZCLADA CON APRECIABLE PROPORCION DE GRAVA T.M. 1 1/2" (27.03 %), Y ELEVADA CANTIDAD DE ARENA GRUESA A MEDIA (13.46 %).

CLASIFICACION GENERAL: PESIMO

TERRENO DE FUNDACION:

EJECUTO	REVISO	Yo. So.	APROBADO
			
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA

Emilio Soberon Diaz
SUPERVISOR DE CAMPO
GEOCON VIAL
INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Luis Rafael Quiroz Chihuan
INGENIERO CIVIL
REG. CH. N° 2843

Prohibida su Reproduccion sin el Permiso de GEOCON VIAL INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.



CONSORCIO R6

000055

Ing. Raul Ernesto Vasquez Chuquilin

	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD		
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO	
	QCF-CAAS-02		CODIGO :	202-13-MS-MCA-002	
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL		
PROYECTO :	INSTALACION DEL RESERVOIRIO DE AGUA POTABLE R-6 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.		GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.	
UBICACION :	DISTRITO: CAJAMARCA, PROVINCIA: CAJAMARCA, REGION: CAJAMARCA.		JEFE DE CALIDAD :	ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN.	
SOLICITANTE :	INGENIERO RAUL ERNESTO VASQUEZ CHUQUILIN.		TECNICO DE LAB :	EDSON LOPEZ PARRA.	
DATOS DEL MUESTREO			CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION		
CALICATA :	C - 1	CODIGO MUESTRA :	202-MLCA-001	PROFUNDIDAD :	0.50 m. A 1.30 m.
MUESTRA :	M - 1	FECHA :	23 - 02 - 2013	CLASIFICACION DEL SUELO	NORMA A.S.T.M. D 2487
					CH

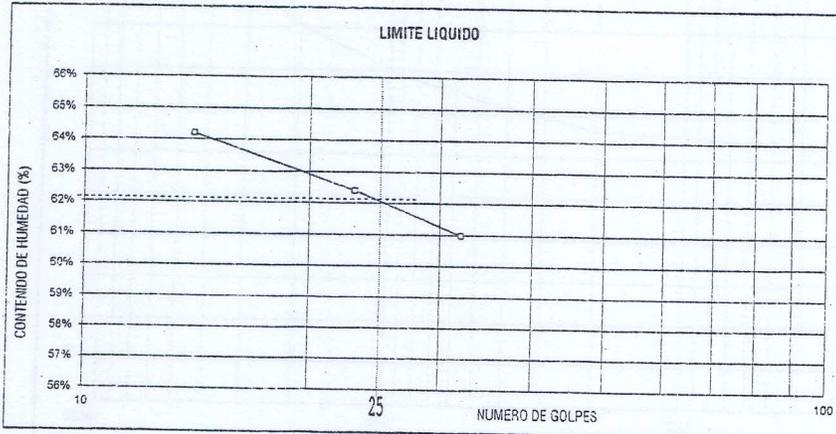
STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS - A.S.T.M. D 4318
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	1	2	3
Wt+ M.Húmeda (gr)	55.80	46.00	53.80
Wt+ M. Seca (gr)	49.70	40.62	48.42
W agua (gr)	6.10	5.38	5.38
W tara (gr)	40.20	32.00	39.60
W M.Seca (gr)	9.50	8.62	8.82
W(%)	64.21%	62.41%	61.00%
N.GOLPES	14	23	32

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	4	5	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	43.20	45.30	
Wt+ M. Seca (gr)	41.45	43.75	
W agua (gr)	1.75	1.55	
W tara (gr)	35.70	38.50	
W M.Seca (gr)	5.75	5.25	
W(%)	30.43%	29.52%	29.98%

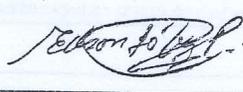
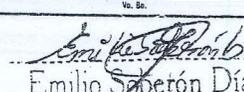
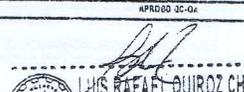
TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	60°C 110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	60°C 110° C
AGUA USADA	DESTILADA
	POTABLE
	OTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	62
LIMITE PLASTICO (%)	30
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	32



UNIPUNTO	
Nº GOLPES	FACTOR
N	K
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

OBSERVACIONES: EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.S.T.M. D 4318.

EJECUTO	REVISO	No. Br.	APROBADO JC-GC
			
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	Emilio Saberon Diaz SUPERVISOR DE CAMPO	LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN INGENIERO CIVIL REG. Nº 123892

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RC - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6

Ing. Paul Ernesto Vasquez Chuquilin
REPRESENTANTE LEGAL



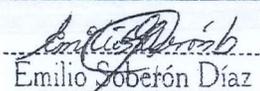
000054

	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO
	QCF-CAAS-03		CODIGO :	202-13-MS-MCA-003
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	INSTALACIÓN DEL RESERVOIRIO DE AGUA POTABLE R-5 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.		GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
UBICACIÓN :	DISTRITO: CAJAMARCA, PROVINCIA: CAJAMARCA. REGIÓN: CAJAMARCA.		JEFE DE CALIDAD :	ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN.
SOLICITANTE :	INGENIERO RAUL ERNESTO VASQUEZ CHUQUILIN.		TECNICO DE LAB :	EDSON LOPEZ PARRA.
DATOS DEL MUESTREO			CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION	
CALIGATA :	C - 1	PROFUNDIDAD :	0.50 m. A 1.30 m.	
MUESTRA :	M - 1	CODIGO MUESTRA :	202-MLCA-001	FECHA :
				23 - 02 - 2013
				CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.S.T.M. D 2487
				CH

**STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINACION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK - A.S.T.M. D 2216
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**

CALIGATA :	C - 1		
MUESTRA :	M - 1		
ENSAYE :	1	2	3
W (tara + M.Húmeda)	209.82	212.34	210.06
W (tara + M.Seca)	181.28	184.02	181.72
W agua	28.54	28.32	28.34
W tara	23.23	23.18	23.01
W Muestra Seca	158.05	160.84	158.71
W(%)	18.06%	17.51%	17.86%
W (%) Promedio :	17.84%		

OBSERVACIONES:

EJECUTO	REVISO	Va. Bn.	APROBO CC-QA
		 Emilio Soberón Díaz SUPERVISOR DE CAMPO	 LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN INGENIERO CIVIL
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6
Ing. Raul Ernesto Vásquez Chuquilin
REPRESENTANTE LEGAL



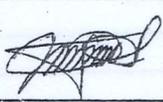
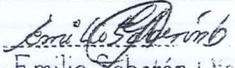
000053

	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.				OFICINA DE GESTIÓN Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD				SECTOR :	LABORATORIO
	QCF-CCAS-05				CODIGO:	202-13-MS-MCA-005
DATOS DEL PROYECTO				DATOS DEL PERSONAL		
PROYECTO :	INSTALACIÓN DEL RESERVOIRIO DE AGUA POTABLE R-6 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.				GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
UBICACIÓN :	DISTRITO: CAJAMARCA, PROVINCIA: CAJAMARCA, REGION: CAJAMARCA.				JEFE DE CALIDAD :	ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN.
SOLICITANTE :	INGENIERO RAUL ERNESTO VASQUEZ CHUQUILIN.				TECNICO DE LAB :	EDSON LOPEZ PARRA.
DATOS DEL MUESTREO				CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION		
CALICATA :	C - 1	CODIGO MUESTRA: 202-MLCA-001	PROFUNDIDAD : 0.50 m. A 1.50 m.	FECHA : 23 - 02 - 2013	CLASIFICACION DEL SUELO	
MUESTRA :	M - 1				NORMA A.S.T.M. D 2467	

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD APARENTE (PESO VOLUMETRICO DE UN SUELO)
A.S.T.M. D 2937

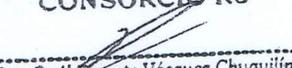
CALICATA :	C - 1		
MUESTRA :	M - 1		
ENSAYE :	1	2	3
W Cilindro + M. Natural (gr)	392.50	392.00	391.00
W Cilindro (gr)	253.00	253.00	253.00
W M. Natural (gr)	139.50	139.00	138.00
Volumen (cm ³)	102.98	102.98	102.98
Densidad Natural (gr/cm ³)	1.35	1.35	1.34
Densidad Natural Promedio (gr/cm ³)	1.35		

OBSERVACIONES:

ELABORO	REVISO	Vo. Bo.	APROBO QC-QA
			
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	Emilio Soberón Díaz SUPERVISOR DE CAMPO GEOCON VIAL	Luis Rafael Quiroz Chihuan INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 122202

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6


Ing. Raul Ernesto Vasquez Chuquilin
REPRESENTANTE LEGAL

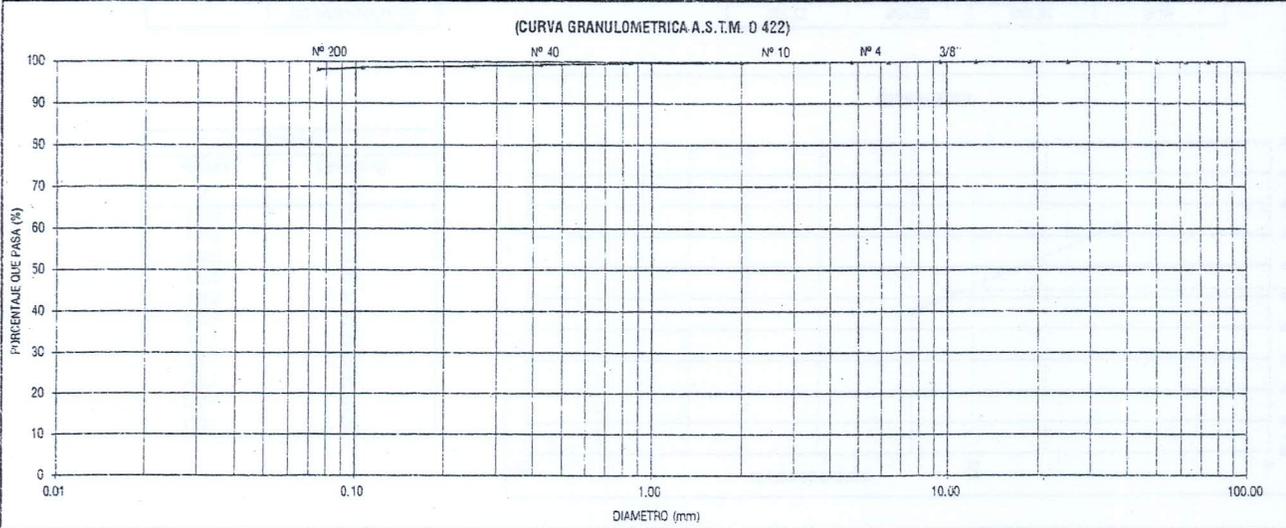


000052

	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD		
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO	
	OCF-CAAS-01		CODIGO:	202-13-MS-MCA-006	
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL		
PROYECTO :	INSTALACIÓN DEL RESERVOIRIO DE AGUA POTABLE R-6 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.		GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.	
UBICACIÓN :	DISTRITO: CAJAMARCA, PROVINCIA: CAJAMARCA, REGION: CAJAMARCA.		JEFE DE CALIDAD :	ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN.	
SOLICITANTE :	INGENIERO RAUL ERNESTO VASQUEZ CHUQUILIN.		TECNICO DE LAB :	EDSON LOPEZ PARRA.	
DATOS DEL MUESTREO			CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION		
CALICATA :	C - 1	CODIGO MUESTRA:	202-MLCA-002	PROFUNDIDAD :	1.30 m. A 2.00 m.
MUESTRA :	M - 2			FECHA :	23 - 02 - 2013
			CLASIFICACION DEL SUELO	NORMA A.S.T.M. D 2487	CH

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE SIZE ANALYSIS OF SOILS - A.S.T.M. D 422
METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

	TAMIZ		P.RET	P.RET	PORCENTAJE	PORCENTAJE	MUESTRA TOTAL HUMEDA		
	Nº	ABERTURA(mm)	PARCIAL	ACUMULADO	RET. ACUMULADO	QUE PASA	TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C
FRACCION GRUESA	3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)		563.5
	2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA < Nº 4 (gr)		563.5
	2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA > Nº 4 (gr)		0.0
	1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00			
	1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00			
	3/4"	19.00	0.00	0.60	0.00	100.00			
	1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00			
	3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00			
	1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00			
	Nº 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00			
FRACCION FINA	Nº 10	2.00	0.54	0.54	0.11	99.89	PESO TOTAL MUESTRA SECA < Nº 4 (gr) WF		500.0
	Nº 20	0.85	0.74	1.28	0.26	99.74	PESO TOTAL MUESTRA SECA > Nº 4 (gr) WG		9.00
	Nº 40	0.43	2.19	3.47	0.69	99.31			
	Nº 60	0.25	1.25	4.72	0.94	99.06			
	Nº 140	0.11	2.03	6.75	1.35	98.65			
	Nº 200	0.08	2.57	9.32	1.86	98.14			
	CAZOLETA	--	490.68	500.00	100.00	0.00			
	TOTAL			500.00					
							MUESTRA TOTAL SECA		
							ANALISIS FRACCION GRUESA		
							TOTAL	W/S =	0.00
							ANALISIS FRACCION FINA		
							CORRECCION CUARTED:	W/S	1.00
							PESO PORCION SECA:	S =	500.0

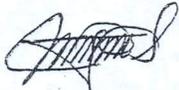
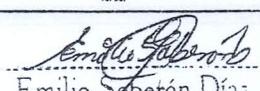


D60 =		D30 =		D10 =	
Cu =		Cc =			

OBSERVACIONES: LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA SEGUN LA NORMA (A.S.T.M. D 2487 - STANDARD CLASSIFICATION OF SOILS FOR ENGINEERING PURPOSES), Y SE DESCRIBE COMO UNA ARCILLA INORGANICA, DE ALTA PLASTICIDAD, MEZCLADA CON ESCASA PROPORCION DE ARENA FINA A GRUESA (1.86 %).

CLASIFICACION GENERAL: PESIMO

TERRENO DE FUNDACION:

EJECUTO	REVISO	Vc. Bc.	APROBO UC-JA
			
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA
		Emilio Soberton Diaz SUPERVISOR DE CAMPO GEOCON VIAL INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.	 LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN INGENIERO CIVIL REG. CIP. Nº 123822

CONSORCIO R6

Ing. Raul Ernesto Vasquez Chuquilin

000051



	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO
	QCF-CAAS-02		CODIGO:	202-13-MS-MCA-007
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	INSTALACION DEL RESERVOIRIO DE AGUA POTABLE R-6 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.		GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
UBICACION :	DISTRITO: CAJAMARCA, PROVINCIA: CAJAMARCA, REGION: CAJAMARCA.		JEFE DE CALIDAD :	ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN.
SOLICITANTE :	INGENIERO RAUL ERNESTO VASQUEZ CHUQUILIN.		TECNICO DE LAB :	EDSON LOPEZ PARRA.
DATOS DEL MUESTREO			CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION	
CALICATA :	C - 1	PROFUNDIDAD :	1.30 m. A 2.00 m.	
MUESTRA :	M - 2	FECHA :	23 - 02 - 2013	
		CODIGO MUESTRA:	202-MLCA-002	NORMA A.S.T.M. D 2487
				CH

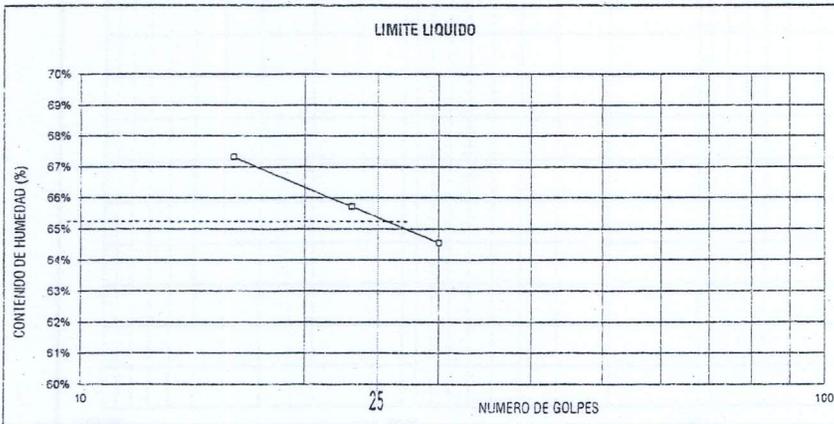
STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS - A.S.T.M. D 4318
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

TARA Nº	1	2	3
Wt+ M.Húmeda (gr)	51.73	51.81	53.66
Wt+ M. Seca (gr)	45.65	46.94	48.16
W agua (gr)	6.08	4.87	5.52
W tara (gr)	36.62	39.53	39.61
W M.Seca (gr)	9.03	7.41	8.55
W(%)	67.33%	65.72%	64.56%
N.GOLPES	16	23	30

TEMPERATURA DE SECADO
PREPARACION DE MUESTRA
60°C
110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD
50°C
110° C
AGUA USADA
DESTILADA
POTABLE
OTRA

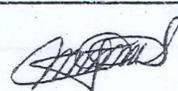
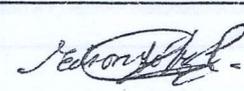
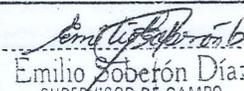
TARA Nº	4	5	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	38.44	37.37	
Wt+ M. Seca (gr)	36.20	35.15	
W agua (gr)	2.24	2.22	
W tara (gr)	26.53	25.67	
W M.Seca (gr)	9.67	9.48	
W(%)	23.16%	23.42%	23.29%

LIMITE LIQUIDO (%)	55
LIMITE PLASTICO (%)	23
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	42



Nº GOLPES	FACTOR
N	K
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

OBSERVACIONES: EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.S.T.M. D 4318.

ELABORADO	REVISADO	VER. EN	APROBADO
			
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	Emilio Zoberón Díaz SUPERVISOR DE CAMPO	LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN INGENIERO CIVIL

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6
 Ing. Raúl Ernesto Vásquez Chuau
 REPRESENTANTE LEGAL



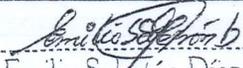
000050

	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO
	QCF-CAAS-03		CODIGO:	202-13-MS-MCA-008
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	INSTALACION DEL RESERVOIRIO DE AGUA POTABLE R-6 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.		GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
UBICACION :	DISTRITO: CAJAMARCA, PROVINCIA: CAJAMARCA. REGION: CAJAMARCA.		JEFE DE CALIDAD :	ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN.
SOLICITANTE :	INGENIERO RAUL ERNESTO VASQUEZ CHUQUILIN.		TECNICO DE LAB :	EDSON LOPEZ PARRA.
DATOS DEL MUESTREO			CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION	
CALICATA :	C - 1	PROFUNDIDAD :	1.30 m. A 2.00 m.	
MUESTRA :	M - 2	FECHA :	23 - 02 - 2013	
	CODIGO MUESTRA: 202-MLCA-002		CLASIFICACION DEL SUELO	CH
			NORMA A.S.T.M. D 2487	

**STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINACION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK - A.S.T.M. D 2216
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**

CALICATA :	C - 1		
MUESTRA :	M - 2		
ENSAYE :	1	2	3
W (tara + M.Húmeda)	211.08	213.44	208.09
W (tara + M.Seca)	184.78	185.77	181.42
W agua	26.30	27.67	26.67
W tara	23.16	23.23	22.81
W Muestra Seca	161.62	162.54	158.61
W(%)	16.27%	17.02%	16.81%
W (%) Promedio :	16.70%		

OBSERVACIONES:

EJECUTO	REVISO	Vo. Bo.	APROBO DC-QA
		 Emilio Soberón Díaz SUPERVISOR DE CAMPO	 LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 123892
<small>NOMBRE Y FIRMA</small>	<small>NOMBRE Y FIRMA</small>	<small>NOMBRE Y FIRMA</small>	<small>NOMBRE Y FIRMA</small>

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6

Ing. Raúl Ernesto Vásquez Chuquilin
REPRESENTANTE LEGAL



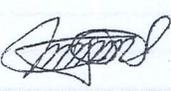
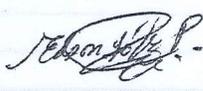
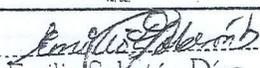
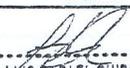
000049

 GEOCON VIAL INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.			OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD			SECTOR :	LABORATORIO
	QCF-CCAS-05			CODIGO:	202-13-MS-MCA-010
DATOS DEL PROYECTO				DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	INSTALACIÓN DEL RESERVOIRIO DE AGUA POTABLE R-6 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA			GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
UBICACIÓN :	DISTRITO: CAJAMARCA, PROVINCIA: CAJAMARCA, REGION: CAJAMARCA.			JEFE DE CALIDAD :	ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN.
SOLICITANTE :	INGENIERO RAUL ERNESTO VASQUEZ CHUQUILIN.			TECNICO DE LAB :	EDSON LOPEZ PARRA.
DATOS DEL MUESTREO				CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION	
CALICATA :	C - 1	CODIGO MUESTRA:	202-MLCA-002	PROFUNDIDAD :	1.30 m. A 2.00 m.
MUESTRA :	M - 2			FECHA :	23 - 02 - 2013
					CH

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD APARENTE (PESO VOLUMETRICO DE UN SUELO)
A.S.T.M. D 2937

CALICATA :	C - 1		
MUESTRA :	M - 2		
ENSAYE :	1	2	3
W Cilindro + M. Natural (gr)	418.00	420.00	420.00
W Cilindro (gr)	253.00	253.00	253.00
W M. Natural (gr)	165.00	167.00	167.00
Volumen (cm ³)	102.98	102.98	102.98
Densidad Natural (gr/cm ³)	1.60	1.62	1.62
Densidad Natural Promedio (gr/cm ³)	1.62		

OBSERVACIONES:

EJECUTO	REVISO	Vc. Dc.	APROBADO CC-QA
		 Emilio Soberón Díaz SUPERVISOR DE CAMPO	 LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN INGENIERO CIVIL REG. N° 133992
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6


Ing. Raúl Ernesto Vásquez Chuquilin
REPRESENTANTE LEGAL

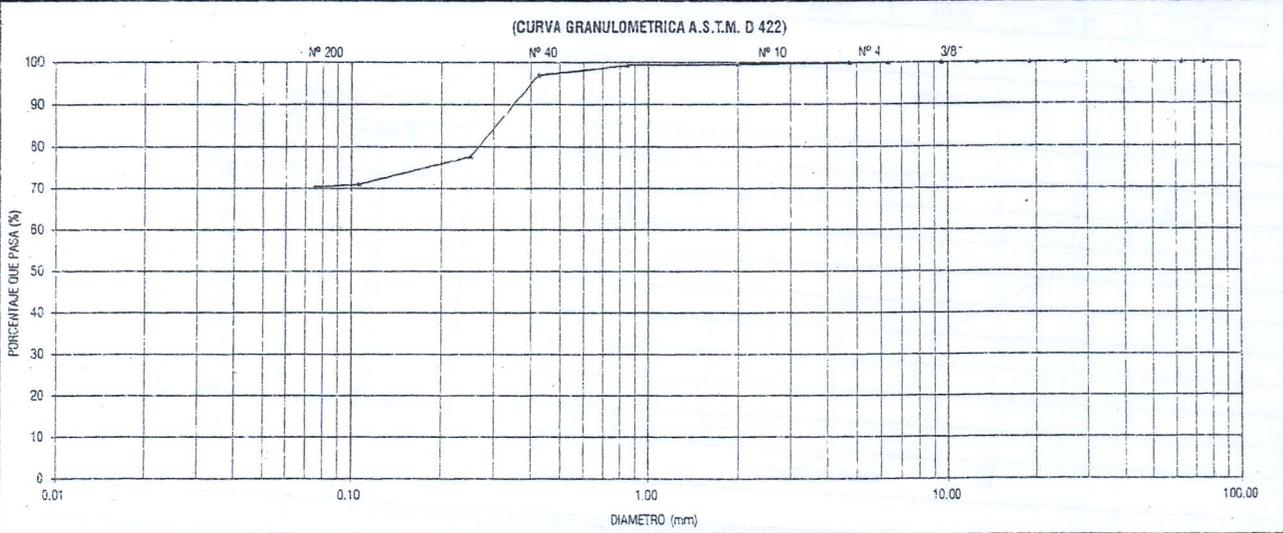


000048

	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO
	QCF-CAAS-01		CODIGO:	202-13-MS-MCA-011
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	INSTALACION DEL RESERVOIRIO DE AGUA POTABLE R-6 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.		GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
UBICACION :	DISTRITO: CAJAMARCA, PROVINCIA: CAJAMARCA, REGION: CAJAMARCA.		JEFE DE CALIDAD :	ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN.
SOLICITANTE :	INGENIERO RAUL ERNESTO VASQUEZ CHUQUILIN.		TECNICO DE LAB :	EDSON LOPEZ PARRA.
DATOS DEL MUESTREO			CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION	
CALICATA :	C - 2	PROFUNDIDAD :	0.00 m. A 0.90 m.	
MUESTRA :	M - 1	FECHA :	23 - 02 - 2013	
		CODIGO MUESTRA:	202-MLCA-003	CLASIFICACION DEL SUELO
				NORMA A.S.T.M. D 2487
				CH

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE SIZE ANALYSIS OF SOILS - A.S.T.M. D 422
METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

	TAMIZ		P.RET. PARCIAL	P.RET. ACUMULADO	PORCENTAJE RET. ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	MUESTRA TOTAL HUMEDA		
	Nº	ABERTURA(mm)					TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C
FRACCION GRUESA	3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)		506.7
	2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA < Nº 4 (gr)		606.1
	2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA > Nº 4 (gr)		0.6
	1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00			
	1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00			
	3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00			
	1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00			
	3/8"	9.50	0.06	0.00	0.00	100.00			
	1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00			
	Nº 4	4.75	0.54	0.54	0.11	99.89			
FRACCION FINA	Nº 10	2.00	1.60	2.14	0.43	99.57	PESO TOTAL MUESTRA SECA < Nº 4 (gr) WF		499.5
	Nº 20	0.85	1.17	3.31	0.66	99.34	PESO TOTAL MUESTRA SECA > Nº 4 (gr) WG		0.54
	Nº 40	0.43	11.73	15.04	3.01	96.99	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)		500.0
	Nº 60	0.25	96.14	111.17	22.23	77.77			
	Nº 140	0.11	33.60	144.77	28.95	71.05			
	Nº 200	0.08	3.18	147.95	29.59	70.41			
	CAZOLETA	--	352.05	500.00	100.00	0.00			
TOTAL			500.00				ANALISIS FRACCION GRUESA		
							TOTAL	W/G =	0.54
							ANALISIS FRACCION FINA		
							CORRECCION CUARTED :	WF/S	1.00
							PESO PORCION SECA :	S =	499.5



D60 =		D30 =		D10 =	
Cu =		Cc =			

OBSERVACIONES: LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA SEGUN LA NORMA (A.S.T.M. D 2487 - STANDARD CLASSIFICATION OF SOILS FOR ENGINEERING PURPOSES), Y SE DESCRIBE COMO UNA ARCILLA LIMOSA ARENOSA INORGANICA, DE MEDIANA PLASTICIDAD, MEZCLADA CON ESCASA PROPORCION DE GRAVILLA (0.11 %).

CLASIFICACION GENERAL: PESIMO

TERRENO DE FUNDACION:

EJECUTO	REVISO	Vo. So.	APROBADO OC-04
			
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA

Emilio Soberón Díaz
SUPERVISOR DE CAMPO
GEOCON VIAL
INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. Nº 123892

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDEFINIDA) Derechos Reservados por GEOCON VIAL - Ingenieros Consultores E.I.R.L.

CONSORCIO R6

Ing. Raúl Ernesto Vásquez Chuquilín

000047



	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD		
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO	
	QCF-CAAS-02		CODIGO:	202-13-MS-MCA-012	
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL		
PROYECTO :	INSTALACION DEL RESERVOIRIO DE AGUA POTABLE R-6 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.		GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.	
UBICACION :	DISTRITO: CAJAMARCA, PROVINCIA: CAJAMARCA, REGION: CAJAMARCA.		JEFE DE CALIDAD :	ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN.	
SOLICITANTE :	INGENIERO RAUL ERNESTO VASQUEZ CHUQUILIN.		TECNICO DE LAB :	EDSON LOPEZ PARRA.	
DATOS DEL MUESTREO			CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION		
CALICATA :	C - 2	CODIGO MUESTRA :	202-MLCA-003	PROFUNDIDAD :	0.00 m. A 0.90 m.
MUESTRA :	M - 1	FECHA :	23 - 02 - 2013	CLASIFICACION DEL SUELO	NORMA A.S.T.M. D 2467
			CH		

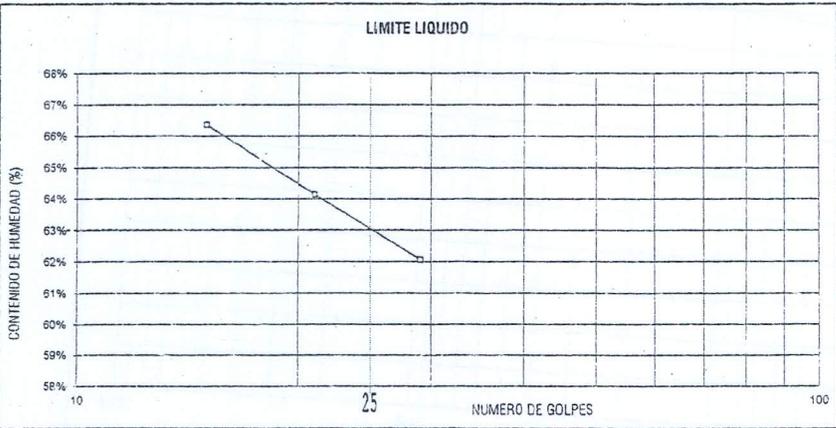
STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS - A.S.T.M. D 4318
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	1	2	3
Wt+ M.Húmeda (gr)	41.50	48.50	45.50
Wt+ M. Seca (gr)	37.71	45.10	41.90
W agua (gr)	3.79	3.40	3.60
W tara (gr)	32.00	39.80	36.10
W M.Seca (gr)	5.71	5.30	5.80
W(%)	66.37%	64.15%	62.07%
N.GOLPES	15	21	29

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

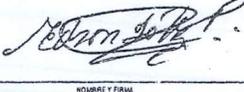
LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	4	5	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	38.70	41.00	
Wt+ M. Seca (gr)	38.04	40.38	
W agua (gr)	0.66	0.62	
W tara (gr)	35.80	38.30	
W M.Seca (gr)	2.24	2.08	
W(%)	29.46%	29.81%	29.64%

LIMITE LIQUIDO (%)	63
LIMITE PLASTICO (%)	30
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	33



UNIPUNTO	
Nº GOLPES	FACTOR
N	K
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

OBSERVACIONES: EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.S.T.M. D 4318.

EJECUTO  NOMBRE Y FIRMA	REVISO  NOMBRE Y FIRMA	Va. Bo.  Emilio Soberón Díaz SUPERVISOR DE CAMPO GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.	APRUBO QC-QA  LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN INGENIERO CIVIL REG. CIP. Nº 123892
--	---	---	---

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI), Derechos Reservados RD - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6
 Ing. Raúl Ernesto Vásquez Chuquilín
 REPRESENTANTE LEGAL



000046



GEOCON VIAL
INGENIEROS
CONSULTORES
E.I.R.L.

GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

OFICINA DE GESTION Y
CONTROL DE CALIDAD

FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD

SECTOR :

LABORATORIO

CODIGO:

202-13-MS-MCA-013

QCF-CAAS-03

DATOS DEL PROYECTO

DATOS DEL PERSONAL

OBJETO : INSTALACION DEL RESERVOIRIO DE AGUA POTABLE R-6 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.
UBICACION : DISTRITO: CAJAMARCA, PROVINCIA: CAJAMARCA, REGION: CAJAMARCA.
AUTORIDAD : INGENIERO RAUL ERNESTO VASQUEZ CHUQUILIN.

GERENTE GENERAL : ING. RAFAEL QUIROZ CH.
JEFE DE CALIDAD : ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN.
TECNICO DE LAB : EDSON LOPEZ PARRA.

DATOS DEL MUESTREO

CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION

ESTACION : C - 2	CODIGO MUESTRA: 202-MLCA-003	PROFUNDIDAD : 0.00 m. A 0.90 m.	CLASIFICACION DEL SUELO	CH.
ALCANTARILLA : M - 1		FECHA : 23 - 02 - 2013	NORMA A.S.T.M. D 2487	

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINACION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK - A.S.T.M. D 2216

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

CALICATA :	C - 2		
MUESTRA :	M - 1		
ENSAYE :	1	2	3
W (tara + M. Húmeda)	208.82	212.64	210.38
W (tara + M Seca)	176.18	178.86	177.94
W agua	32.64	33.78	32.44
W tara	23.39	23.06	23.74
W Muestra Seca	152.79	155.80	154.20
W(%)	21.36%	21.68%	21.04%
W (%) Promedio :	21.36%		

OBSERVACIONES:

EJECUTO	REVISO	VA. DE	APROBO CC-GA
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA
		Emilio Soberón Díaz SUPERVISOR DE CAMPO	LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN INGENIERO CIVIL REG. 64874/12/1997

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6

Ing. Raúl Ernesto Vásquez Chuquilín
REPRESENTANTE LEGAL



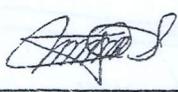
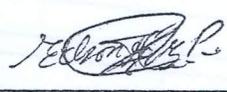
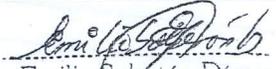
000045

	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO
	QCF-CCAS-05		CODIGO :	202-13-MS-MCA-015
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	INSTALACION DEL RESERVOIRIO DE AGUA POTABLE R-6 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.		GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
UBICACION :	DISTRITO: CAJAMARCA, PROVINCIA: CAJAMARCA, REGION: CAJAMARCA.		JEFE DE CALIDAD :	ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN.
SOLICITANTE :	INGENIERO RAUL ERNESTO VASQUEZ CHUQUILIN.		TECNICO DE LAB :	EDSON LOPEZ PARRA.
DATOS DEL MUESTREO			CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION	
CALICATA :	C - 2	CODIGO MUESTRA: 202-MLCA-003	PROFUNDIDAD :	0.00 m. A 0.90 m.
MUESTRA :	M - 1		FECHA :	23 - 02 - 2013
			CLASIFICACION DEL SUELO NORMA A.S.T.M. D 2467	CH

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD APARENTE (PESO VOLUMETRICO DE UN SUELO)
A.S.T.M. D 2937**

CALICATA :	C - 2		
MUESTRA :	M - 1		
ENSAYE :	1	2	3
W Cilindro + M. Natural (gr)	391.00	392.00	392.00
W Cilindro (gr)	253.00	253.00	253.00
W M. Natural (gr)	138.00	139.00	139.00
Volumen (cm ³)	102.98	102.98	102.98
Densidad Natural (gr/cm ³)	1.34	1.35	1.35
Densidad Natural Promedio (gr/cm ³)	1.35		

OBSERVACIONES:

EJECUTO	REVISO	Vs. Bn.	APROBO DC-CA
			
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	Emilio Soberón Díaz SUPERVISOR DE CAMPO	LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 123000

Prohibida su Reproduccion Total o Parcial (INDECOP). Derechos Reservados RQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6

Ing. Raul Ernesto Vásquez Chuquilin
REPRESENTANTE LEGAL



000044



FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD

SECTOR :

LABORATORIO

CODIGO:

202-13-MS-MCA-016

QCF-CAAS-01

DATOS DEL PROYECTO

DATOS DEL PERSONAL

PROYECTO : INSTALACIÓN DEL RESERVOIRIO DE AGUA POTABLE R-6 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.
 UBICACIÓN : DISTRITO: CAJAMARCA, PROVINCIA: CAJAMARCA, REGION: CAJAMARCA.
 SOLICITANTE : INGENIERO RAUL ERNESTO VÁSQUEZ CHUQUILIN.

GERENTE GENERAL : ING. RAFAEL QUIROZ CH.
 JEFE DE CALIDAD : ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN.
 TECNICO DE LAB : EDSON LOPEZ PARRA.

DATOS DEL MUESTREO

CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION

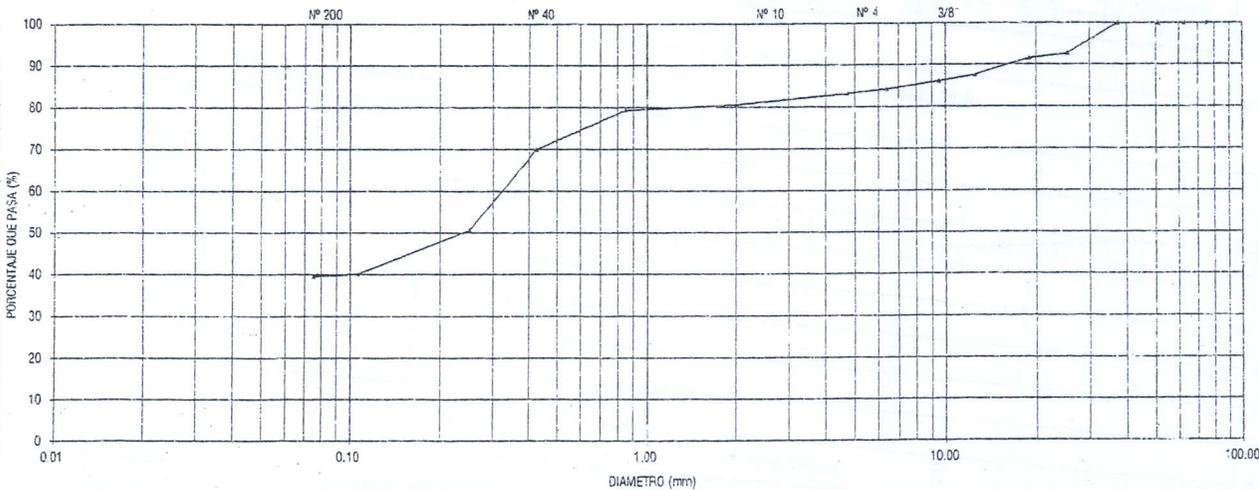
CALICATA : C - 2
 MUESTRA : M - 2
 CODIGO MUESTRA : 202-MLCA-004
 PROFUNDIDAD : 0.90 m. A 1.20 m.
 FECHA : 23 - 02 - 2013

CLASIFICACION DEL SUELO : SC - SM
 NORMA: A.S.T.M. D 2487

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE SIZE ANALYSIS OF SOILS - A.S.T.M. D 422
 METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

	TAMIZ		P.RET. PARCIAL	P.RET. ACUMULADO	PORCENTAJE RET. ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	MUESTRA TOTAL HUMEDA			
	Nº	ABERTURA(mm)					TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C	
FRACCION GRUESA	3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)			1056.5
	2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA < Nº 4 (gr)			882.6
	2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA > Nº 4 (gr)			173.9
	1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	MUESTRA TOTAL SECA			
	1"	25.40	72.78	72.78	7.28	92.72	PESO TOTAL MUESTRA SECA < Nº 4 (gr) Wf			832.4
	3/4"	19.00	11.33	84.11	8.41	91.59	PESO TOTAL MUESTRA SECA > Nº 4 (gr) Wg			167.57
	1/2"	12.50	39.77	123.88	12.39	87.61	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)			1000.0
	3/8"	9.50	15.30	139.18	13.92	86.08	ANALISIS FRACCION GRUESA			
	1/4"	6.35	17.92	157.10	15.71	84.29	TOTAL	W/G =	167.57	
	Nº 4	4.75	10.47	167.57	16.75	83.24	ANALISIS FRACCION FINA			
FRACCION FINA	Nº 10	2.00	26.16	193.73	19.37	80.63	CORRECCION CUARTO :			Wf/S 1.00
	Nº 20	0.85	12.86	206.59	20.66	79.34	PESO PORCION SECA :			S = 832.4
	Nº 40	0.43	93.49	300.08	30.01	69.99				
	Nº 60	0.25	193.40	493.49	49.35	50.65				
	Nº 140	0.11	104.70	598.20	59.82	40.18				
	Nº 200	0.08	5.90	604.10	60.41	39.59				
	CAZOLETA	--	395.90	1000.00	100.00	0.00				
	TOTAL									

(CURVA GRANULOMETRICA A.S.T.M. D 422)



D60 =	0.32	D30 =		D10 =	
Cu =		Cc =			

OBSERVACIONES:	LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA SEGUN LA NORMA (A.S.T.M. D 2487 - STANDARD CLASSIFICATION OF SOILS FOR ENGINEERING PURPOSES), Y SE DESCRIBE COMO UNA ARENA ARCILLO LIMOSA, DE MEDIANA PLASTICIDAD, MEZCLADA CON APRECIABLE PROPORCIÓN DE GRAVA T.M. 1 1/2" (16.76 %).
CLASIFICACION GENERAL	REGULAR
TERRENO DE FUNDACION	

EJECUTO	REVISO	Va. Se.	APROBO QC-QA
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (RNE) sin el consentimiento escrito de GEOCON VIAL INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6

ing. Raul Ernesto Vásquez Chuquilin
 REPRESENTANTE LEGAL

000043



	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD		
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO	
	QCF-CAAS-02		CODIGO:	202-13-MS-MCA-017	
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL		
PROYECTO :	INSTALACIÓN DEL RESERVOIRIO DE AGUA POTABLE R-6 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.		GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.	
UBICACIÓN :	DISTRITO: CAJAMARCA, PROVINCIA: CAJAMARCA, REGION: CAJAMARCA.		JEFE DE CALIDAD :	ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN.	
SOLICITANTE :	INGENIERO RAUL ERNESTO VASQUEZ CHUQUILIN.		TECNICO DE LAB :	EDSON LOPEZ PARRA.	
DATOS DEL MUESTREO			CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION		
CALICATA :	C - 2	CODIGO MUESTRA:	202-MLCA-004	PROFUNDIDAD :	0.90 m. A 1.20 m.
MUESTRA :	M - 2	FECHA :	23 - 02 - 2013	CLASIFICACION DEL SUELO	NORMA A.S.T.M. D 2487
				SC - SM	

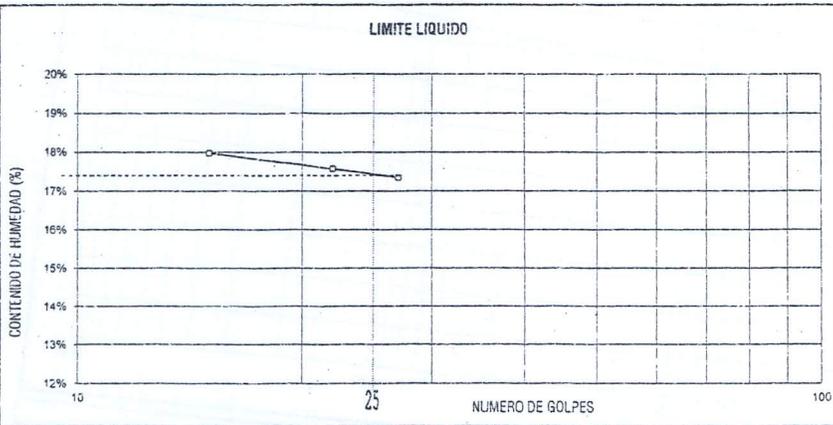
STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS - A.S.T.M. D 4318
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	1	2	3
Wt+ M.Húmeda (gr)	55.02	54.72	55.36
Wt+ M. Seca (gr)	52.35	52.25	53.03
W agua (gr)	2.67	2.47	2.33
W tara (gr)	37.50	38.20	39.60
W M.Seca (gr)	14.85	14.05	13.43
W(%)	17.98%	17.58%	17.35%
N.GOLPES	15	22	27

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	4	5	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	45.30	47.30	
Wt+ M. Seca (gr)	44.20	46.40	
W agua (gr)	1.10	0.90	
W tara (gr)	35.80	39.10	
W M.Seca (gr)	8.40	7.30	
W(%)	13.10%	12.33%	12.71%

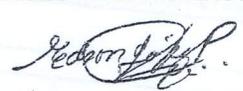
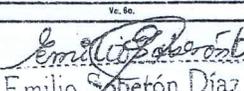
TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE LIQUIDO (%)	18
LIMITE PLASTICO (%)	13
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	5



UNIPUNTO	
Nº GOLPES	FACTOR
N	K
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

OBSERVACIONES: EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.S.T.M. D 4318.

ELEGIDO  NOMBRE Y FIRMA	REVISO  NOMBRE Y FIRMA	Vc. So.  Emilio Soberón Díaz SUPERVISOR DE CAMPO	APROBADO Q-C-04  LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN INGENIERO CIVIL REG. Nº 123832
--	---	--	---

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP). Derechos Reservados HQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6
 Ing. Raúl Ernesto Vásquez Chuquilín
 REPRESENTANTE LEGAL



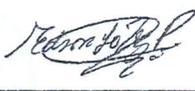
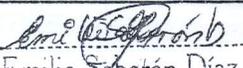
000042

	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO
	QCF-CAAS-03		CODIGO:	202-13-MS-MCA-018
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	INSTALACION DEL RESERVOIRIO DE AGUA POTABLE R-6 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.		GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
UBICACION :	DISTRITO: CAJAMARCA, PROVINCIA: CAJAMARCA. REGION: CAJAMARCA.		JEFE DE CALIDAD :	ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN.
SOLICITANTE :	INGENIERO RAUL ERNESTO VASQUEZ CHUQUILIN.		TECNICO DE LAB :	ERSON LOPEZ PARRA.
DATOS DEL MUESTREO			CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION	
CALICATA :	C - 2	CODIGO MUESTRA: 202-MLCA-004	PROFUNDIDAD :	0.90 m. A 1.20 m.
MUESTRA :	M - 2		FECHA :	23 - 02 - 2013
			CLASIFICACION DEL SUELO	SC - SM
			NORMA A.S.T.M. D 2487	

**STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK - A.S.T.M. D 2216
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**

CALICATA :	C - 2		
MUESTRA :	M - 2		
ENSAYE :	1	2	3
W (tara + M. Húmeda)	214.02	212.14	209.81
W (tara + M Seca)	203.76	200.78	199.32
W agua	10.26	11.36	10.49
W tara	24.04	23.74	23.62
W Muestra Seca	179.72	177.04	175.70
W(%)	5.71%	6.42%	5.97%
W (%) Promedio :	6.03%		

OBSERVACIONES:

EJECUTO	REVISU	Vs. Bo.	APROBO QC-QA
			
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	EMILIO SOBERÓN DÍAZ SUPERVISOR DE CAMPO GEOCON VIAL	LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN INGENIERO CIVIL REG. PROF. N° 123892

Prohibida su Reproducción Total o Parcial. (INDECOPI). Derechos Reservados RG - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6

Ing. Raul Ernesto Vasquez Chuquilin
REPRESENTANTE LEGAL



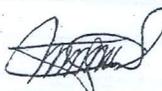
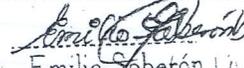
000041

	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.			OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD			SECTOR :	LABORATORIO
	QCF-CCAS-05			CODIGO:	202-13-MS-MCA-020
DATOS DEL PROYECTO				DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	INSTALACION DEL RESERVOIRIO DE AGUA POTABLE R-6 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.			GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
UBICACION :	DISTRITO: CAJAMARCA, PROVINCIA: CAJAMARCA, REGION: CAJAMARCA.			JEFE DE CALIDAD :	ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN.
SOLICITANTE :	INGENIERO RAUL ERNESTO VASQUEZ CHUQUILIN.			TECNICO DE LAB. :	EDSON LOPEZ PARRA.
DATOS DEL MUESTREO				CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION	
CALICATA :	C - 2	CODIGO MUESTRA:	202-MLCA-004	PROFUNDIDAD :	0.90 m. A 1.20 m.
MUESTRA :	M - 2			FECHA :	23 - 02 - 2013
				NORMA A.S.T.M. D 2487	

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD APARENTE (PESO VOLUMETRICO DE UN SUELO)
A.S.T.M. D 2937

CALICATA :	C - 2		
MUESTRA :	M - 2		
ENSAYE :	1	2	3
W Cilindro + M.Natural (gr)	412.00	411.00	412.00
W Cilindro (gr)	253.00	253.00	253.00
W M. Natural (gr)	159.00	158.00	159.00
Volumen (cm ³)	102.98	102.98	102.98
Densidad Natural (gr/cm ³)	1.54	1.53	1.54
Densidad Natural Promedio (gr/cm ³)	1.54		

OBSERVACIONES:

EJECUTO	REVISO	Vc. So.	APROBO QC-QA
		 Emilio Soberón Dn. SUPERVISOR DE CAMPO	 LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN INGENIERO CIVIL
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.	NOMBRE Y FIRMA REG. CIP. N° 123322

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP). Derechos Reservados RQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6
Ing. Raúl Ernesto Vásquez Chu.
REPRESENTANTE

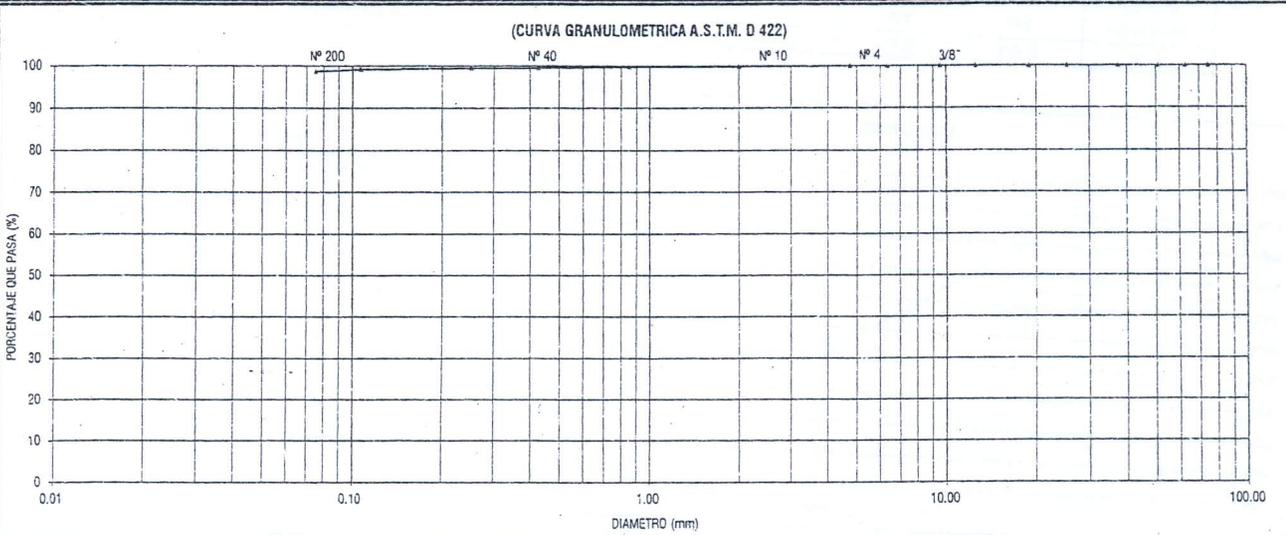


000040

	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD		
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO	
	OCF-CAAS-01		CODIGO:	202-13-MS-MCA-021	
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL		
PROYECTO :	INSTALACIÓN DEL RESERVOIRIO DE AGUA POTABLE R-6 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.		GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.	
UBICACIÓN :	DISTRITO: CAJAMARCA, PROVINCIA: CAJAMARCA, REGION: CAJAMARCA.		JEFE DE CALIDAD :	ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN.	
SOLICITANTE :	INGENIERO RAUL ERNESTO VASQUEZ CHUQUILIN.		TECNICO DE LAB :	EDSON LOPEZ PARRA.	
DATOS DEL MUESTREO			CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION		
CALICATA :	C - 3	CODIGO MUESTRA:	202-MLCA-005	PROFUNDIDAD :	0.20 m. A 2.00 m.
MUESTRA :	M - 1	FECHA :	23 - 02 - 2013	CLASIFICACION DEL SUELO	CH
				NORMA A.S.T.M. D 2487	

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE SIZE ANALYSIS OF SOILS - A.S.T.M. D 422
METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

	TAMIZ		P.RET	P.RET	PORCENTAJE	PORCENTAJE	MUESTRA TOTAL HUMEDA		
	Nº	ABERTURA(mm)	PARCIAL	ACUMULADO	RET. ACUMULADO	QUE PASA	TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C
FRACCION GRUESA	3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)		
	2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA < Nº 4 (gr)		
	2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA > Nº 4 (gr)		
	1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	MUESTRA TOTAL SECA		
	1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA SECA < Nº 4 (gr) WF		
	3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA SECA > Nº 4 (gr) WG		
	1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)		
	3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	ANALISIS FRACCION GRUESA		
	1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00	TOTAL		
	Nº 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00	WG =		
FRACCION FINA	Nº 10	2.00	0.43	0.43	0.09	99.91	CORRECCION CUARTEO :		
	Nº 20	0.85	0.56	0.99	0.20	99.80	WF/S		
	Nº 40	0.43	0.95	1.94	0.39	99.61	S =		
	Nº 60	0.25	0.50	2.44	0.49	99.51	PESO PORCION SECA :		
	Nº 140	0.11	1.46	3.90	0.78	99.22			
	Nº 200	0.08	2.57	6.47	1.29	98.71			
	CAZOLETA	--	493.53	500.00	100.00	0.00			
TOTAL			500.00						



D60 =	D30 =	D10 =
Cu =	Cc =	

OBSERVACIONES: LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA SEGUN LA NORMA (A.S.T.M. D 2487 - STANDARD CLASSIFICATION OF SOILS FOR ENGINEERING PURPOSES), Y SE DESCRIBE COMO UNA ARCILLA INORGANICA, DE ALTA PLASTICIDAD, MEZCLADA CON ESCASA PROPORCION DE ARENA FINA A GRUESA (1.29%), EXENTA DE GRAVILLA.

CLASIFICACION GENERAL: PESIMO

TERRENO DE FUNDACION:

EJECUTO	REVISO	Vo. Bc.	APROBO GC-QA
		Emilio Saborón Díaz SUPERVISOR DE CAMPO GEOCON VIAL INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.	Luis Rafael Quiroz Chihuan INGENIERO CIVIL REG. CIP. Nº 123892
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA

	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD		
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO	
	QCF-CAAS-02		CODIGO:	202-13-MS-MCA-022	
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL		
PROYECTO :	INSTALACION DEL RESERVORIO DE AGUA POTABLE R-6 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.		GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CHIHUAN.	
UBICACION :	DISTRITO: CAJAMARCA, PROVINCIA: CAJAMARCA, REGION: CAJAMARCA.		JEFE DE CALIDAD :	ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN.	
SOLICITANTE :	INGENIERO RAUL ERNESTO VASQUEZ CHUQUILIN.		TECNICO DE LAB :	EDSON LOPEZ PARRA.	
DATOS DEL MUESTREO			CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION		
CALICATA :	C - 3	CODIGO MUESTRA:	202-MLCA-005	PROFUNDIDAD :	0.20 m. A 2.00 m.
MUESTRA :	M - 1	FECHA :	23 - 02 - 2013	CLASIFICACION DEL SUELO	NORMA A.S.T.M. D 2487
				CH	

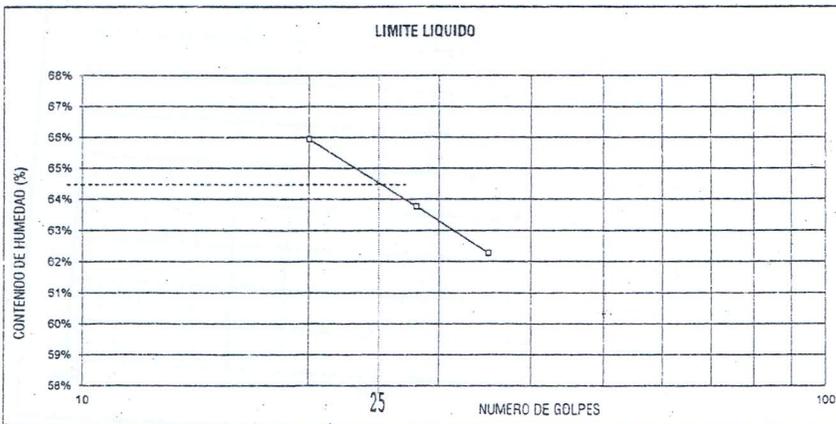
STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS - A.S.T.M. D 4318
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	1	2	3
Wt+ M.Húmeda (gr)	56.88	56.55	58.82
Wt+ M. Seca (gr)	50.74	50.00	51.77
W agua (gr)	6.14	6.55	7.05
W tara (gr)	41.43	39.73	40.45
W M.Seca (gr)	9.31	10.27	11.32
W(%)	65.95%	63.78%	62.28%
N.GOLPES	20	28	35

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	4	5	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	37.37	37.83	
Wt+ M. Seca (gr)	35.26	35.76	
W agua (gr)	2.11	2.07	
W tara (gr)	25.85	26.71	
W M.Seca (gr)	9.41	9.05	
W(%)	22.42%	22.87%	22.65%

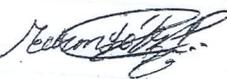
TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE LIQUIDO (%)	65
LIMITE PLASTICO (%)	23
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	42



UNIPUNTO	
Nº GOLPES	FACTOR
N	K
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

OBSERVACIONES: EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.S.T.M. D 4318.

EJECUTO	REVISO	Vo. So.	APROBO CC-QA
			
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	Emilio Soberón Díaz SUPERVISOR DE CAMPO	LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 123892

Prohibida su Reproduccion Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6

Raul Ernesto Vasquez Chuquilin
REPRESENTANTE LEGAL



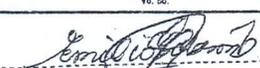
000038

	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO
	QCF-CAAS-03		CODIGO :	202-13-MS-MCA-023
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	INSTALACION DEL RESERVOIRIO DE AGUA POTABLE R-6 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.		GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
UBICACION :	DISTRITO: CAJAMARCA, PROVINCIA: CAJAMARCA, REGION: CAJAMARCA.		JEFE DE CALIDAD :	ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN.
SOLICITANTE :	INGENIERO RAUL ERNESTO VASQUEZ CHUQUILIN.		TECNICO DE LAB :	EDSON LOPEZ PARRA.
DATOS DEL MUESTREO			CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION	
CALICATA :	C - 3	CODIGO MUESTRA: 202-MLCA-005	PROFUNDIDAD :	0.20 m. A 2.00 m.
MUESTRA :	M - 1		FECHA :	23 - 02 - 2013
			CLASIFICACION DEL SUELO	CH
			NORMA A.S.T.M. D 2487	

**STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINACION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK - A.S.T.M. D 2216
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**

CALICATA :	C - 3		
MUESTRA :	M - 1		
ENSAYE :	1	2	3
W (tara + M. Húmeda)	208.16	212.78	211.09
W (tara + M Seca)	178.82	182.45	181.42
W agua	29.34	30.33	29.67
W tara	23.55	23.50	23.34
W Muestra Seca	155.27	158.95	158.08
W(%)	18.90%	19.08%	18.77%
W (%) Promedio :	18.92%		

OBSERVACIONES:

EJECUTO	REVISO	Vo. So.	APROBO CC-QA
			
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	Emilio Soberón Díaz SUPERVISOR DE CAMPO	Luis Rafael Quiroz Chihuan INGENIERO CIVIL REG. CH. 23892

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6

Ing. Raul Ernesto Vásquez Chuquilin
REPRESENTANTE LEGAL



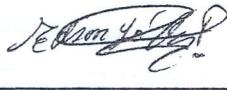
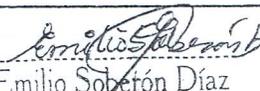
000037

	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO
	OCF-CCAS-05		CODIGO:	202-13-MS-MCA-025
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	INSTALACION DEL RESERVOIRIO DE AGUA POTABLE R-6 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.		GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
UBICACION :	DISTRITO: CAJAMARCA, PROVINCIA: CAJAMARCA, REGION: CAJAMARCA.		JEFE DE CALIDAD :	ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN.
SOLICITANTE :	INGENIERO RAUL ERNESTO VASQUEZ CHUQUILIN.		TECNICO DE LAB :	EDSON LOPEZ PARRA.
DATOS DEL MUESTREO			CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION	
CALICATA :	C - 3	CODIGO MUESTRA: 202-MLCA-005	PROFUNDIDAD :	0.20 m. A 2.00 m.
MUESTRA :	M - 1		FECHA :	23 - 02 - 2013
			CLASIFICACION DEL SUELO	CH
			NORMA A.S.T.M. D 2487	

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD APARENTE (PESO VOLUMETRICO DE UN SUELO)
A.S.T.M. D 2937

CALICATA :	C - 3		
MUESTRA :	M - 1		
ENSAYE :	1	2	3
W Cilindro + M. Natural (gr)	421.00	419.00	420.00
W Cilindro (gr)	253.00	253.00	253.00
W M. Natural (gr)	168.00	166.00	167.00
Volumen (cm ³)	102.98	102.98	102.98
Densidad Natural (gr/cm ³)	1.63	1.61	1.62
Densidad Natural Promedio (gr/cm ³)	1.62		

OBSERVACIONES:

EJECUTO	REVISO	Vo. So.	APROBO OC-04
			
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	Emilio Soberón Díaz SUPERVISOR DE CAMPO GEOCON VIAL INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.	LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN INGENIERO CIVIL REG. GIP. N° 423802

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP). Derechos Reservados RQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6

Ing Raúl Ernesto Vásquez Chuquilin
REPRESENTANTE LEGAL



000036



GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Calle. Capitán Juan Porcel Nº 212 – Jaén – Cajamarca.

R.U.C. 20495954847. Telef. 976-882127. Email : geoconvia@hotmail.com, geoconvia@gmail.com.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

ANEXO II

PERFILES ESTRATIGRÁFICOS



Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RQ – GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

000035



GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

OFICINA DE GESTION Y

CONTROL DE CALIDAD

FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD

SECTOR :

LABORATORIO

QCF-CAAS-08

CODIGO:

202-13-MS-PE-001

DATOS DEL PROYECTO

DATOS DEL PERSONAL

OBJETO : INSTALACIÓN DEL RESERVOIRIO DE AGUA POTABLE R-6 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.

GERENTE GENERAL : ING. RAFAEL QUIROZ CH.

UBICACIÓN : DISTRITO: CAJAMARCA, PROVINCIA: CAJAMARCA. REGION: CAJAMARCA.

JEFE DE CALIDAD : ING. RAFAEL QUIROZ CHIHUAN.

LICITANTE : INGENIERO RAUL ERNESTO VASQUEZ CHUQUILIN.

TECNICO DE LAB : EDSON LOPEZ PARRA

DATOS DE CAMPO

LICATA :		C - 1	PROFUNDIDAD TOTAL (m) :	2.00	PROF. NIVEL FREATTICO :	N/A	
PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRAS	W (%)	LIMITES	
	SIMBOLO (S.U.C.S.)	SIMBOLO GRAFICO				LL (%)	IP (%)
0.50			RELLENO	S/M	-	-	-
1.00	CH		ARCILLA LIMOSA INORGANICA, DE MEDIANA PLASTICIDAD Y COMPRESIBILIDAD ALTA, DE COLOR MARRÓN ROJIZO, CON APRECIABLE PROPORCIÓN DE GRAVA Y ELEVADA CANTIDAD DE ARENA. SE ENCUENTRA CONSOLIDADO, HÚMEDO Y PRESENTA BAJO CONTENIDO DE SALES SULFATADAS.	M - 1	17.84	62	32
1.30							
1.50	CH		ARCILLA INORGANICA, DE ALTA PLASTICIDAD Y COMPRESIBILIDAD ALTA, DE COLOR MARRÓN AMARILLENTO, CON ESCASA PROPORCIÓN DE ARENA Y EXENTA DE GRAVILLA. SE ENCUENTRA CONSOLIDADO, HÚMEDO Y PRESENTA BAJO CONTENIDO DE SALES SULFATADAS.	M - 2	16.70	65	42
2.00							
2.50							
3.00							
3.50							
4.00							

OBSERVACIONES: CALICATAS EN ZONA DE UBICACIÓN DEL RESERVOIRIO APOYADO DE 1508 M3.

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6

Ing Raul Ernesto Vásquez Chuquilin REPRESENTANTE LEGAL



ING. RAFAEL QUIROZ CHIHUAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 127822

000034



GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

OFICINA DE GESTION Y

CONTROL DE CALIDAD

FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD

SECTOR :

LABORATORIO

QCF-CAAS-08

CODIGO:

202-13-MS-PE-002

DATOS DEL PROYECTO

DATOS DEL PERSONAL

YECTO : INSTALACIÓN DEL RESERVORIO DE AGUA POTABLE R-6 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.

GERENTE GENERAL :

ING. RAFAEL QUIROZ CH.

ACION : DISTRITO: CAJAMARCA, PROVINCIA: CAJAMARCA. REGION: CAJAMARCA.

JEFE DE CALIDAD :

ING. RAFAEL QUIROZ CHIHUAN.

LICITANTE : INGENIERO RAUL ERNESTO VASQUEZ CHUQUILIN.

TECNICO DE LAB :

EDSON LOPEZ PARRA

DATOS DE CAMPO

LICATA : C - 2

PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 1.20

PROF. NIVEL FREATTCO :

N/A

PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRAS	W (%)	LIMITES	
	SIMBOLO (S.U.C.S.)	SIMBOLO GRAFICO				LL (%)	IP (%)
0.50	CH		ARCILLA LIMOSA ARENOSA INORGANICA, DE MEDIANA PLASTICIDAD, DE COLOR MARRÓN AMARILLENTO, CON ESCASA PROPORCIÓN DE GRAVILLA. SE ENCUENTRA CONSOLIDADO, HÚMEDO Y PRESENTA BAJO CONTENIDO DE SALES SULFATADAS.	M - 1	21.36	63	33
1.20	SC - SM		ARENA ARCILLO LIMOSA, DE MEDIANA PLASTICIDAD, DE COLOR CREMA CLARO CON TONALIDADES ROJIZAS, CON APRECIABLE PROPORCIÓN DE GRAVA. SE ENCUENTRA MEDIANAMENTE DENSO, Y HÚMEDO.	M - 2	6.03	18	5
1.50			ROCA ARENISCA, DE GRANO FINO				
2.00							
2.50							
3.00							
3.50							
4.00							

OBSERVACIONES:

CALICATAS EN ZONA DE UBICACIÓN DEL RESERVORIO APOYADO DE 1508 M3.

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6

Ing. Raúl Ernesto Vásquez Chuquilin
REPRESENTANTE LEGAL

000033



LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 123892



GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

OFICINA DE GESTION Y

CONTROL DE CALIDAD

FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD

SECTOR :

LABORATORIO

QCF-CAAS-08

CODIGO:

202-13-MS-PE-003

DATOS DEL PROYECTO

DATOS DEL PERSONAL

PROYECTO : INSTALACIÓN DEL RESERVORIO DE AGUA POTABLE R-6 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.

GERENTE GENERAL :

ING. RAFAEL QUIROZ CH.

UBICACIÓN : DISTRITO: CAJAMARCA, PROVINCIA: CAJAMARCA. REGION: CAJAMARCA.

JEFE DE CALIDAD :

ING. RAFAEL QUIROZ CHIHUAN.

LICITANTE : INGENIERO RAUL ERNESTO VASQUEZ CHUQUILIN.

TECNICO DE LAB :

EDSON LOPEZ PARRA

DATOS DE CAMPO

PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRAS	W (%)	LIMITES	
	SIMBOLO (S.U.C.S.)	SIMBOLO GRAFICO				LL (%)	IP (%)
0.20			MATERIA ORGANICA, PASTOS Y RAICES	S/M	-	-	-
0.50							
1.00	CH		ARCILLA INORGANICA, DE ALTA PLASTICIDAD Y COMPRESIBILIDAD ALTA, DE COLOR MARRÓN AMARILLENTO CON TONALIDADES PLOMIZAS, Y ESCASA PROPORCIÓN DE ARENA Y EXENTA DE GRAVILLA. SE ENCUENTRA CONSOLIDADO, HÚMEDO Y PRESENTA BAJO CONTENIDO DE SALES SULFATADAS.	M - 1	18.92	65	42
1.30							
1.50							
2.00							
2.50							
3.00							
3.50							
4.00							

OBSERVACIONES:

CALICATAS EN ZONA DE UBICACIÓN DEL RESERVORIO APOYADO DE 1508 M3.

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados 2017 - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6

Ing. Raúl Ernesto Vásquez Chuquilin
REPRESENTANTE LEGAL



LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 123802

000032



GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Calle. Capitán Juan Porcel Nº 212 – Jaén – Cajamarca.

R.U.C. 20495954847. Telef. 976-882127. Email : geoconvial@hotmail.com, geoconvial@gmail.com.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

ANEXO III

ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS



Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RQ – GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

000031



GEOCON VIAL
INGENIEROS
CONSULTORES
E.I.R.L.

GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONTROL DE CALIDAD

SECTOR :

LABORATORIO

FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD

CODIGO:

202-13-MS-EPXCA-001

QCF-CCAS-10

DATOS DEL PROYECTO

DATOS DEL PERSONAL

PROYECTO : INSTALACIÓN DEL RESERVOIRIO DE AGUA POTABLE R-6 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.
UBICACIÓN : DISTRITO: CAJAMARCA, PROVINCIA: CAJAMARCA. REGION: CAJAMARCA.
SOLICITANTE : INGENIERO RAUL ERNESTO VASQUEZ CHUQUILLIN.

GERENTE GENERAL : ING. RAFAEL QUIROZ CH.
JEFE DE CALIDAD : ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN
TECNICO DE LAB : EDSON LOPEZ PARRA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

A.S.T.M. D 3080 - 2004

CERTIFICADO : CD PSR MARZO 13
SOLICITANTE : INGENIERO RAUL ERNESTO VASQUEZ CHUQUILLIN
PROYECTO : INSTALACIÓN DEL RESERVOIRIO DE AGUA POTABLE R-6 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.
UBICACIÓN : DISTRITO: CAJAMARCA, PROVINCIA: CAJAMARCA. REGION: CAJAMARCA.
FECHA : MARZO 2013

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : RESERVOIRIO
CALICATA : C - 3
MUESTRA : M - 1
PROFUNDIDAD (m) : 0.20 - 2.00
CLASIFICACION (S.U.C.S) : CH
CONDICION : MUESTRA INALTERADA

VELOCIDAD DE CORTE :

ESPECIMEN :	1	ESPECIMEN :	2	ESPECIMEN :	3
ALTEZA INICIAL :	20 mm	ALTEZA INICIAL :	20 mm	ALTEZA INICIAL :	20 mm
LADO DE CAJA :	60 mm	LADO DE CAJA :	60 mm	LADO DE CAJA :	60 mm
AREA INICIAL :	36 cm ²	AREA INICIAL :	36 cm ²	AREA INICIAL :	36 cm ²
DENSIDAD HUMEDA :	1.62 gr/cm ³	DENSIDAD HUMEDA :	1.62 gr/cm ³	DENSIDAD HUMEDA :	1.62 gr/cm ³
HUMEDAD INICIAL :	19.0 %	HUMEDAD INICIAL :	19.0 %	HUMEDAD INICIAL :	19.0 %
ESFUERZO NORMAL :	0.56 Kg/cm ²	ESFUERZO NORMAL :	1.11 Kg/cm ²	ESFUERZO NORMAL :	2.22 Kg/cm ²
ESFUERZO DE CORTE :	0.37 Kg/cm ²	ESFUERZO DE CORTE :	0.48 Kg/cm ²	ESFUERZO DE CORTE :	0.70 Kg/cm ²

DEFORMACION LATERAL (%)	ESFUERZO DE CORTE Kg/cm ²	ESFUERZO NORMALIZADO (E/C)	DEFORMACION LATERAL (%)	ESFUERZO DE CORTE Kg/cm ²	ESFUERZO NORMALIZADO (E/D)	DEFORMACION LATERAL (%)	ESFUERZO DE CORTE Kg/cm ²	ESFUERZO NORMALIZADO (E/B)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.030	0.010	0.018	0.030	0.020	0.018	0.030	0.040	0.018
0.060	0.021	0.038	0.060	0.050	0.045	0.060	0.070	0.032
0.120	0.033	0.059	0.120	0.090	0.081	0.120	0.130	0.059
0.180	0.056	0.100	0.180	0.135	0.122	0.180	0.160	0.072
0.300	0.120	0.214	0.300	0.250	0.225	0.300	0.250	0.113
0.450	0.175	0.313	0.450	0.320	0.268	0.450	0.280	0.126
0.600	0.229	0.393	0.600	0.380	0.324	0.600	0.460	0.207
0.750	0.250	0.445	0.750	0.400	0.360	0.750	0.570	0.257
0.900	0.270	0.482	0.900	0.420	0.378	0.900	0.640	0.288
1.050	0.300	0.536	1.050	0.440	0.396	1.050	0.660	0.297
1.200	0.340	0.607	1.200	0.460	0.414	1.200	0.680	0.306
1.500	0.370	0.661	1.500	0.480	0.432	1.500	0.700	0.315
1.800	0.360	0.643	1.800	0.480	0.432	1.800	0.680	0.306
2.100	0.250	0.446	2.100	0.470	0.423	2.100	0.660	0.297
2.400	0.240	0.429	2.400	0.450	0.405	2.400	0.630	0.284
2.700	0.180	0.321	2.700	0.430	0.387	2.700	0.590	0.266
3.000	0.170	0.304	3.000	0.410	0.369	3.000	0.560	0.252
3.600	0.160	0.286	3.600	0.370	0.333	3.600	0.550	0.248
4.200	0.150	0.268	4.200	0.350	0.315	4.200	0.460	0.207
4.800	0.140	0.250	4.800	0.330	0.297	4.800	0.420	0.189
5.400	0.140	0.250	5.400	0.320	0.288	5.400	0.410	0.185
6.000	0.130	0.232	6.000	0.320	0.288	6.000	0.410	0.185

OBSERVACIONES : MUESTRA PROVISTA E IDENTIFICADA POR PERSONAL DE CAMPO DE LA EMPRESA.

EJECUTO	REVISO	Ve. Br.	APROBO CC-QA
EMILIO SOBERÓN DÍAZ	EMILIO SOBERÓN DÍAZ	EMILIO SOBERÓN DÍAZ	EMILIO SOBERÓN DÍAZ
INGENIERO CIVIL	INGENIERO CIVIL	INGENIERO CIVIL	INGENIERO CIVIL

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP), Derechos Reservados RQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6

000030

Raúl Ernesto Vásquez Chuquillín





GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Calle. Capitán Juan Porcel Nº 212 – Jaén – Cajamarca.

R.U.C. 20495954847. Telef. 976-882127. Email : geoconvial@hotmail.com, geoconvial@gmail.com.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

ANEXO IV

ANÁLISIS DE pH, SULFATOS Y CLORUROS.



 <small>GEOCON VIAL INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</small>	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO
	QCF-CAAS-09		CODIGO:	202-13-MS-MCA-026
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	INSTALACIÓN DEL RESERVOIRIO DE AGUA POTABLE R-6 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.		GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
UBICACIÓN :	DISTRITO: CAJAMARCA, PROVINCIA: CAJAMARCA, REGION: CAJAMARCA.		JEFE DE CALIDAD :	ING. LUIS QUIROZ CHIHUAN.
SOLICITANTE :	INGENIERO RAUL ERNESTO VASQUEZ CHUQUILIN.		TECNICO DE LAB :	EDSON LOPEZ PARRA.

**ANALISIS QUIMICO DE MUESTRAS DE SUELO
pH, SULFATOS Y CLORUROS.**

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	pH	SO ₄ ⁻² como Sulfato de Bario	Cl ⁻¹	Sales Solubles
				p.p.m.	p.p.m.	Totales p.p.m.
C - 1	M - 1	0.50 - 1.30	7.42	0.00	38.50	425.00
	M - 2	1.30 - 2.00	6.12	0.00	42.00	486.00
C - 2	M - 1	0.00 - 0.90	7.20	0.00	35.50	414.00
	M - 2	0.90 - 1.20	6.80	0.00	44.00	492.00
C - 3	M - 1	0.20 - 2.00	6.15	0.00	46.00	488.00

OBSERVACIONES: VALORES QUE SE ENCUENTRAN DEBAJO DE LOS LIMITES PERMISIBLES, POR LO QUE SE PODRA UTILIZAR CEMENTO PORTLAND TIPO I, EN LA PREPARACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO.

EJECUTO	REVISO	Vc. Bc.	APROBO OC-04
			
<small>NOMBRE Y FIRMA</small>	<small>NOMBRE Y FIRMA</small>	<small>NOMBRE Y FIRMA</small>	<small>NOMBRE Y FIRMA</small>
		Enilio Soberón Díaz <small>SUPERVISOR DE CAMPO</small> <small>INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</small>	 LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN <small>INGENIERO CIVIL</small> <small>REG. CIP. Nº 123000</small>

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP). Derechos Reservados RQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CONSORCIO R6

ing. Raul Ernesto Vasquez Chuquilin
REPRESENTANTE LEGAL



000027

ANEXO 3.

Ensayos de Esclerometría

METODO ESTANDAR DEL NUMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO
(A.S.T.M. C 805-97)

MATERIAL : CONCRETO SIMPLE RESPONSAB ING. JAVIER COLINA BERNAL.
 TESIS ANALISIS PATOLOGICO DEL RESERVORIO DE CONCRETO ARMADO R4 DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA
 UBICACIÓN : DISTRITO: CAJAMARCA PROVINCIA: CAJAMARCA. REGION: CAJAMARCA. FECHA : CAJAMARCA 14 DE ENERO 2017
 NORMA TECNICA : A.S.T.M. C 805 - 97.
 TESISISTA: DANNY GARY OMAR INFANTE MENDO

N° DE ENSAYO: 1

PARED $f_c = 245 \text{ Kg/cm}^2$		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACION
LOSA DE FONDO DEL RESERVORIO	37	VALIDO
	36	VALIDO
	34	VALIDO
	34	VALIDO
	36	VALIDO
	34	VALIDO
	32	VALIDO
	36	VALIDO
	36	VALIDO
	30	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	35
DESVIACION ESTANDAR :	2.2

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	315 Kg/cm2
--	-----------------------------

N° DE ENSAYO: 2

PARED $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACION
LOSA DE FONDO DEL RESERVORIO	36	VALIDO
	38	VALIDO
	34	VALIDO
	33	VALIDO
	36	VALIDO
	34	VALIDO
	32	VALIDO
	32	VALIDO
	30	VALIDO
	34	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	34
DESVIACION ESTANDAR :	2.3

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	308 Kg/cm2
--	-----------------------------

N° DE ENSAYO: 3

PARED $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACION
LOSA DE FONDO DEL RESERVORIO	34	VALIDO
	38	VALIDO
	32	VALIDO
	34	VALIDO
	36	VALIDO
	34	VALIDO
	32	VALIDO
	36	VALIDO
	36	VALIDO
	32	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	34
DESVIACION ESTANDAR :	2.1

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	308 Kg/cm2
--	-----------------------------


Javier Colina Bernal
 INGENIERO CIVIL
 CIP 56967

METODO ESTANDAR DEL NUMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO
(A.S.T.M. C 805-97)

MATERIAL : CONCRETO SIMPLE

RESPONSABLE : ING. JAVIER COLINA BERNAL.

ANALISIS PATOLOGICO DEL RESERVORIO DE CONCRETO ARMADO R4 DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA

TESIS

UBICACIÓN : DISTRITO: CAJAMARCA PROVINCIA: CAJAMARCA. REGION: CAJAMARCA.

FECHA : CAJAMARCA 14 DE ENERO 2017

NORMA TECNICA : A.S.T.M. C 805 - 97.

TESISTA: DANNY GARY OMAR INFANTE MENDO

N° DE ENSAYO: 1

PARED $f_c = 245 \text{ Kg/cm}^2$		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACION
CÚPULA DEL RESERVORIO	36	VALIDO
	38	VALIDO
	38	VALIDO
	36	VALIDO
	36	VALIDO
	41	VALIDO
	38	VALIDO
	36	VALIDO
	36	VALIDO
	39	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	37
DESVIACION ESTANDAR :	1.7

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	336 Kg/cm ²
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 2

PARED $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACION
CÚPULA DEL RESERVORIO	36	VALIDO
	38	VALIDO
	37	VALIDO
	36	VALIDO
	39	VALIDO
	36	VALIDO
	38	VALIDO
	37	VALIDO
	35	VALIDO
	37	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	37
DESVIACION ESTANDAR :	1.2

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	336 Kg/cm ²
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 3

PARED $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACION
CÚPULA DEL RESERVORIO	40	VALIDO
	36	VALIDO
	37	VALIDO
	36	VALIDO
	35	VALIDO
	39	VALIDO
	36	VALIDO
	34	VALIDO
	36	VALIDO
	35	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	36
DESVIACION ESTANDAR :	1.8

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	322 Kg/cm ²
--	---------------------------


Javier Colina Bernal
 INGENIERO CIVIL
 CIP 56967

**METODO ESTANDAR DEL NUMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO
(A.S.T.M. C 805-97)**

MATERIAL : CONCRETO SIMPLE

RESPONSABLE : ING. JAVIER COLINA BERNAL.

TESIS ANALISIS PATOLOGICO DEL RESERVORIO DE CONCRETO ARMADO R4 DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA

UBICACIÓN : DISTRITO: CAJAMARCA PROVINCIA: CAJAMARCA. REGION: CAJAMARCA.

FECHA : CAJAMARCA 14 DE ENERO 2017

NORMA TECNICA : A.S.T.M. C 805 - 97.

TESISTA: DANNY GARY OMAR INFANTE MENDO

N° DE ENSAYO: 1

PARED f _c = 280 Kg/cm ²		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACION
PARED DE RESERVORIO	44	VALIDO
	39	VALIDO
	40	VALIDO
	43	VALIDO
	42	VALIDO
	42	VALIDO
	40	VALIDO
	42	VALIDO
	44	VALIDO
	41	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	42
DESVIACION ESTANDAR :	1.7

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	378 Kg/cm ²
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 2

PARED f _c = 280 Kg/cm ²		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACION
PARED DE RESERVORIO	42	VALIDO
	41	VALIDO
	44	VALIDO
	43	VALIDO
	40	VALIDO
	42	VALIDO
	44	VALIDO
	41	VALIDO
	43	VALIDO
	45	VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	43
DESVIACION ESTANDAR :	1.6

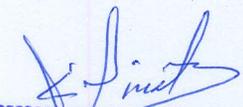
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	385 Kg/cm ²
--	---------------------------

N° DE ENSAYO: 3

PARED f _c = 280 Kg/cm ²		
UBICACIÓN DE ENSAYO	N° REBOTE	ACEPTACION
PARED DE RESERVORIO	43	VALIDO
	40	VALIDO
	41	VALIDO
	43	VALIDO
	42	VALIDO
	43	VALIDO
	40	VALIDO
	43	VALIDO
	42	VALIDO
	44	VALIDO

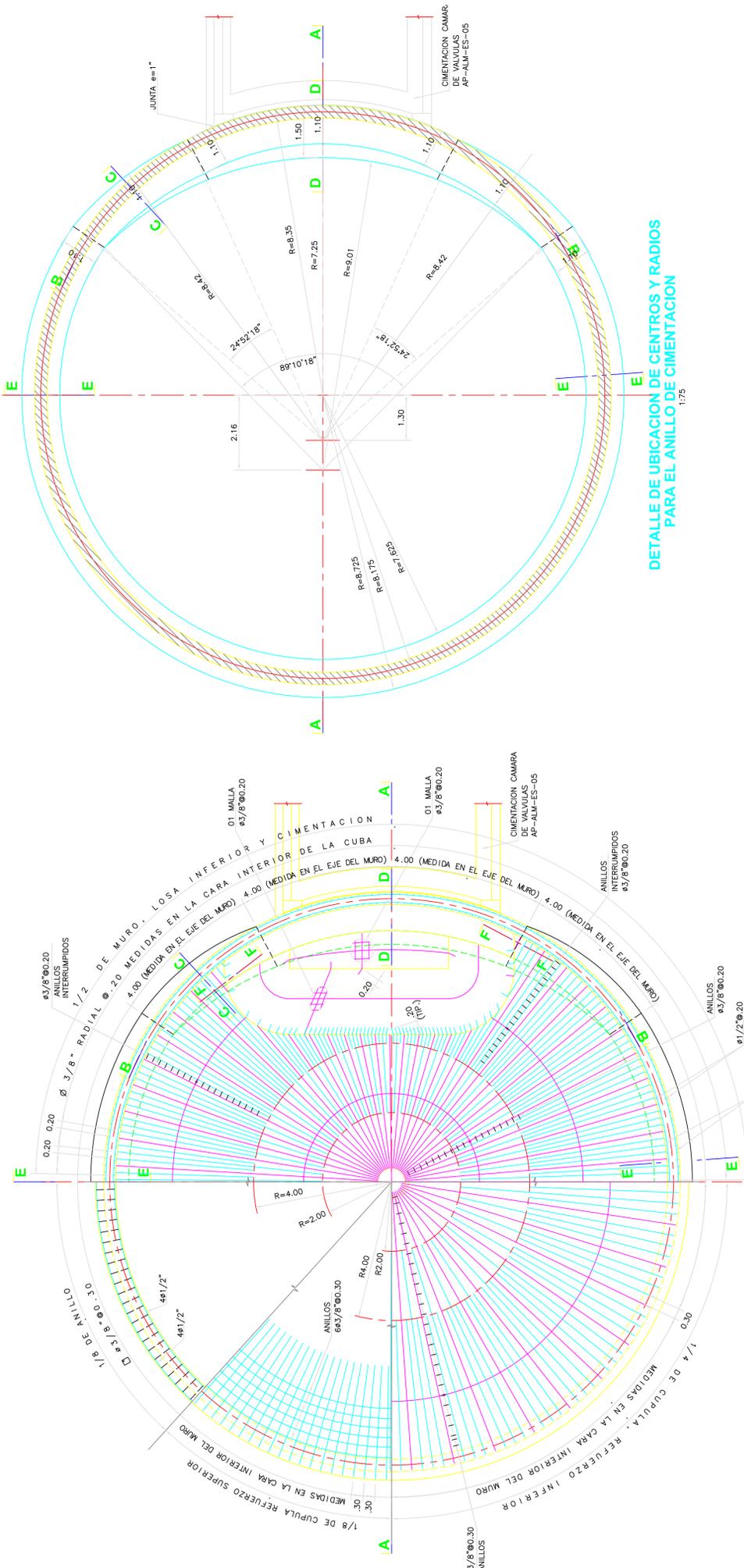
DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	42
DESVIACION ESTANDAR :	1.4

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRO	378 Kg/cm ²
--	---------------------------

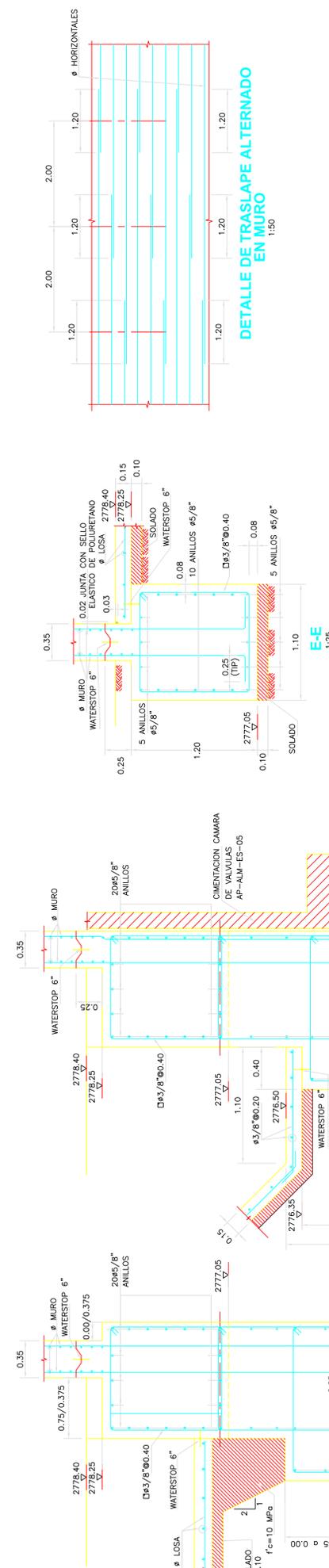

Javier Colina Bernal
 INGENIERO CIVIL
 CIP 50967

ANEXO 4.

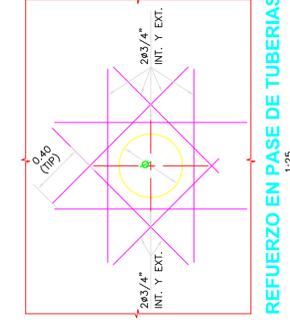
Planos



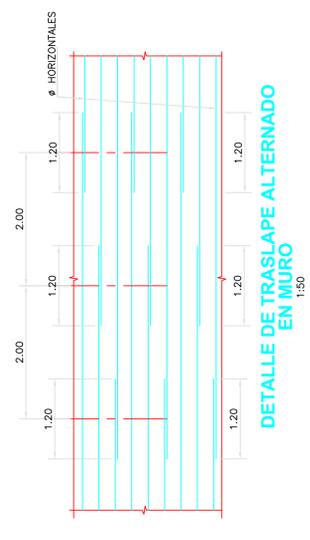
PLANTA - CIMENTACION, MURO, ANILLO Y CUPULA
1:75



DETALLE DE UBICACION DE CENTROS Y RADIOS PARA EL ANILLO DE CIMENTACION
1:75



REFUERZO EN PASE DE TUBERIAS
1:25



DETALLE DE TRASLAPE ALTERNADO EN MURO
1:50

ESPECIFICACIONES TECNICAS

MATERIALES :
 ACERO EN GENERAL
 CEMENTO PORTLAND TIPO I EN GENERAL
 f'y= 420 MPa (4200 Kg/cm2)

CONCRETO :
 - SOLADO
 f'c= 10 MPa (100 Kg/cm2)
 - ANILLO DE CIMENTACION, LOSA DE FONDO Y CUPULA
 f'c= 25 MPa (245 Kg/cm2)
 - MURO
 f'c= 28 MPa (280 Kg/cm2)
 - OTRAS ESTRUCTURAS
 f'c= 20 MPa (210 Kg/cm2)
 LIMITAR LA RELACION AGUA CEMENTO 0.50 PARA EL FONDO Y MUROS DE LA CUBA.

PRESION ADMISIBLE SOBRE EL TERRENO :
 [σ] => 0.3 MPa (3.0 Kg/cm2)

RECUBRIMIENTOS :
 - ZAPATAS : 0.075 m
 - MURO : 0.04 m
 - LOSA DE FONDO : 0.06 m
 - LOSA DE CUPULA : 0.03 m

VACIADO DEL CONCRETO :
 MAXIMA ALTURA PARA EL VACIADO DEL CONCRETO SERA DE 1.50 POR ETAPA.

NOTAS :
 SE RECOMIENDA TENER CUIDADO DE CONTROLAR EN LO POSIBLE CUALQUIER FILTRACION DE AGUA QUE ALTERE EL EQUILIBRIO POTENCIAL DEL SUELO.

REVESTIMIENTOS PARA SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL AGUA:
 1ra. CAPA : MEZCLA CEMENTOARENA 1:5 ESPESOR = 1.5 cm. ACABADO RAVADO
 2da. CAPA : A LAS 24 HORAS, MEZCLA CEMENTOARENA 1:3 ESPESOR = 0.015 m ACABADO FROCHACHADO
 EN AMBAS CAPAS SE UTILIZARA AUTINO IMPERMEABILIZANTE EN LA PROPORCION DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE.

1:12.5	0	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25 m
1:25	0	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50 m
1:50	0	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00 m
1:75	0	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50 m

REV. N°	FECHA	DESCRIPCION	REVISO	APROBADO

E.P.S. SEDACAJ S.A.
 EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE
 SANEAMIENTO DE CAJAMARCA - SOCIEDAD ANONIMA

Kreditanstalt Für Wiederaufbau (KfW)

ASOCIACION-EMPORAL:
LAHMEYER
 INTERNATIONAL
 INGENIEROS CONSULTORES

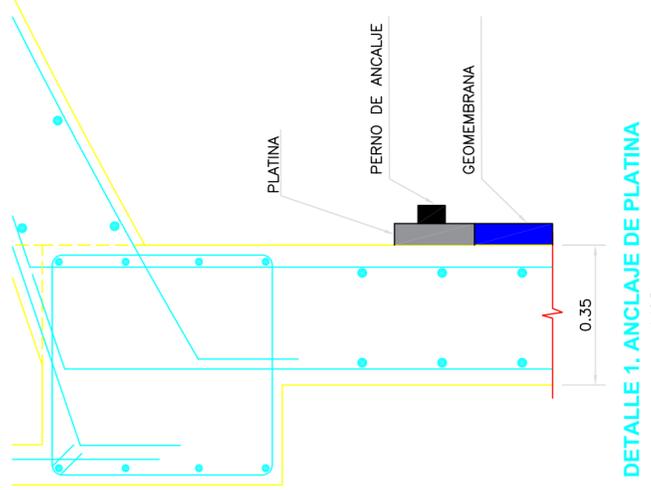
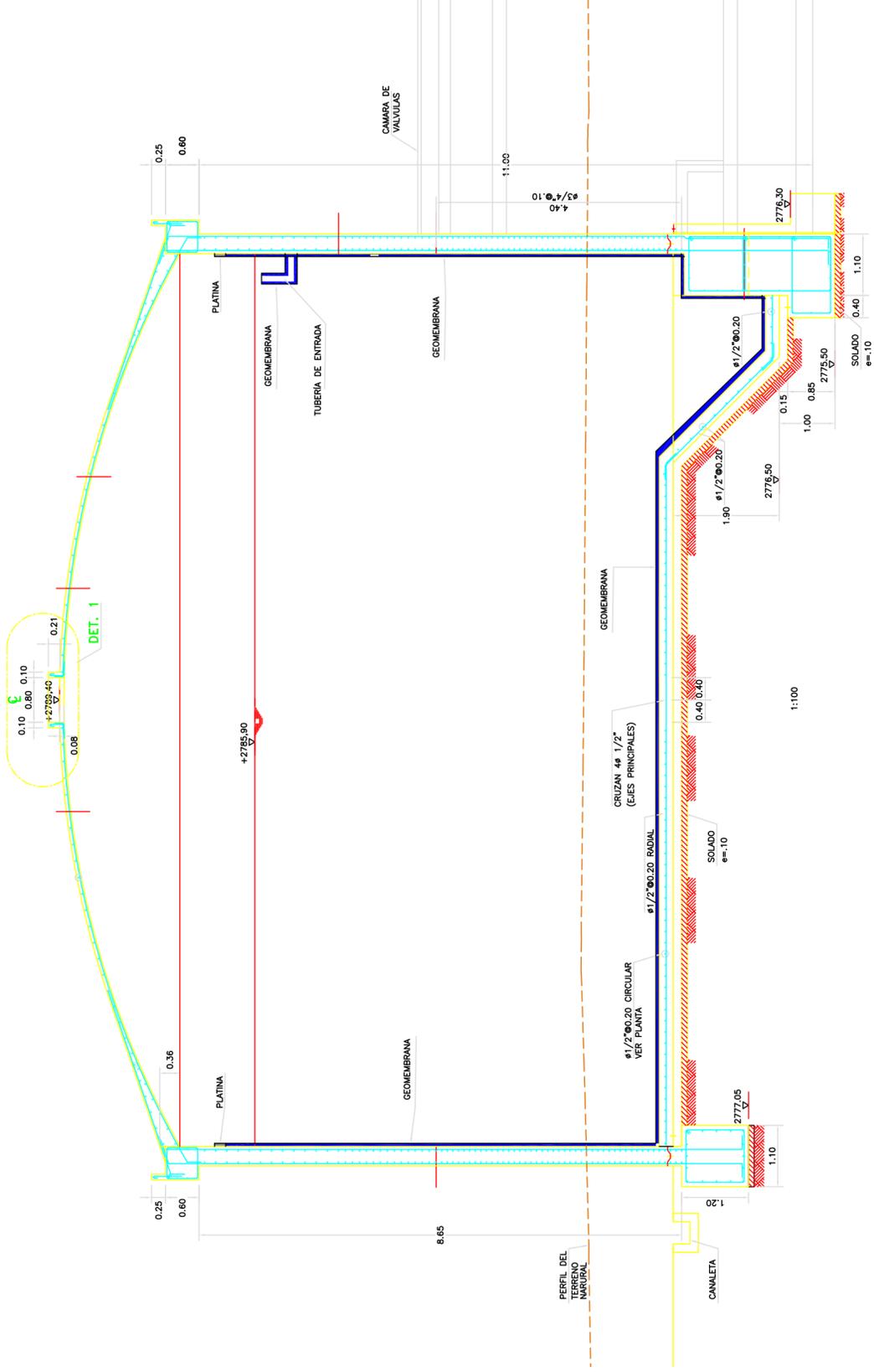
PROYECTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA

PLANO DE:
RESERVOIRIO R-4 - 1500m3
PLANTA, CORTES Y DETALLES

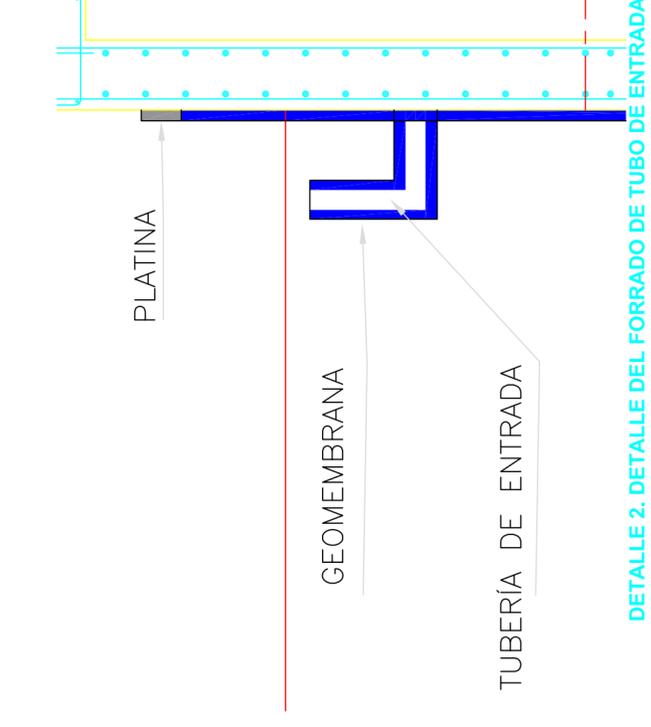
N° DE LAMINA:
AP-ALM
ES-04

DISEÑADO: C. GUTIERREZ
 REVISADO: J. ABUGATTAS
 APROBADO: ALBERT BREUER
 SISTEMA: AGUA POTABLE

DIBUJADO: P. QUINTEROS
 REVISION N°: 01
 FECHA: ENERO 2002
 ESCALA: INDICADA



DETALLE 1. ANCLAJE DE PLATINA
1:12.5



DETALLE 2. DETALLE DEL FORRADO DE TUBO DE ENTRADA
1:25

ESPECIFICACIONES TECNICAS

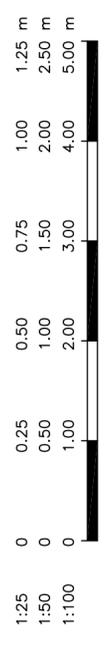
- MATERIALES :**
- ACERO EN GENERAL : $f'y = 420 \text{ MPa (4200 Kg/cm}^2\text{)}$
 - CEMENTO PORTLAND TIPO I EN GENERAL
- CONCRETO :**
- SOLADO : $f'c = 10 \text{ MPa (100 Kg/cm}^2\text{)}$
 - ANILLO DE CIMENTACION, LOSA DE FONDO Y CUPULA : $f'c = 25 \text{ MPa (245 Kg/cm}^2\text{)}$
 - MURO : $f'c = 28 \text{ MPa (280 Kg/cm}^2\text{)}$
 - OTRAS ESTRUCTURAS : $f'c = 20 \text{ MPa (210 Kg/cm}^2\text{)}$
- LIMITAR LA RELACION AGUA CEMENTO 0.50 PARA EL FONDO Y MUROS DE LA CUBA.
- PRESION ADMISIBLE SOBRE EL TERRENO:** $(\bar{\sigma}) \Rightarrow 0.3 \text{ MPa (3.0 Kg/cm}^2\text{)}$
- RECUBRIMIENTOS :**
- ZAPATAS : 0.075 m
 - MURO : 0.04 m
 - LOSA DE FONDO : 0.06 m
 - LOSA DE CUPULA : 0.03 m

VACIADO DEL CONCRETO :
MAXIMA ALTURA PARA EL VACIADO DEL CONCRETO SERA DE 1.50 POR ETAPA.

NOTAS :
SE RECOMIENDA TENER CUIDADO DE CONTROLAR EN LO POSIBLE CUALQUIER FILTRACION DE AGUA QUE ALTERE EL EQUILIBRIO POTENCIAL DEL SUELO.

REVESTIMIENTO INTERIOR DEL TANQUE:

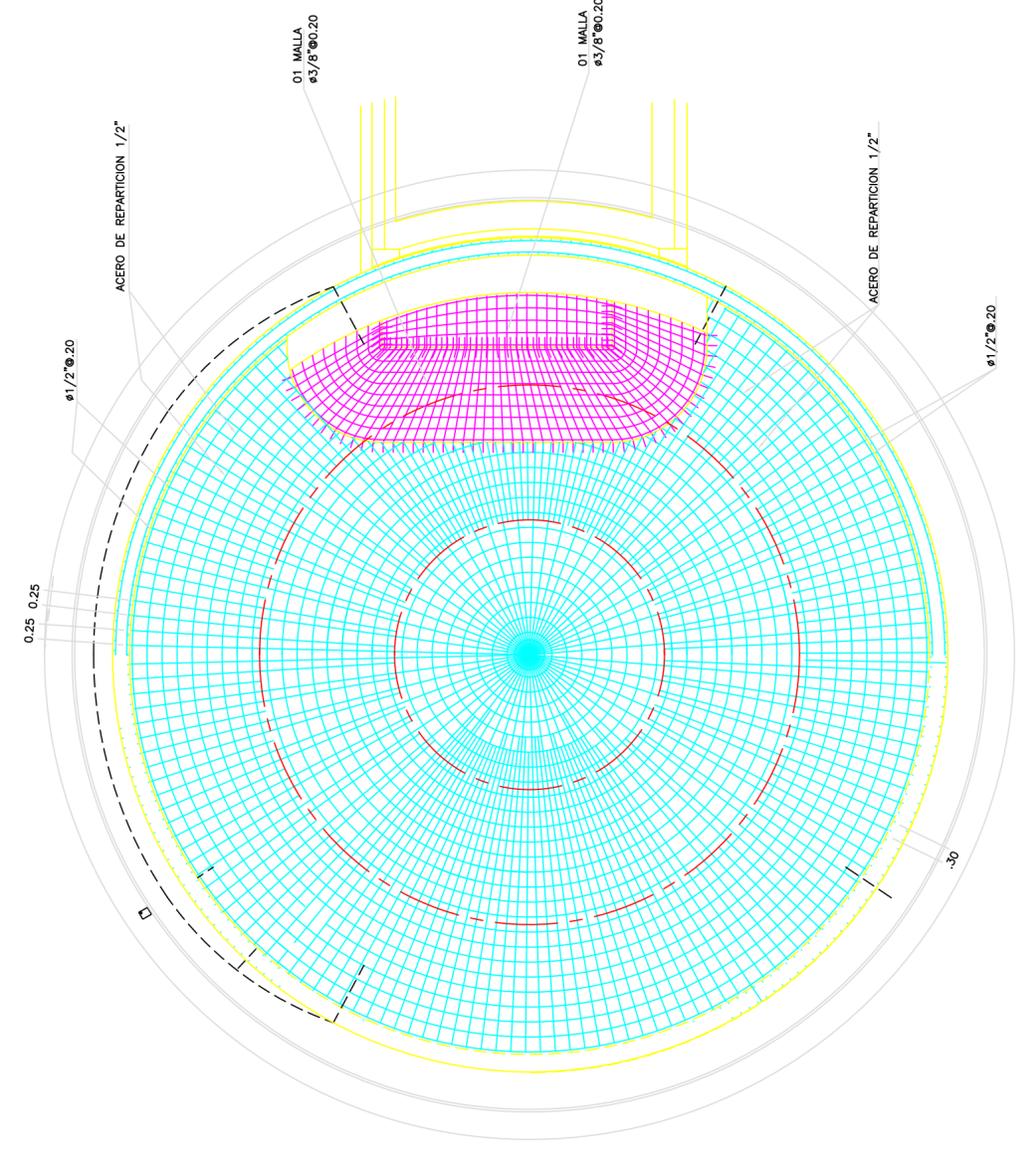
EL REVESTIMIENTO INTERNO DEL TANQUE SERA CON GEOMEMBRANA HDPE DE 1mm DE ESPESOR LO CUAL PUEDE SER MODIFICADO POR EL ESPECIALISTA AL MOMENTO DE LA VERIFICACION DEL TANQUE. LA GEOMEMBRANA SERA ADHERIDA AL YANQUE A TRAVES DE PLATINAS Y SE SOLDARAN CON EXTRUSION.



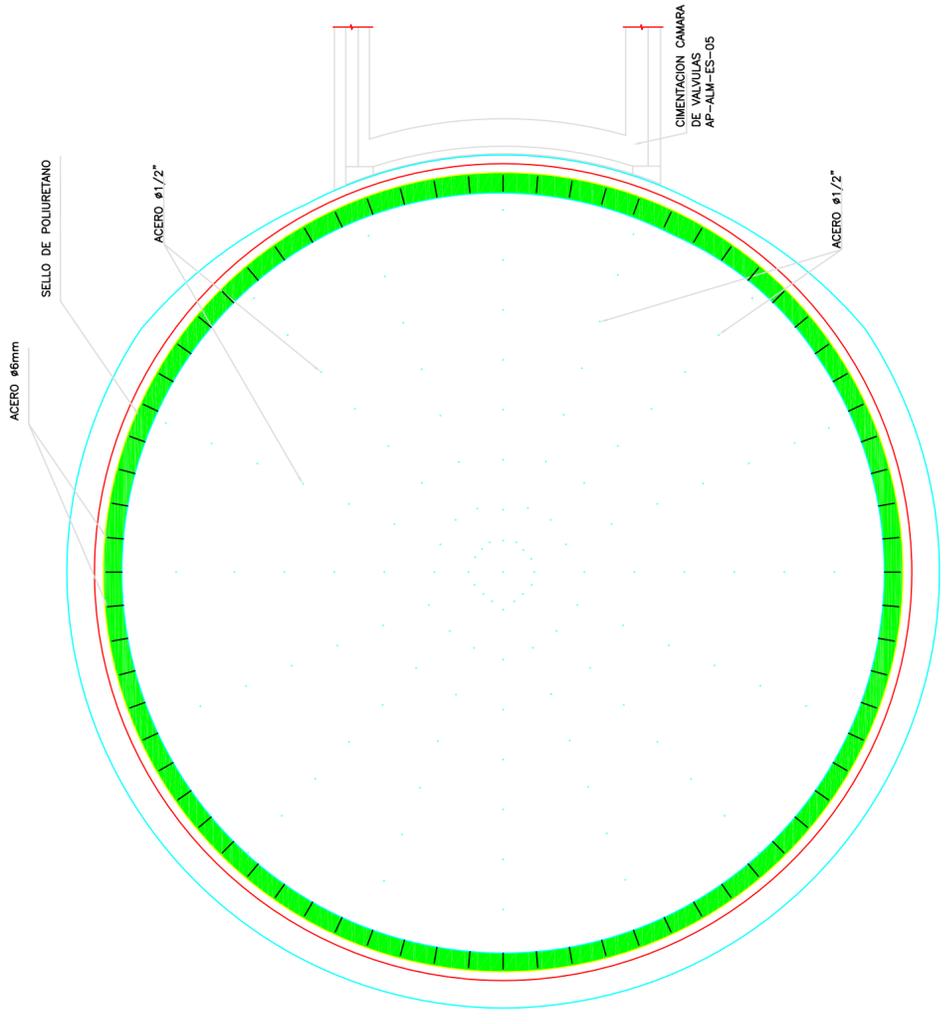
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



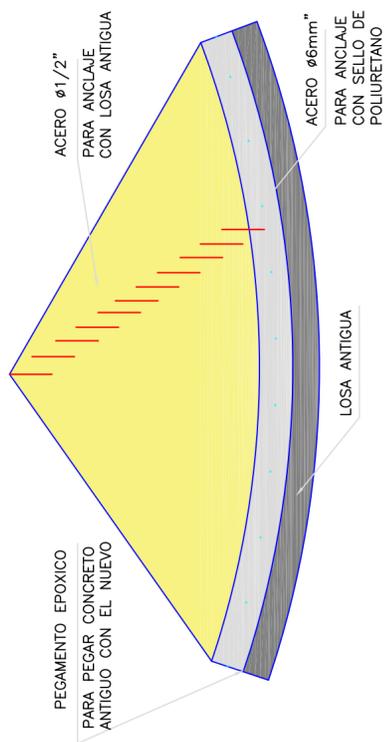
TESIS: "ANÁLISIS PATOLÓGICO DEL RESERVOIRIO DE CONCRETO ARMADO R4 DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA"	FECHA: Diciembre-2016
	ESCALA: Indicada
PLANO: RESERVOIRIO R4 - ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN	ARCHIVO: .dwg
TESISTA: BACH. DANNY GARY OMAR INFANTE MENDO	Plano N° 03



DETALLE DE ACEROS EN NUEVA LOSA DE CIMENTACION
1:100



DETALLE DE UBICACION DE ACEROS EN LA LOSA DE FONDO
PARA ANCLAJE CON LOSA ANTIGUA
1:100



DETALLE DE ACEROS DE ANCLAJE EN LOSA DE FONDO Y SELLO DE POLIURETANO
1:75

ESPECIFICACIONES TECNICAS

MATERIALES :	$f_y = 420 \text{ MPa}$ (4200 Kg/cm ²)
ACERO EN GENERAL	
CEMENTO PORTLAND TIPO I EN GENERAL	
CONCRETO :	
- SOLADO	$f'_c = 10 \text{ MPa}$ (100 Kg/cm ²)
- ANILLO DE CIMENTACION, LOSA DE FONDO Y CUPULA	$f'_c = 25 \text{ MPa}$ (245 Kg/cm ²)
- MURO	$f'_c = 25 \text{ MPa}$ (245 Kg/cm ²)
- OTRAS ESTRUCTURAS	$f'_c = 20 \text{ MPa}$ (210 Kg/cm ²)
LIMITAR LA RELACION AGUA CEMENTO 0.50 PARA EL FONDO Y MUROS DE LA CUBA.	
PRESION ADMISIBLE SOBRE EL TERRENO:	$q_{adm} = 0.3 \text{ MPa}$ (3.0 Kg/cm ²)
RECUBRIMIENTOS :	
- ZAPATAS	: 0.075 m
- MURO	: 0.04 m
- LOSA DE FONDO	: 0.06 m
- LOSA DE CUPULA	: 0.03 m
VACIADO DEL CONCRETO :	
MAXIMA ALTURA PARA EL VACIADO DEL CONCRETO SERA DE 1.50 POR ETAPA.	
NOTAS :	
SE UTILIZARA FERRO DE 1/2" PARA ANCLAR LA LOSA ANTIGUA CON LA LOSA NUEVA Y FERRO DE 6mm QUE IRA RECUBIERTO CON SELLANTE DE POLIURETANO HASTA LA PARED DEL RESERVORIO ADICIONALMENTE EN LA UNION DE LA LOSA ANTIGUA CON LA NUEVA SE UTILIZARA UN ADITIVO PEGAMENTO EPOXICO PARA PEGAR CONCRETO ANTIGUO CON EL NUEVO.	
REVESTIMIENTO INTERIOR DEL TANQUE:	
EL REVESTIMIENTO INTERNO DEL TANQUE SERA CON GEOMEMBRA HOPE DE 1mm DE ESPESOR LO CUAL PUEDE SER MODIFICADO POR EL ESPECIALISTA AL MOMENTO DE LA VERIFICACION DEL TANQUE, LA GEOMEMBRA SERA ADHERIDA AL TANQUE A TRAVES DE PLATINAS Y SE SOLDARAN CON EXTRUSION.	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

FECHA:	Diciembre-2016
ESCALA:	Indicada
ARCHIVO:	.dwg
Plano N°	04
TESIS:	"ANÁLISIS PATOLÓGICO DEL RESERVORIO DE CONCRETO ARMADO R4 DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA"
PLANO:	RESERVORIO R4 - ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN
TESISTA:	BACH. DANNY GARY OMAR INFANTE MENDO