

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

“ESTUDIO PATOLÓGICO DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAÉN – LOCAL CENTRAL”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. EDWIN SÁNCHEZ ZULUETA

ASESOR:

Ing. MARCOS MENDOZA LINARES

JAÉN – CAJAMARCA – PERÚ

2018

COPYRIGHT © 2018 by
EDWIN SÁNCHEZ ZULUETA
Todos los derechos reservados

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Cajamarca

Y a todos los docentes de la escuela académico profesional de ingeniería civil por ser los principales gestores de mis conocimientos, y por sus sabios consejos que contribuyeron al desarrollo de una fase como estudiante y ser un profesional con valores éticos y morales.

A mi Asesor

Ing. Marcos Mendoza Linares, quien con sus conocimientos, su experiencia, y orientación contribuyo para la realización de mi proyecto de tesis.

A mis Familiares

A mis padres, mis hermanos y hermanas que estuvieron pendientes de mí, y brindándome su apoyo incondicional para la realización y culminación de este trabajo de tesis.

A mis Amigos

Por brindarme su apoyo, consejos de superación, los ánimos y energías para poder impulsar mis metas y poder lograr terminar mi proyecto.

DEDICATORIA

A Dios

Por darme la vida y cuidar siempre a mis seres queridos, y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A mis Padres

Rosas y María Lucinda por ser los mejores padres y concederme su apoyo infinito e incondicional en toda mi vida y haber hecho de mí una persona con buenos valores, y haberme dado la mejor educación.

A mis Hermanos

Por ser los principales impulsores de mi carrera y haberme brindado su gran apoyo y cariño para poder lograr mis metas.

A mis Hermanas

Por haberme apoyado en todo momento y brindarme su cariño.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	01
1. Problema de la Investigación.....	01
1.1. Planteamiento del Problema.....	01
1.2. Formulación del Problema.....	02
1.3. Formulación de la Hipótesis.....	02
1.4. Justificación de la Investigación.....	03
1.5. Alcances de la Investigación.....	03
1.6. Limitaciones de la Investigación.....	04
1.7. Objetivos.....	04
1.7.1. Objetivos Generales.....	04
1.7.2. Objetivos Específicos.....	04
1.8. Descripción de los Contenidos de los Capítulos.....	05
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	07
2.1. Antecedentes Teóricos de la Investigación.....	07
2.1.1. Internacionales.....	07
2.1.2. Nacionales.....	09
2.1.3. Locales.....	10
2.2. Bases Teóricas de la Investigación.....	11
2.2.1. Patología.....	11
2.2.2. Patología del Concreto.....	12
2.2.3. Patología Estructural.....	14
2.2.4. Principios Básicos para el Reconocimiento de una Patología Estructural.....	14

2.2.5. Clases de Fallas y Patologías en las Estructuras de Concreto Armado.....	16
2.2.5.1. Fallas por Concepción Estructural.....	16
2.2.5.2. Fallas durante la Etapa de Diseño.....	17
2.2.5.3. Fallas Durante la Etapa de Construcción.....	18
2.2.5.4. Fallas Durante la Etapa de Operación (Uso y Mantenimiento).....	20
2.2.5.5. Patología del Concreto Armado.....	21
2.2.5.5.1. Acciones Físicas.....	21
2.2.5.5.2. Acciones Mecánicas.....	34
2.2.5.5.3. Acciones Químicas.....	41
2.2.5.5.4. Acciones Biológicas.....	44
2.2.5.5.5. Corrosión del Acero de Refuerzo.....	44
2.2.5.6. Fallas de Albañilería.....	47
2.2.5.7. Fallas en Elementos no Estructurales.....	49
2.2.5.8. Patologías en Cimentaciones.....	51
2.2.5.9. Fallas por Acciones Sísmicas.....	53
2.3. Terminología Básica.....	55
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....	56
3.1. Materiales.....	56
3.1.1. Población de Estudio.....	56
3.1.2. Muestra.....	56
3.1.3. Unidad de Análisis.....	56
3.1.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	56
3.2. Método de Investigación.....	58
3.2.1. Tipo de Estudio.....	58
3.2.2. Ubicación Geográfica donde se realizó la Investigación.....	58
3.2.3. Metodología de Evaluación y Diagnostico de los dos Pabellones del Edificio.....	59
3.2.3.1. Plan de Evaluación del Estado Actual del Edificio del Local Central de la Cede Jaén de la UNC.....	59
3.2.3.2. Proceso para un Estudio Patológico.....	62
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	81
4.1. Resultados Evaluación y Diagnóstico de las Principales Manifestaciones Patológicas...81	81

4.2. Resultados de Posibles Factores Patológicos.....	83
4.3. Resultados Ensayo de Esclerometría.....	84
4.4. Resultados de Estudio de Suelos.....	88
4.5. Alternativas de Solución para Mejorar y Ampliar la Vida Útil de la Estructura.....	90
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	93
5.1. Conclusiones.....	93
5.2. Recomendaciones.....	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
ANEXOS.....	100
ANEXO N°01. Fichas de Evaluación Patológica.....	100
ANEXO N°02. Ensayo de Esclerometría.....	120
ANEXO N°03. Estudio de Mecánica de Suelos.....	132
ANEXO N°04. Panel Fotográfico.....	141
ANEXO N°05. Planos del Edificio de la UNC - Sede Jaén Local Central.....	146

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Patología de Estructuras, Aproximación Estadística.....	08
Tabla 2. Clasificación de Fisuras.....	22
Tabla 3. Contenido Máximo de Iones Cloruro para la Protección contra la Corrosión del Acero de Refuerzo.....	46
Tabla 4. Formas para Levantamiento de Daños.....	72
Tabla 5. Consistencia del Suelo según la Carga Última.....	79
Tabla 6. Clasificación de los Perfiles de Suelo.....	80
Tabla 7. Relación entre la Resistencia a la Compresión del Concreto a diferentes Edades.....	84
Tabla 8. Relación entre las Resistencias de Diseño asumido del Concreto y la Resistencia Proyectada a 5 años.....	85

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Evaluación Patológica del Edificio de la UNC - Sede Jaén Local Central.....	82
Cuadro 2. Resistencia del Concreto Columnas y Vigas.....	85
Cuadro 3. Resultados de Ensayos de Propiedades Físicas y Límites de Consistencia.....	89
Cuadro 4. Resultados Ensayo de Granulometría.....	89
Cuadro 5. Clasificación de los Suelos según SUCS.....	89
Cuadro 6. Resultados de Corte Directo y Capacidad Portante.....	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Origen de los problemas patológicos.....	11
Figura 2. Fisuras que presenta la estructura ubicada en la pared.....	12
Figura 3. Modelo secuencial de los procesos que sigue la patología del concreto.....	13
Figura 4. Modelo secuencial de los procesos que sigue la patología estructural.....	14
Figura 5. Ejemplo de errores en el proceso constructivo.....	18
Figura 6. Ejemplo de fallas en el proceso constructivo.....	19
Figura 7. Formas de registrar si progresa o no una fisura.....	22
Figura 8. Formas de registrar si progresa o no una fisura en una estructura.....	23
Figura 9. Formas de registrar si progresa o no una fisura en un área registrada.....	23

Figura 10. Grieta causada por asentamiento plástico.....	25
Figura 11. Fisura transversal y longitudinal en columna y losa superior.....	26
Figura 12. Fisuración en mapa.....	29
Figura 13. Fisuración transversal en losas.....	31
Figura 14. Fisuración longitudinal siguiendo la dirección de las viguetas.....	31
Figura 15. Efectos dependientes de las cargas en elementos estructurales.....	35
Figura 16. Evolución de una fisura de momento flector y por flexión.....	36
Figura 17. Evolución de una fisura de esfuerzo cortante.....	37
Figura 18. Formas como se generan los punzonamientos.....	38
Figura 19. Ejemplo de fisuras por compresión.....	38
Figura 20. Ejemplos de fisuras por torsión.....	39
Figura 21. Ejemplos de fisuras por incorrecta disposición de la armadura.....	39
Figura 22. Ejemplos de fisuras por inadecuada disposición de la armadura.....	40
Figura 23. Ejemplos de fisuras por corrosión de armaduras.....	40
Figura 24. Ejemplos de fisuras por asentamientos excesivos.....	41
Figura 25. Esquema del deterioro causado por la carbonatación.....	42
Figura 26. Esquema de deterioro del concreto causado por el ataque de sulfatos.....	43
Figura 27. Ejemplo del proceso de reacción álcali – agregados.....	44
Figura 28. Esquema del deterioro y formación de grietas.....	46
Figura 29. Fisura en una Columna producida por Corrosión de la Armadura.....	47
Figura 30. Falla de deslizamiento por corte.....	48
Figura 31. Falla por corte en el muro.....	48
Figura 32. Falla por aplastamiento y compresión diagonal en el muro.....	49
Figura 33. Esquema de fisuras en tabiques de planta baja.....	50
Figura 34. Esquemas de fisuras debidas a la flexión de voladizos.....	51
Figura 35. Fisuración por asentamientos diferenciales en las esquinas.....	52
Figura 36. Tensiones tangenciales entre viga- tabique y columna-tabique.....	52
Figura 37. Fallas por presencia de columna corta.....	53
Figura 38. Ubicación de los dos Pabellones de la UNC – Sede Jaén Local Central.....	59
Figura 39. Edificio de la UNC – Sede Jaén Local Central.....	64

Figura 40. Esquema del Esclerómetro.....	76
Figura 41. Ángulos de utilización del esclerómetro.....	76
Figura 42. Esquema de utilización del Esclerómetro.....	77
Figura 43. Esquema de cuadrículas para tomar los puntos de impacto en el ensayo.....	78

RESUMEN

La presente investigación consiste en determinar la presencia de patologías en el Edificio de la Universidad Nacional de Cajamarca - Sede Jaén - Local Central, edificio cuya construcción culminó en el año de 1987 lo cual fue de propiedad del Banco Agrario que posteriormente en el año 1993, paso a formar parte de propiedad de la Universidad. La metodología que se utilizó fue del tipo descriptiva. La población muestral se constituyó por el edificio de la Universidad Nacional de Cajamarca - Sede Jaén - Local Central. Las técnicas que se utilizaron fueron las de recolección de datos e información del edificio como primer aspecto, después se realizó una inspección a la estructura para determinar cuáles son las posibles patologías, fisuras, fallas y síntomas que presenta mediante el llenado de las fichas de evaluación patológica, lo cual estos datos sirvieron para hacer un diagnóstico y poder determinar cuál es el origen y sus causas para luego dar un pronóstico. Además se realizó la verificación de la resistencia del concreto en columnas y vigas mediante un ensayo no destructivo, teniendo como finalidad determinar el estado actual de los elementos estructurales, también se hizo un estudio de suelos para determinar la capacidad portante del suelo. Finalmente se logró determinar la presencia de patologías que afectan al edificio de la UNC - Sede Jaén - Local Central, las cuales son provocadas por acciones físicas (retracción hidráulica), acciones mecánicas (fisuras por flexión, por adherencia y anclaje). Fallas en elementos no estructurales (cargas excesivas, aplastamiento), fallas por asentamientos diferenciales (arenas arcillosas, capacidad admisible del terreno regular). Fallas en la etapa de diseño y construcción (deficiente sistema de drenaje, falta de cubiertas para la protección de las lluvias hacia las estructuras, exceso y falta de recubrimiento en columnas y vigas). De acuerdo a los resultados obtenidos se concluyó que en el edificio de la UNC - Sede Jaén - Local Central existe un numeroso registro de la existencia de patologías.

Palabras Claves: Patología, fisuras, fallas, síntomas, diagnóstico, origen, causas, pronóstico, existencia.

ABSTRACT

The present investigation consists of determining the presence of pathologies in the Building of the National University of Cajamarca - Sede Jaén - Local Central, building whose construction culminated in the year of 1987 which was property of the Agrarian Bank that later in the year 1993, step to become part of property of the University. The methodology that was used was of the descriptive type. The sample population was constituted by the building of the National University of Cajamarca - Sede Jaén - Local Central. The techniques used were data collection and building information as the first aspect, after an inspection was made to the structure to determine what are the possible pathologies, fissures, failures and symptoms presented by filling out the evaluation sheets pathological, which these data served to make a diagnosis and to determine what is the origin and its causes and then give a prognosis. In addition, the verification of the strength of the concrete in columns and beams was carried out through a non-destructive test, with the purpose of determining the current state of the structural elements. A soil study was also carried out to determine the carrying capacity of the soil. Finally, it was possible to determine the presence of pathologies that affect the building of the UNC - Headquarters Jaén - Local Central, which are caused by physical actions (hydraulic retraction), mechanical actions (fissures by bending, adhesion and anchoring). Failures in non-structural elements (excessive loads, crushing), failures due to differential settlements (clay sands, admissible capacity of regular ground). Failures in the design and construction stage (poor drainage system, lack of covers for the protection of the rains towards the structures, excess and lack of covering in columns and beams). According to the results obtained, it was concluded that in the building of the UNC - Sede Jaén - Local Central presents a numerous registry of the existence of pathologies.

Keywords: Pathology, fissures, failures, symptoms, diagnosis, origin, causes, prognosis, existence.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Actualmente los dos pabellones del edificio del Local Central de la Universidad Nacional de Cajamarca - Sede Jaén, desde su creación hasta la actualidad tiene más de 30 años de servicio lo cual se construyó en el año de 1987, cuya estructura se considera que no se han diseñado con una norma adecuada debido a que constantemente se vienen actualizando las normas de construcción de edificaciones. Por tal motivo los dos pabellones del edificio del Local Central de la Universidad Nacional de Cajamarca - Sede Jaén, infraestructura que viene presentando deficiencias estructurales que afectan a la misma. La evaluación y diagnóstico patológico del edificio, nos permitirá identificar y conocer el estado actual de la estructura y lograr identificar el origen y las causas de dichos problemas patológicos, esto debido a diferentes factores de los cuales serán objeto de investigación para el desarrollo de la tesis.

1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

El descubrimiento y los inicios del concreto armado, se dieron en el siglo XIX utilizándose en forma masiva en los últimos cien años para la construcción de edificaciones e infraestructuras importantes. Debido a la facilidad de utilización tuvo una expansión muy rápida y se consideró que el concreto podría tener una larga duración, cuando estas estructuras han sido diseñadas y construidas correctamente, su vida útil a fluctuado entre 50 a 75 años frente a las condiciones de climas más desfavorables (clima en Canadá fluctúa entre 40°C en verano y -50°C en invierno) y frente a la existencia de agentes nocivos externos. Sin embargo, en la actualidad una gran cantidad importante de infraestructuras se deterioran antes de la mitad de su vida útil debido a diferentes factores patológicos (ACI Perú, 2016).

La diversidad de patologías que se manifiestan en las edificaciones es infinita; además de ser un tema muy complejo. Difícilmente se logra determinar con precisión, las causas o motivos de muchas de las manifestaciones que presentan las estructuras (Astorga y Rivero, 2009). Debido a ello aumenta el interés de conocer e investigar cuales son los problemas que existe en las estructuras ya que estas anomalías no solo se manifiestan en las construcciones antiguas

sino en las edificaciones nuevas, existiendo casos en estructuras que no se han puesto en servicio.

Los antecedentes patológicos que se manifiestan en algunas edificaciones se ven originadas especialmente por la acción del clima muy caluroso y húmedo de nuestro país, por mal diseño, por fallas estructurales, fallas en el cálculo, por imprevisiones de tiempo, falta de organización de obra, mala calidad de la mano de obra, por desconocimiento de las especificaciones técnicas de los materiales a utilizar, técnicas constructivas inadecuadas, por un concepto erróneo de economía al no contemplar rubros para una buena impermeabilización, o simplemente por no ser conscientes de que un edificio tiene su vida útil, y necesita de mantenimientos periódicos que lo conserven (Florentín y Granada, 2009).

En nuestra localidad de Cajamarca existe una limitada cantidad de investigaciones sobre patologías en edificaciones, en ciertos casos se tiende a dar diagnósticos inadecuados sin tener un conocimiento claro acerca de las diferentes fallas y deterioros, desconociendo cuál es su origen y causa que producen dichas fallas. La UNC - Sede Jaén - Local Central cuenta con dos pabellones que presentan fallas y deterioros, lo cual se tiene la idea de investigar los factores patológicos que están afectando debido a que tras de un tiempo se desarrollaran aún más. Por tal motivo se propone realizar la presente tesis que está enfocado en el estudio patológico del edificio de la UNC - Sede Jaén - Local Central, debido a que dichas fallas posteriormente pueden aumentar producto del desconocimiento que se tenga acerca del origen y las causas, así como evaluar el estado actual de la estructura.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las patologías predominantes que presenta el edificio de la Universidad Nacional de Cajamarca - Sede Jaén - Local Central?

1.3. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Las patologías que presenta el edificio de la Universidad Nacional de Cajamarca - Sede Jaén - Local Central, son de tipo físicas, debido a fallas en la etapa de diseño, construcción, al tipo de suelo y exposición ambiental.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Justificación teórica

La presente investigación se realizó con la finalidad de estudiar las patologías que se manifiestan en el edificio de la UNC – Sede Jaén - Local Central, para lograr determinar cuál es el origen y causas que producen estas fallas en dicha estructura y posteriormente conocer su estado actual.

Las estructuras son creadas para satisfacer algunas necesidades del hombre, por tal motivo deben cumplir con su periodo de diseño establecido manteniendo las siguientes cualidades: durabilidad, seguridad, funcionalidad, factibilidad económica y estética. El correcto diseño y construcción de una edificación requiere de un proceso creativo con la finalidad de mantener su forma original, calidad y propiedades de servicio cuando este expuesto a las condiciones de medio ambiente desfavorables.

Justificación práctica

Además de evaluar si tales fallas existentes implican un riesgo alto o moderado para sus ocupantes como a la edificación, debido ello se busca contribuir con dicho estudio que permita desarrollar un método para la evaluación de problemas patológicos en edificaciones.

Los resultados que se obtengan de este estudio contribuirán con información importante para la realización de investigaciones posteriores con respecto al ámbito patológico en edificaciones de concreto armado. Se tiene la finalidad de promover la evaluación de otros edificios tanto en la UNC - Sede Jaén, como en otros edificios de la ciudad de Jaén y lograr determinar las incidencias que generan los problemas patológicos en dichas estructuras, obteniendo una cuantificación de acuerdo al estado que se encuentren.

1.5. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación está orientada en el campo de la Ingeniería Civil, lo cual se realizó la recopilación de información más interesante del edificio de la UNC - Sede Jaén - Local Central, obteniendo los siguientes datos: año de construcción del edificio, propietarios, ocurrencia del algún evento sísmico, planos y levantamiento de daños existentes de la estructura en estudio. Los aspectos puntuales que abarca la investigación están orientados

principalmente en aquellas patologías que se manifiestan en el edificio de la UNC - Sede Jaén - Local Central.

- ✓ La evaluación patológica del edificio de la UNC - Sede Jaén - Local Central, comprende una investigación de tipo descriptiva que abarca solo el estudio de los elementos estructurales de vigas, columnas, muros y losas de los dos pabellones (pabellón 1 de dos niveles y pabellón 2 de cuatro niveles), sin realizar rediseños ni modelos estructurales.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- ✓ Los planos de construcción de tal edificio no se lograron obtener, dificultando así conocer los detalles constructivos utilizados.
- ✓ Limitación a la obtención del cuaderno de obra, lo cual se desconoce todas las actividades realizadas durante la construcción del edificio de la UNC - Sede Jaén - Local Central.
- ✓ Es limitada la información en nuestro país respecto a estudios patológicos en edificaciones.
- ✓ La Dirección General de la UNC - Sede Jaén, no autorizo realizar ensayos destructivos en dicha estructura.

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. OBJETIVO GENERAL

- ✓ Evaluar las causas que han generado las patologías en el edificio de la Universidad Nacional de Cajamarca - Sede Jaén - Local Central.

1.7.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Diagnosticar e identificar las principales manifestaciones patológicas del edificio de la UNC - Sede Jaén - Local Central.
- ✓ Identificar los posibles factores patológicos que afectan las estructuras del edificio de la UNC - Sede Jaén - Local Central.
- ✓ Determinar la resistencia del concreto del edificio de la UNC - Sede Jaén - Local Central mediante el ensayo de Esclerometría.

- ✓ Determinar la capacidad portante del suelo de la zona donde se ubica el edificio de la UNC - Sede Jaén - Local Central.
- ✓ Plantear posibles alternativas de solución para mejorar y ampliar la vida útil de la estructura del edificio de la UNC - Sede Jaén - Local Central.

1.8. DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS DE LOS CAPÍTULOS

a) Capítulo I

En este capítulo se comenta el contexto, el planteamiento del problema, formulación del problema, hipótesis, justificación de la investigación, alcances, limitaciones y objetivos del tema de investigación “Estudio Patológico del Edificio de la UNC - Sede Jaén – Local Central”.

b) Capítulo II

Antecedentes teóricos de la investigación: Se describe el estado de arte de investigaciones semejantes que existen, realizadas anteriormente sobre el tema de “Estudio Patológico del Edificio de la UNC - Sede Jaén – Local Central” y los resultados y conclusiones a las que se han llegado.

Bases teóricas: Se expone los fundamentos teóricos más importantes que sirven de base para la investigación del tema “Estudio Patológico del Edificio de la UNC - Sede Jaén – Local Central”.

c) Capítulo III

Se indica la ubicación geográfica donde se realizó la investigación. Además se describe paso a paso el proceso de desarrollo de la investigación llevado a cabo, así como los métodos y técnicas que se usaron; en primer lugar se desarrolló un Plan de evaluación del estado actual del Edificio de la UNC - Sede Jaén – Local Central”, posteriormente se determinó el proceso para el estudio patológico.

d) Capítulo IV

Se presenta el análisis de datos y los resultados obtenidos de la evaluación y ensayos realizados al edificio de la UNC - Sede Jaén – Local Central. De los resultados obtenidos

de la evaluación y diagnóstico de la investigación, se determinó el origen, causas y estado actual del edificio de la UNC - Sede Jaén – Local Central”.

e) Capítulo V

Se indica las conclusiones para cada objetivo planteado, esto de acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación; así como, las recomendaciones a considerar para el estudio e investigación de patologías en edificaciones.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1.1. Internacionales

- ❖ La investigación de Del Rio Bueno, (2008), **“Patología, Reparación y Refuerzo de Estructuras de Hormigón Armado de edificación”** realizo un estudio sobre las **“Causas de Intervención: Patología de Estructuras de Edificación”** en la cual concluye que las causas que pueden motivar la intervención sobre una estructura ya construida son: problemas patológicos, errores de diseño y/o cálculo de la estructura (incluyendo la concepción de los detalles), errores de ejecución en sus más diversas formas, baja calidad de los materiales estructurales, problemas de durabilidad (especialmente degradación de los materiales por agresión del ambiente), uso y/o mantenimiento incorrecto de la construcción, acciones "imprevisibles" de carácter excepcional (catástrofes naturales: terremotos, huracanes, etc. y accidentes: fuego, explosiones, etc.), remodelación y/o reutilización del edificio (modificación de la estructura o de su distribución de esfuerzos y cambios de utilización del edificio, con incremento de las sobrecargas de uso).

- ❖ También Del Rio Bueno, (2008), sobre las **“Causas de Intervención: Patología de Estructuras de Edificación”**, hace mención al estudio de la distribución estadística de las causas de deterioro de estructuras, que ha sido extensamente estudiado en el caso español por J.A. Vieitez y J.L. Ramírez (1984). Además estos autores efectúan una revisión de problemas patológicos de estructuras habidos en España en los últimos años, analizando sus manifestaciones, causas, tipologías afectadas y medidas de intervención. Finalmente obtuvieron las siguientes conclusiones: la causa patológica predominante es la existencia de errores de proyecto, presentes en el 41.2% de los casos. Los fallos de ejecución están presentes en el 31.1% de los casos. Finalmente, los defectos propios de la calidad de materiales de construcción aparecen en el 13.0% de casos, los derivados del mal uso o mantenimiento en el 10.9%, y las causas naturales excepcionales tan sólo en el 3,0%. (Tabla 1).

En cuanto a los tipos de estructuras, las más afectadas son las de hormigón armado con forjados unidireccionales, con el 68,0% de los casos. Aun cuando este tipo es el predominante en la edificación española, el dato es significativo si se compara con el 7,6% correspondiente a las estructuras de acero laminado.

Los elementos estructurales más afectados son los sometidos a flexión. Así, las lesiones en forjados aparecen en el 25,6% de los casos y en vigas en el 23,9%, en cimentación la cifra es el 19% y en soportes el 13,6%. En relación con el alcance de las lesiones, en un 25,2% de casos implicaron actuaciones de refuerzo en la estructura, mientras en un 8,3% de situaciones condujeron a la declaración de ruina.

Los principales resultados de las estadísticas e investigaciones citadas se resumen en la Tabla 1 En ella se recogen datos porcentuales relativos a causas patológicas y formas de manifestación, correspondientes a diferentes países. Para permitir su comparación, las estadísticas se han homologado en base a considerar en cada caso sólo la causa principal y el tipo de manifestación predominante.

Tabla 1: Patología de Estructuras., Aproximación Estadística.

País	Número de casos	CAUSA PRINCIPAL DE PATOLOGÍA (%)					MANIFESTACIÓN PREDOMINANTE (%)			
		Proyecto	Ejecución	Materiales	Uso/ Mant.	Naturales	Fisuración	Humedades	Desprendimiento	Otras
BRASIL	527	18	52	7	13	--	--	--	--	--
ALEMANIA	1570	40	29	15	9	7	--	--	--	--
BÉLGICA	3000	49	24	12	8	7	13	30	16	--
DINAMARCA	601	37	22	25	9	7	--	--	--	--
FRANCIA	10000	37	51	5	7	--	59	18	12	11
R. UNIDO	510	49	29	11	10	1	17	53	14	16
RUMANIA	832	38	20	23	11	8	--	--	--	--
ESPAÑA	586	41	31	13	11	3	59	8	11	22
MEDIA EUROPEA	----	42	28	14	10	6	--	--	--	-

Fuente: (Del Rio Bueno, 2008)

2.1.2. Nacionales

- ❖ Valverde Vidal K. (2016), en su artículo científico **“Evaluación de las Patologías del Concreto del Cerco Perimétrico de la Institución Educativa Amanda Miasta”**, realizó un estudio mediante un análisis patológico en los muros de albañilería de una Institución Educativa del Centro poblado San Jacinto, distrito de Nepeña, Provincia del Santa, Región de Ancash, para analizar el comportamiento y patologías del concreto en los muros de albañilería. De acuerdo a dicha investigación se obtuvo los siguientes resultados y conclusiones más fundamentales: los efectos de las patologías en el concreto producen manifestaciones debido a la presencia de grietas, fisuras y manchas que posteriormente debilita a la estructura condicionando la durabilidad de los muros de albañilería. Mediante un análisis se aplicó el método de porcentajes y de área con patología y sin patología para así poder determinar las patologías y su nivel de severidad en los muros; se dividió los 265.44ml del perímetro en 16 muestras para una mejor evaluación visual. Del análisis se obtuvo un total 142.42m² de área con patología en exteriores y 147.16m² en interiores, donde las patologías más predominantes son la erosión, Fisuras y Picaduras con un porcentaje de 26.81% exterior y 27.70% interior. De las muestras interiores se obtuvo la erosión con 25.47% de área con patología siguiéndole las picaduras con 0.69% y por ultimo las fisuras con 0.64%; de las muestras exteriores se obtuvo la erosión con 26.37% como porcentajes de área con patología siguiéndole las picaduras con 0.77% y por ultimo las fisuras con 0.56%. También se determinó que de las 16 muestras exteriores se obtuvo un 26.81% de área con patología y un 73.19% de área sin patología es; de las 16 muestras interiores se obtuvo un 27.70% de área con patología y 72.30% de área con patología. Finalmente de las 16 muestras en el lado exterior hay una severidad leve de un 56.25% y una severidad moderado de 43.75%; de las 16 muestras en el lado interior hay un nivel de severidad de un 43.75% leve y un 56.25% moderado. Estas severidades pueden generar riesgos para la integridad de las personas que concurren por dicho lugar.

2.1.3. Locales

- ❖ Mostacero Jáuregui, (2016). En su trabajo de tesis denominado “**Patología del Edificio 1B de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca**”. Lo cual realizo la investigación con la finalidad de determinar la presencia de patologías en la estructura de concreto armado del edificio 1B en la ciudad de Cajamarca, y analizar el cuáles son las patologías, fallas y síntomas que presenta dicha estructura. De la investigación se obtuvo los siguientes resultados y conclusiones más fundamentales: Patologías en el concreto armado provocadas por acciones físicas (retracción hidráulica), acciones químicas (corrosión del acero de refuerzo), acciones mecánicas (fisuras por flexión, Cortante, Adherencia y anclaje). Fallas en elementos no estructurales, provocadas por cargas excesivas, aplastamiento, pandeo. Fallas provocadas por asentamientos diferenciales (suelos arcillosos expansivos, capacidad admisible del terreno baja). Fallas por acciones sísmicas provocadas por fallas en la etapa de diseño, configuración estructural (esfuerzos causados por columnas cortas). Además de acuerdo a las inspecciones técnicas se determinó el estado actual de los siguientes elementos estructurales: Las columnas estudiadas en esta investigación del primer y segundo piso: presentan fisuras debido a la corrosión del acero de refuerzo columna (C6 – C8, 2° piso), y por asentamientos diferenciales (columnas pórtico Eje13), pero lo que más predomina en todas las columnas del edificio es el efecto de la columna corta. Las vigas primer piso y segundo piso estudiadas en esta investigación: presentan fisuras o grietas en las vigas principales y en las vigas secundarias, siendo las fallas más predominantes causadas por sobrecarga, por flexión, cortante, adherencia, anclaje y asentamientos. (V.P. pórtico 5 /1° nivel, V.P. pórtico 3 / 2° nivel, V.P. pórtico 2/1° nivel y V.P. pórtico 4 y 5/ 1° nivel). Los muros de albañilería estudiados en esta investigación: presentan un estado crítico en el segundo piso debido a asentamientos diferenciales, deformaciones excesivas de las vigas, y en el primer piso fisuras verticales provocadas por aplastamiento. (muro 1°piso: eje10-10/tramo A-B, muros 2°piso: eje1-1/tramo A-B, eje9-9/tramo B-B).

2.2.BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN.

2.2.1. Patología

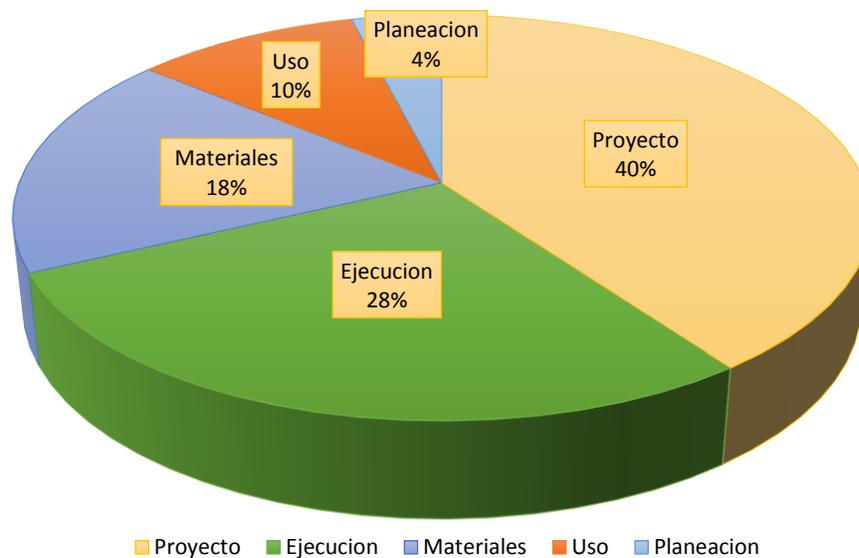
El término “Patología” proviene del griego “pathos” enfermedad, y “logos” estudio, puede ser definida como la parte de la Ingeniería que estudia los síntomas, los mecanismos, las causas y los orígenes de los defectos de las obras civiles, o sea, es el estudio de las partes que componen el diagnóstico del problema (Helene y Pereira, 2003).

▪ Distribución de fallas patológicas según las etapas de obras civiles

Se aprecia en la Figura 1. Un elevado porcentaje de las manifestaciones patológicas tienen origen en las etapas de proyecto y ejecución. Las fallas generadas son en general más graves que las fallas de calidad de los materiales o de uso del mismo. Es siempre preferible invertir más tiempo en el detallamiento del diseño de la estructura, que por falta de previsión y toma de decisiones apresuradas durante la ejecución se generen dichos problemas (Helene y Pereira 2003).

Figura 1: Origen de los problemas patológicos con relación a las etapas de producción y uso de las obras civiles.

DISTRIBUCIÓN DE LOS POSIBLES PROBLEMAS PATOLÓGICOS EN OBRAS CIVILES



Fuente: (Helene y Pereira 2003).

2.2.2. Patología del Concreto

Es definida como el estudio sistemático de los procesos y características de las enfermedades o los defectos y daños que puede sufrir el concreto, sus causas, sus consecuencias y sus remedios. Se explicara de manera gráfica la secuencia de los procesos de la patología del concreto en la figura 3 (Mostacero Jáuregui, 2016).

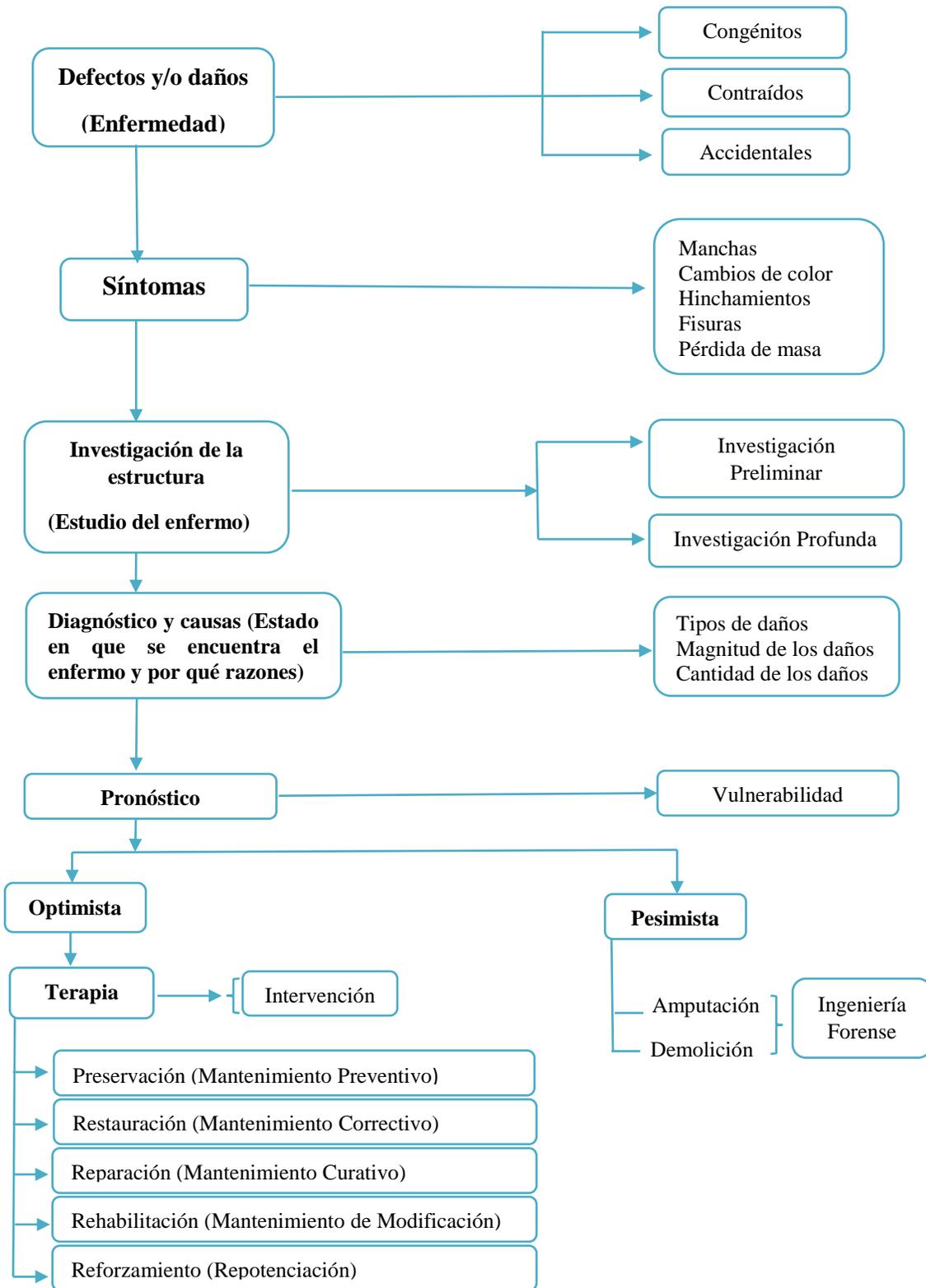
Del mismo modo que los seres vivos, el concreto puede sufrir enfermedades y lesiones (defectos o daños), que alteran su estructura interna y su comportamiento. Algunas de ellas pueden ser congénitas, es decir, que estuvieron presentes desde su concepción y/o construcción; otras pueden haberse contraído durante alguna etapa de su vida útil; y otras pueden ser ocasionadas por accidentes (Mostacero Jáuregui, 2016).

De acuerdo al modelo mostrado, las enfermedades se manifiestan mediante unos síntomas que están representados por fenómenos que se manifiestan de manera sobresaliente en el concreto, tales como: manchas, cambios de color, hinchamientos, fisuras, pérdidas de masa, u otros, ver figura 2.

Figura 2: Fisuras que presenta la estructura ubicadas en la pared (Se observa que existe una extensa franja).



Figura 3: Modelo secuencial de los procesos que sigue la Patología del Concreto.



Fuente: (Mostacero Jáuregui, 2016).

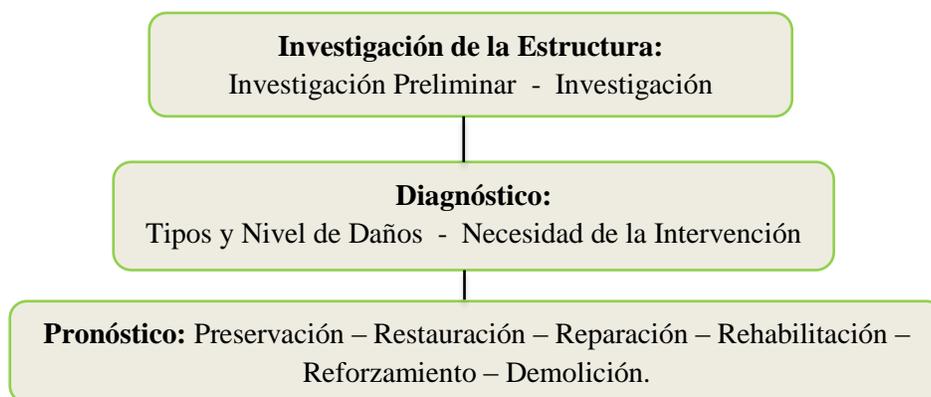
2.2.3. Patología Estructural

Definida como parte de la ingeniería dedicada al estudio sistemático y ordenado de los daños y fallas que se presentan en las edificaciones, analizando el origen, las causas, los síntomas y consecuencias de ellas, para que mediante la formulación de procesos, se generen posteriormente las medidas correctivas para lograr recuperar las condiciones de desempeño de la estructura; o sea, es la ciencia que permite un correcto diagnóstico de un problema patológico (Carreño y Serrano, 2005).

▪ ***Se plantea tres conceptos básicos para definir una patología estructural:***

- ✓ Identificar cual es el comportamiento defectuoso (Enfermedad).
- ✓ Efectuar una investigación acerca de las posibles causas del comportamiento irregular. (Diagnostico).
- ✓ Plantear acciones inmediatas (Tratamiento o Terapia.)

Figura 4: Modelo secuencial de los procesos que sigue la patología estructural.



Fuente: (Carreño y Serrano, 2005)

2.2.4. Principios Básicos para el Reconocimiento de una Patología Estructural

Para realizar algún tipo de investigación patológica de una estructura, se debe realizar un registro de todos los antecedentes ocurridos con anterioridad y conocer si existió algún evento que afecto la estructura, facilitando así a los investigadores tener una idea clara de las posibles causas que posteriormente se reflejen mediante patologías en las edificaciones.

Principios básicos para realizar el reconocimiento de una patología y facilitar el inicio de un estudio patológico (Cardona, 2011):

- **Información Histórica de la Estructura en Estudio:** Constituyen aspectos básicos de gran interés por conocer los antecedentes de una edificación más aun cuando presenta manifestaciones patológicas. Es necesario la recabación de información desde su concepción, lo cual permite la realización de un adecuado análisis y diagnóstico con la información obtenida facilitando dar solución al problema.
- **Proceso Constructivo:** Dependiendo de la forma en que estén dispuestos todos los elementos que componen el sistema estructural primario de las edificaciones, se logrará de una forma más acertada diagnosticar las causas y de igual forma dar las recomendaciones para el tipo de intervención que se le deba realizar a la estructura afectada.
- **Estado de los Materiales:** En la calidad y la forma de como sea su composición se podrá determinar por medio de modelación y cálculos matemáticos los parámetros mínimos de resistencia que tiene la estructura.
- **Sismos:** Los movimientos telúricos ocurridos durante la vida útil de la estructura.
- **Entorno:** Depende de la geografía, topografía, características ambientales donde se encuentra ubicada la estructura y de todo su entorno, el que permita que por diferentes causas (físicas, mecánicas o químicas) se puedan estar presentando los síntomas para una patología estructural.

➤ **Clasificación de las Patologías según su Origen:**

Las patologías se clasifican sus causas según su origen: (Florentín y Granada 2009).

- ✓ **Lesiones Químicas**, es el resultado de la exposición de los materiales a sustancias corrosivas que provienen del exterior o del interior.
- ✓ **Lesiones Físicas**, se dan comúnmente por la acción de los agentes climáticos como la lluvia, la lluvia ácida, el viento, el calor, los rayos ultra violetas, la nieve etc., resultando por ej.: la humedad, la suciedad, la erosión, la dilatación, la deformación, la

rigidización, la fragilidad, el resecamiento, la criptoflorescencia o aumento de volumen por absorción de humedad.

- ✓ **Lesiones Mecánicas**, pueden generarse por acción de tensiones no estabilizadas, por falta de coordinación de las obras civiles, como por ej.: grietas, fisuras, deformaciones, desprendimientos.
- ✓ **Lesiones Orgánicas**, se dan por ataques de insectos y parásitos;
- ✓ **Lesiones por Ruidos**, es la contaminación sonora relacionada a la contaminación ambiental, su efecto es la reverberación, pero más incidencia tiene sobre el ser humano afectando a su salud y ocasionándole: fatiga auditiva, sordera a partir de 90db.

2.2.5. Clases de Fallas y Patologías en las Estructuras de Concreto Armado

Clasificación de las fallas más comunes que ocurren en las estructuras de concreto, y las clases de patologías más frecuentes que se presentan en las edificaciones de concreto armado, se clasifican de acuerdo a las siguientes etapas:

2.2.5.1. Fallas por Concepción Estructural

La concepción de una estructura no solo debe basarse en su función, sino también en las condiciones ambientales y en la vida estimada de servicio. Para ello, es indispensable que los profesionales que intervienen en las fases de concepción y diseño del proyecto, sean consecuentes no solo en aplicar métodos de cálculo altamente desarrollados, sino también, en considerar los aspectos tecnológicos que aporta a la ingeniería de materiales (Carreño y Serrano, 2005).

➤ **Arquitectónica**

Criterios Arquitectónicos: Consiste en la importancia que se debe tener en el momento de iniciar cualquier obra de ingeniería civil sobre la interrelación entre la parte arquitectónica y la parte estructural tanto en el diseño como en la construcción. Ya que cualquier cambio o modificación que el arquitecto haga al proyecto, modifica a la vez el trabajo que esté haciendo el ingeniero estructural.

➤ **Ingeniería**

Sistema Estructural: La selección de un adecuado y propicio sistema estructural, dependiendo de las condiciones existentes y del funcionamiento que se le desea dar a la estructura; es una condición básica antes de iniciar el proceso de construcción, ya que el desarrollo del proyecto como tal, de este punto en adelante, cambia totalmente dependiendo del sistema que se escoja, trayendo cualquier error en este sentido, graves consecuencias tanto económicas como de tiempo.

2.2.5.2. Fallas durante la Etapa de Diseño

Es la etapa donde pueden iniciar una gran mayoría de posibles fallas según el proyecto a realizar, básicamente consisten en los aspectos de diseño donde no se prevén los efectos que se generan durante la construcción, debido a un ineficiente modelamiento de la estructura, deficiencias en las especificaciones técnicas en los planos con fines constructivos.

Las fallas por concepción y diseño de una estructura pueden darse por muchas razones, entre ellas: (Gómez y Palacios, 2011).

- ✓ Por ausencia de cálculos o por no valorar todas las cargas y condiciones de servicio
- ✓ Por falta de un diseño arquitectónico apropiado. El diseño estructural debe incluir los conceptos arquitectónicos y viceversa.
- ✓ Por falta de drenajes apropiados, el desagüe sobre el concreto hay que evitarlo; lo mismo que la presencia de agua estancada. Del mismo modo deben reducirse las salpicaduras y los ciclos de humedecimiento y secado.
- ✓ Por no proyectar juntas de contracción, de dilatación o de construcción. Hay que entender que el diseño y construcción de estructuras de concreto implica la presencia de fisuras y grietas, que deben ser controladas mediante la disposición del llamado “acero de contracción” o juntas.
- ✓ Por no calcular de manera apropiada todos los esfuerzos y confiarse en los programas tecnológicos.
- ✓ Por no dimensionar apropiadamente los elementos estructurales y no disponer apropiadamente el refuerzo.

- ✓ Por no especificar la resistencia y características apropiadas de los materiales que se emplean (concretos y aceros).
- ✓ Por no tolerar deformaciones excesivas en el cálculo.
- ✓ Por falta de detalles constructivos en los planos.
- ✓ Por falta de integración de las necesidades totales de la estructura (redes hidrosanitarias, ventilación, iluminación, necesidades de los clientes).
- ✓ Modificaciones en obra no acordadas con los diseñadores

Figura 5: Ejemplo de errores en el proceso constructivo



(Estructura donde se aprecia el incorrecto proceso constructivo, construcción de dos columnas sobre una viga).

2.2.5.3. Fallas durante la Etapa de Construcción

Existen muchos sistemas de construcción de estructuras de concreto reforzado y preesforzado, que en muchos casos demandan una metodología y unos cuidados específicos. Es decir, que debe haber una experiencia previa, unos cuidados y unas calificaciones de la mano de obra, un control de calidad y unas precauciones que permitan obtener la calidad especificada.

Sin embargo, las fallas más comunes por los aspectos constructivos se dan por las siguientes causas: (Gómez y Palacios, 2011).

- ✓ Por no respetar las tolerancias dimensionales permisibles en los elementos.
- ✓ Por no inspeccionar el encofrado antes del vaciado, para verificar su integridad y estabilidad.
- ✓ Por no colocar apropiadamente ni asegurar el acero de refuerzo, permitiendo el desplazamiento durante el vaciado.

- ✓ Por no respetar la separación de barras y el recubrimiento de acuerdo a la norma, mediante el uso de separadores adecuados.
- ✓ Por no inspeccionar el acero de refuerzo antes del vaciado, para verificar el cumplimiento de los planos y especificaciones.
- ✓ Por utilizar malos procedimientos de izaje y montaje de elementos prefabricados, con lo cual se inducen deformaciones no previstas, impactos, u otras condiciones que alteran sus propiedades.
- ✓ Por inadecuada interpretación de los planos.
- ✓ Por malas prácticas de manejo, colocación y compactación del concreto.
- ✓ Por inexistencia o falta de juntas apropiadas de contracción, dilatación o construcción.
- ✓ Por precargar la estructura antes de que el concreto tenga suficiente capacidad resistente.

Figura 6: Ejemplo de falla por proceso constructivo



(Estructura donde se aprecia la falta de recubrimiento y un inadecuado encofrado de columna).

➤ **Fallas por los Materiales**

Las fallas por materiales constituyen un factor importante a considerar debido a que depende de estos la consistencia y resistencia adecuada de una estructura. Las fallas más usuales por materiales, se pueden distinguir las siguientes (Gómez y Palacios, 2011):

- ✓ Por selección inapropiada y falta de control de calidad de los ingredientes de la mezcla
- ✓ Por no diseñar o dosificar adecuadamente la mezcla.
- ✓ Por no respetar las tolerancias permisibles en el asentamiento de la mezcla.

- ✓ Por utilizar agregados de tamaño equivocado.
- ✓ Por adicionar agua sin control a la mezcla.
- ✓ Por no disponer de un factor de seguridad apropiado en el diseño de la mezcla.
- ✓ Por utilizar poco cemento (mezclas pobres o porosas), o por emplear exceso de cemento (mezclas ricas con alta contracción y fisuración).
- ✓ Por usar mezclas pastosas (con exceso de mortero) o piedrudas (con exceso de agregado grueso). Este tipo de mezclas tiene alta tendencia a la segregación y a la exudación.

2.2.5.4. Fallas durante la Etapa de Operación (Uso y Mantenimiento)

El comportamiento y real desempeño de una estructura durante su vida útil, depende de los procesos de un correcto diseño, elección de materiales adecuados y de la calidad de la construcción. Además este período de vida útil puede verse disminuido significativamente por las condiciones en las que opere la infraestructura, ya sea por el cambio de uso, por acción de fenómenos naturales o accidentales y por una falta de mantenimiento (Avendaño Rodríguez, 2006).

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

- **Cambio de Uso de la Estructura:** Se incrementan los requerimientos de resistencia por el aumento en las cargas de servicio, las vibraciones, los impactos y los cambios de configuración estructural por remodelaciones sin control; además por otro lado se producen cambios en las condiciones ambientales o de exposición de los elementos. Los cambios que son provocados por la acción del propietario de la edificación, traen consigo deterioros irreversibles en la estructura, ya que imponen condiciones que no fueron tomadas en cuenta en el diseño.
- **Desastres Naturales o Accidentales:** Entre los desastres que provocan más daño a una obra civil se encuentran incendios, explosiones, choques o impactos, inundaciones, terremotos y huracanes.

- **Falta de Mantenimiento:** No se establece aun 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.

2.2.5.5. Patología del Concreto Armado

En nuestro país cada vez se construyen más obras civiles, lo cual en su mayoría son estructuras de concreto armado debido a su alta resistencia, durabilidad y su fácil trabajabilidad que permite desarrollar distintas formas de estructuras. Sin embargo la duración del mismo puede verse afectada por la presencia de fenómenos naturales (lluvias, sismos, inundaciones, huracanes) y ataques físicos, mecánicos, químicos o biológicos del medio ambiente (Mostacero Jáuregui, 2016).

2.2.5.5.1. Acciones Físicas

Las acciones físicas que experimenta el concreto, específicamente los cambios de humedad y temperatura (calor, frío, fuego), presentan como principal manifestación los cambios volumétricos que provocan fisuras o agrietamientos. Además estas fisuras afectan la masa, el peso unitario, la porosidad, la permeabilidad y por consiguiente la resistencia del elemento estructural (Avendaño Rodríguez, 2006).

A. Fisuras en el Concreto

Las fisuras se constituyen como una patología que afecta a las estructuras, lo cual al realizar las investigaciones permitirán identificar si su origen es estructural o no, además se localizará las áreas afectadas, ubicación, geometría y la evolución de la misma. Constituye uno de los peligros que puede presentar, además de su aspecto antiestético y la sensación de poca seguridad que genera, lo cual facilita una puerta abierta para la corrosión de las armaduras.

➤ **Clasificación de las Fisuras:**

Rangos de los anchos de fisuras de acuerdo con el ACI son los siguientes:

Tabla 2: Clasificación de Fisuras.

TIPO	MEDIDA
Fina	Menos de 1 mm
Media	Entre 1 y 2 mm
Ancha	más de 2 mm

Fuente: (Muñoz Muñoz, Noviembre 22 - 23 de 2001)

➤ **Fisuras según su Comportamiento:**

Se considera la siguiente clasificación: (Pérez Valcárcel, 2000).

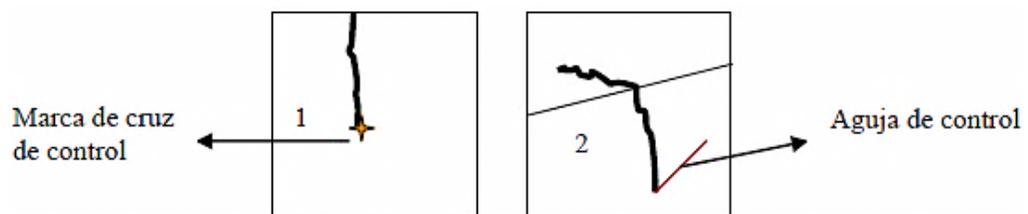
Fisuras Vivas: son fisuras activas que continúan en movimiento, abriéndose o cerrándose.

Fisuras Muertas: Una vez que han llegado a su máxima amplitud, se encuentran estabilizadas en su estado final.

Se considera los siguientes pasos para determinar si una fisura está estabilizada: (Mostacero Jáuregui, 2016).

- 1) El primero consiste en marcar con una cruz el extremo de la fisura, para poder comprobar más tarde si esta ha progresado.
- 2) El segundo consiste en encajar la punta de una aguja en la abertura o fisura, que caerá si esta se ensancha.

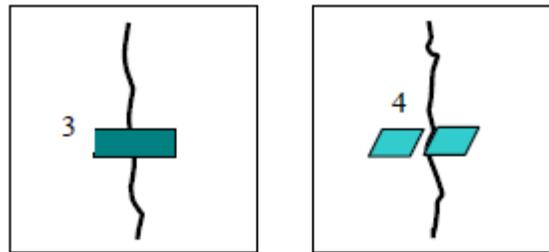
Figura 7: Formas de registrar si progresa o no una fisura



Fuente: (Pérez Valcárcel, 2000).

- 3) El tercero consiste en colocar un testigo entre los labios de la fisura, utilizando un papel, es posible conocer no solo los aumentos, sino también las disminuciones de anchura, también es preferible y eficaz utilizar los testigos de yeso muy finos, no más de 2 a 3 mm de espesor, que actúan perfectamente partiéndose, a movimiento de la fisura.

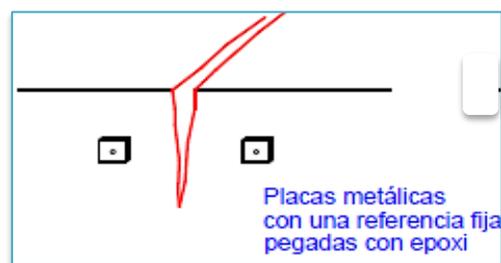
Figura 8: Formas de registrar si progresa o no una fisura en una estructura



Fuente: (Pérez Valcárcel, 2000).

- 4) El cuarto procedimiento es más riguroso consiste en colocar dos referencias fijas a ambos lados de la grieta, midiendo su distancia con precisión. Como referencia suelen utilizarse 2 plaquitas de metal con rehundido central semiesférico, donde encajan las patas de un elongometro que aprecia centésimas de milímetro, las plaquitas se pegan con resina epoxi, este procedimiento es obligado en casos de que resulta necesario un seguimiento de la evolución de ancho de fisura.

Figura 9: Formas de registrar si progresa o no una fisura en un área registrada.



Fuente: (Pérez Valcárcel, 2000).

➤ **Causas:**

Se consideran dos causas principales, lo cual dan lugar a problemas patológicos: (Carreño y Serrano 2005).

➤ ***Por problemas del concreto:***

- Curado deficiente.
- Relación a/c altas.
- Bajo recubrimiento.
- Retracción.
- Variaciones térmicas.
- Ataques químicos.

➤ ***Por problemas del proyecto o ejecución del concreto:***

- Solicitaciones excesivas.
- Errores del proyecto.
- Errores de ejecución.
- Asientos, etc.

B. Cambios Volumétricos en Estado Plástico

Son por lo general el resultado de un asentamiento diferencial dentro de la masa de concreto, o de la contracción de la superficie causada por la pérdida de agua, los cuales generan fisuras o agrietamientos. Además son fenómenos que ocasionan fisuras y se manifiestan en la pasta del mismo, debido también a la dilatación y contracción que experimentan los materiales (Sánchez de Guzmán, 1996).

➤ **Fisuras en Estado Plástico**

Se producen en los momentos de la puesta en obra del concreto, mientras todavía está en estado plástico lo cual los materiales experimentan asentamiento plástico y contracción plástica. Además se da el fenómeno de exudación del concreto en estado plástico debido a la sedimentación y acomodo de las partículas sólidas, facilitando la aparición y formación de fisuras (Pérez Valcárcel, 2000).

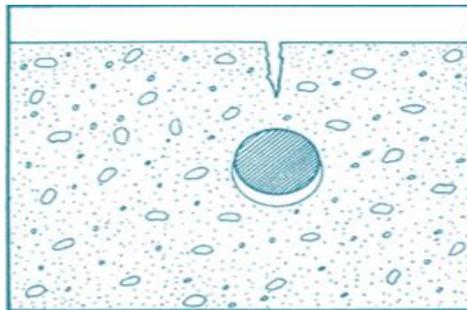
B.1. Asentamiento Plástico:

El asentamiento plástico en el concreto se genera por el fenómeno de exudación. Una vez que el concreto fresco ha sido colocado en la obra, los sólidos de la mezcla tienden a consolidarse (asentarse) por efecto de la gravedad, desplazando los elementos menos densos como el agua y el aire atrapado; el agua aparece en la superficie como agua de exudación y el asentamiento continúa hasta que el concreto se endurece (Sánchez de Guzmán, 1996).

➤ Causas Principales:

Cuando hay obstáculos tales como partículas de agregados grandes, acero de refuerzo (se generan vacíos bajo las barras de refuerzo), estos pueden obstruir el libre acomodamiento de la mezcla, provocando asentamientos diferenciales y la formación de grietas en el concreto plástico, como se puede observar en la Figura 10 (Sánchez de Guzmán, 1996).

Figura 10: Grieta causada por asentamiento plástico
(Vacíos generados por la obstrucción del acero)



Fuente: (Sánchez de Guzmán, 1996)

✓ Síntomas:

- Estas se producen en las primeras horas del vaciado
- El concreto en estado fresco adquiere la tendencia a seguir consolidándose, donde la presencia del acero dificulta o restringe dando lugar a la generación de fisuras.
- La presencia de restricciones tanto de los agregados, encofrados, acero de refuerzo da lugar al asentamiento plástico que posteriormente aparecen grietas en dirección de los mismos.

- ✓ **Prevención:** Se tomaran las siguientes acciones para evitar o reducir la posibilidad de agrietamiento por asentamiento plástico (Cárcamo Reyes, 2003).
 - Realizar la revibración de manera correcta, lo cual puede usarse para cerrar grietas producidas por el asentamiento.
 - Asegurar que el concreto no se adhiera a los encofrados, estos deben mantener una textura lisa, estar limpios y cubiertos con una película que evite la adherencia entre ellos (utilizando aceite o grasa).
 - Humedecer los encofrados antes de realizar un vaciado para evitar que la madera absorba el agua generando asentamientos o fraguados diferenciales.
 - Utilizar la menor cantidad de agua para evitar la exudación en el concreto y su posterior fisuración.

Figura 11: Fisura transversal y longitudinal en columna y losa superior.



(Se observa en la columna que las fisuras están a la altura de los estribos).

B.2. Contracción Plástica:

Las grietas por contracción plástica son grietas que aparecen en ocasiones, en la superficie del concreto fresco, poco después de haber sido colocado y cercano al tiempo en que se realiza el acabado. Estas grietas se desarrollan por pérdida de agua por evaporación de la superficie del concreto y generalmente se asocian con los colados en climas cálidos. Lo anterior también se origina por una rápida contracción por secado y el desarrollo de esfuerzos de tensión en la capa superficial, que está restringida por el concreto interior no contraído (Cárcamo Reyes, 2003).

- **Causas Principales:** Se origina por el cambio de volumen que experimenta el concreto en estado fresco y además por la presencia de los siguientes factores: (Cárcamo Reyes, 2003).
 - Presencia de climas cálidos.
 - Humedad relativa baja.
 - Resecamiento por acción de los vientos.
 - Temperaturas elevadas del concreto insitu.

- ✓ **Síntomas:** Se indican los siguientes síntomas según:
 - La longitud de las grietas pueden variar desde unos cuantos centímetros hasta un metro aproximadamente.
 - Las grietas se pueden manifestar de manera paralela entre sí, se encuentran espaciadas siguiendo un patrón irregular desde 2 cm hasta 60 mm.
 - Las fisuras o grietas generadas por contracción plástica, generalmente son poco profundas desde (2 a 8 cm) pero pueden alcanzar todo el espesor del elemento, principalmente en losas.

- ✓ **Prevención:**
 - Humedecer los agregados a utilizar para la fabricación del concreto evitando así que no estén secos y sean absorbentes.
 - Mantener baja la temperatura del concreto fresco por medio del enfriamiento de los agregados y del agua de mezclado.
 - Proteger el concreto de la evaporación del agua por medio de cubiertas provisionales, como los forros de polietileno, durante cualquier retraso apreciable entre la colocación y el acabado.
 - Reducir el periodo entre la colocación y el inicio del curado eliminando los retrasos durante la construcción.
 - Proteger el concreto inmediatamente después del acabado final para minimizar la evaporación, (Uso de atomizadores de humedad y reductores de evaporación).

B.3. Fisuras por Retracción Plástica (o Fisuras de Afogado)

Son fisuras que se generan por la desecación superficial del concreto en estado plástico. La rápida evaporación de la humedad superficial supera a la velocidad ascendente del agua de exudación, causando que la superficie del concreto se contraiga más que el interior. Mientras el concreto interior restringe la contracción del concreto superficial, se desarrollan tensiones de tracción que exceden la resistencia del concreto y consecuentemente se desarrollan fisuras en la superficie (Mostacero Jáuregui, 2016).

➤ **Causas Principales:**

- En ocasiones no se considera un adecuado diseño de mezclas.
- Falta de curado, exceso de cemento en la mezcla.
- Condiciones atmosféricas (viento, temperaturas).

➤ **Síntomas:**

- Se manifiesta en forma de “mapeado” o de cuadrícula, obviamente no son cuadros perfectos, pero cuya disposición es regular.
- Suelen ser superficiales con aberturas que oscilan entre 2 y 3 mm y van decreciendo conforme van profundizando en la pieza.
- Son muy frecuentes en las losas de concreto y pueden mostrarse de las siguientes maneras:
 - Siguiendo líneas paralelas diagonales, aproximadamente a 45° con las esquinas, con distancias entre ellas comprendida entre los 20 centímetros y los 2 metros.
 - Presentándose a modo de crestas onduladas, o siguiendo un patrón indeterminado formando generalmente una especie de malla.

➤ **Prevención:**

- Evitar hacer mezclas con un concentramiento muy alto en cemento.
- Realizar un adecuado curado de los elementos ya realizados.
- Elaborar un óptimo diseño de mezcla para evitar posteriores inconvenientes en el proceso constructivo.
- Hacer una buena ejecución de obra y evitar daños en las estructuras.

C. Cambios Volumétricos en Estado Endurecido

Durante el estado endurecido, los cambios de volumen están definidos solamente por incrementos o decrementos causados por dilataciones y contracciones debidas a ciclos de temperatura y humedad. Dentro de ellos se encuentran: la contracción por secado, las contracciones - dilataciones por temperatura, la contracción por carbonatación y la reacción expansiva álcali-agregado. Estos cambios generalmente se producen por que el concreto no ha alcanzado su resistencia máxima la cual es susceptible de agrietarse (Sánchez de Guzmán, 1996).

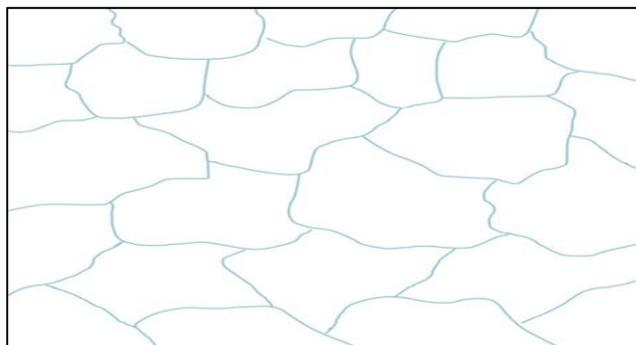
C.1. Fisuras por Cambio de Humedad

Son fisuras que se originan por presencia de humedad externa o del ambiente, tienen incidencia en la pasta de cemento más no en los agregados. Se hace referencia de algunos daños más importantes causados por cambios de humedad en estructuras en estado endurecido del concreto, tales como:

1. Fisuración en Mapa

Las fisuras se caracterizan por ser de ancho pequeño a medio (0.05 a 0.2 mm) poca profundidad y distribución errática. Aparecen durante la primera semana de edad del concreto. Se deben normalmente a un contenido excesivo de cemento, un curado deficiente, encofrados excesivamente impermeables o a un exceso de llaneado (acabado) en la superficie. En muchas ocasiones se originan por la mala costumbre de los constructores de espolvorear cemento en la superficie. La reacción álcalis – agregado también puede ser responsable de este tipo de agrietamiento (Ottazzi Pasino, 2004).

Figura 12: Fisuración en “mapa” (se pueden originar en muros o losas).



➤ **Causas Principales:**

- El uso excesivo de cemento sobre la superficie húmeda con la finalidad de disminuir la cantidad de agua del concreto.
- Deficiente acabado de la superficie del concreto fresco.
- Encofrado y curado deficiente.

2. Retracción Hidráulica (Contracción por Secado)

Se origina como consecuencia de la reducción de volumen que genera la retracción hidráulica, producto de la pérdida física y química del agua durante la fase final de su proceso de endurecimiento.

Estas fisuras pueden aparecer a partir de las 2 o 3 semanas desde el vertido del concreto, además el riesgo de su aparición persiste en condiciones normales hasta 1 año, retardándose a veces hasta los 2 y 3 años, en función de las condiciones de sequedad atmosférica (Broto, 2009).

Factores que inciden sobre la posibilidad de formación de fisuras por retracción hidráulica: (Broto, 2009).

- La pérdida de agua por evaporación.
- El recurso del curado deficiente.
- Cuanto mayor sea la relación agua/cemento.
- A mayor superficie exterior de la pieza con relación al volumen.

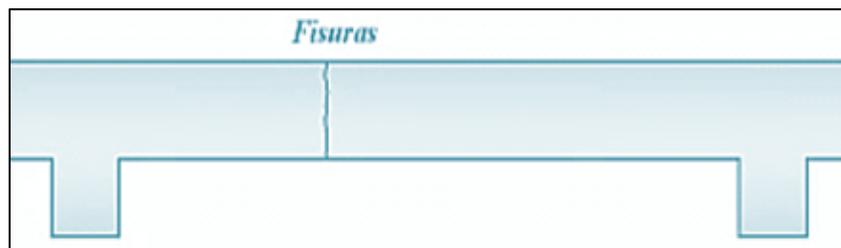
➤ **Soluciones para las fisuras de retracción hidráulica:** (Pérez Valcárcel, 2000).

- Juntas de retracción en especial en elementos de gran superficie, como muros o pavimentos.
- Armaduras de piel en elementos lineales.
- Para la reparación de una estructura dañada puede recurrirse a técnicas de cicatrización u ocratizado de las fisuras si son delgadas o bien a la inyección con resina epoxi si son gruesas.

a) Fisuración Transversal en Losas

Suelen aparecer cuando están asociadas a vigas que actúan como líneas de coacción (ejerce presión), tal como indica la Figura 13. Con frecuencia se presentan uniformemente repartidas a lo largo de la pieza. No se trata de lesiones graves desde el punto de vista de la seguridad, pero las fisuras pueden afectar la estabilidad y durabilidad de los elementos estructurales (Stuardo Pérez, 2008).

Figura 13: Fisuración transversal en losas
(Debido a la retracción hidráulica del hormigón).

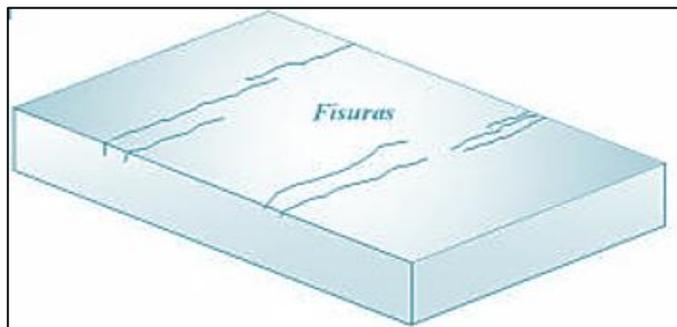


Fuente: (Stuardo Pérez, 2008).

b) Fisuración Longitudinal siguiendo la Dirección de las Viguetas

Esta fisuración suele aparecer en las zonas de menor espesor de hormigón como es la capa de compresión, produciendo una o varias fisuras de escasa profundidad, pero que, en ocasiones, pueden llegar a atravesarla. Además este tipo de lesiones son de carácter leve que ocasionalmente puede afectar en la durabilidad del elemento estructural. Se muestra en la Figura 14 (Stuardo Pérez, 2008).

Figura 14: Fisuración longitudinal siguiendo la dirección de las viguetas
(Debido a la retracción hidráulica del hormigón).



Fuente: (Stuardo Pérez, 2008).

✓ **Causas Principales:**

- Alto concentrado de arena fina en la mezcla de concreto.
- Deficiencias en el curado de la superficie.
- Cuantías mínimas insuficientes.

✓ **Prevención:** Se consideran como medidas de control lo siguiente (Mostacero Jáuregui, 2016).

- Utilizar aditivos que controlen la contracción.
- Curar óptima y adecuadamente la estructura.
- Diseñar juntas de retracción en especial en elementos de gran extensión, como losas, muros o pavimentos.
- Para realizar la reparación de una estructura dañada puede recurrirse a técnicas de cicatrización de las fisuras si son delgadas o bien a la inyección con resina epoxi si son gruesas.

C.2. Fisuras por Cambio de Temperatura

Las fisuras generadas por los cambios de temperaturas, principalmente afectan a la pasta de cemento como a los agregados.

1. Contracción Térmica Inicial

Suelen aparecer entre el primer y el quinto día después del vertido de concreto, cuando el concreto ha finalizado ya su fraguado. Se producen como consecuencia del calor generado en el núcleo del concreto por las reacciones de hidratación del cemento. Además la expansión que genera dicho calor produce tensiones en las zonas a temperaturas más frías del mismo elemento, por estar en contacto con el ambiente. Las fisuras por contracción térmica inicial abundan especialmente en los muros de contención, en las losas y en general, en aquellos elementos de espesor considerable, en especial cuando la disipación de calor del núcleo se haya impedido por alguna de sus superficies (Broto, 2009).

○ **Prevención:**

- Para lograr reducir el impacto tanto de la temperatura y de los vientos, se debe proteger con cubiertas que reduzcan el impacto de forma directa.
- Disminuir la concentración elevada de pasta de cemento para reducir el agua.
- Utilizar la proporción menor de agua en la mezcla del concreto.
- Curado eficiente del concreto y utilizar agregados adecuados.

1. 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* (el concreto se dilata o expande debido a la presencia de temperaturas elevadas y se contrae cuando la temperatura disminuye significativamente). Estas variaciones térmicas 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 lesiones y fisuración (Stuardo Pérez, 2008).

a) Fisuración en Losas de Cubierta

Las losas de cubierta son los elementos más sensibles a las variaciones térmicas del ambiente, lo cual deben ser objeto de atención especial en una determinada inspección. Los movimientos térmicos de dilatación producen fisuraciones en los tramos centrales de la losa, y a veces puede provocar el colapso de alguna viga. Estas lesiones serán más importantes si el aislamiento térmico es deficiente o inexistente.

Además este tipo de lesiones se consideran graves si afectan a la estabilidad o comprometen la durabilidad de algún elemento estructural (Stuardo Pérez, 2008).

b) Fisuración en la Unión de la Losa de Cubierta con la Fachada

Los movimientos de la losa también pueden producir fisuras horizontales en la unión con el cerramiento de fachada, justo en las esquinas del mismo. Esta lesión está generada por la imposibilidad de la fachada de absorber los movimientos de dilatación provocados por las variaciones térmicas. Este tipo de lesión es considerada de carácter leve (Stuardo Pérez, 2008).

2.2.5.5.2. Acciones Mecánicas

Las acciones mecánicas se deben principalmente a las sobrecargas y deformaciones, impactos o vibraciones y los daños por abrasión; que no fueron contemplados en su diseño. Algunos de estas solicitaciones imprevistas, inician su origen debido a la calidad deficiente que se prepara el concreto dando origen a la baja resistencia que ofrece el concreto a los esfuerzos de tracción y flexión, además influye el uso que se da a la estructura (cambio de uso), un accidente o desastre natural (Avendaño Rodríguez, 2006).

A. Sobrecargas

Al superar la capacidad resistente del concreto como elemento estructural, debido a las acciones de sobrecargas provocadas por eventos imprevistos en el diseño (sismos, vientos, inundaciones, deslizamientos, explosiones), se generan deficiencias estructurales que se manifiesta por fisuras y deflexiones excesivas (Avendaño Rodríguez, 2006).

✓ Fisuras y/o Grietas Estructurales

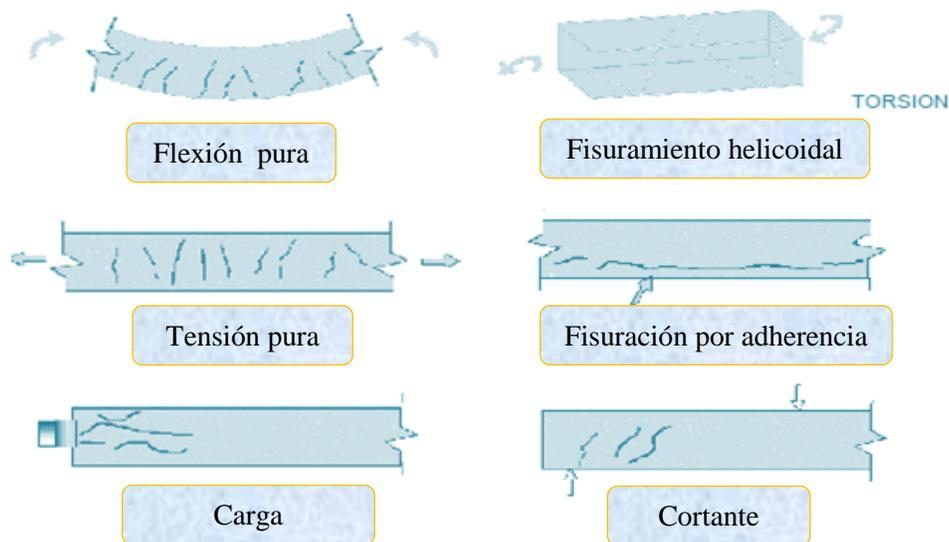
Cuando el ancho de las fisuras producidas por la aplicación de cargas directas es mayor a 0.5 mm adquiere la denominación de grieta, y se originan por errores de cálculo, inadecuado dimensionamiento de las secciones de los elementos estructurales, escasez de armadura, inadecuada especificación de resistencia de materiales. También se puede decir que cuando la fisura atraviesa de lado a lado el espesor de una pieza, se convierte en grieta. Entre los planos de falla clasificados como grietas estructurales, que se originan como una rotura frágil (aquella que carece de armadura), o como una rotura

dúctil (con la presencia de acero de refuerzo), y que son inducidas por precargas, cargas de servicio o sobrecargas (Mostacero Jáuregui, 2016).

✓ **Características de Fisuras debido a Cargas según:** (Carreño y Serrano, 2005)

- Orientación muy bien definida.
- Patrones de fisuras específicos.
- Relación entre tipo de fisura y fuerza interna (tensión, flexión, cortante).
- El ancho de la fisura define su importancia (mecánico y durabilidad).

Figura 15: Efectos dependientes de las cargas en elementos estructurales



Fuente: (Carreño y Serrano, 2005).

➤ **Tipos de Fisuras más Comunes en Elementos de Concreto Armado**

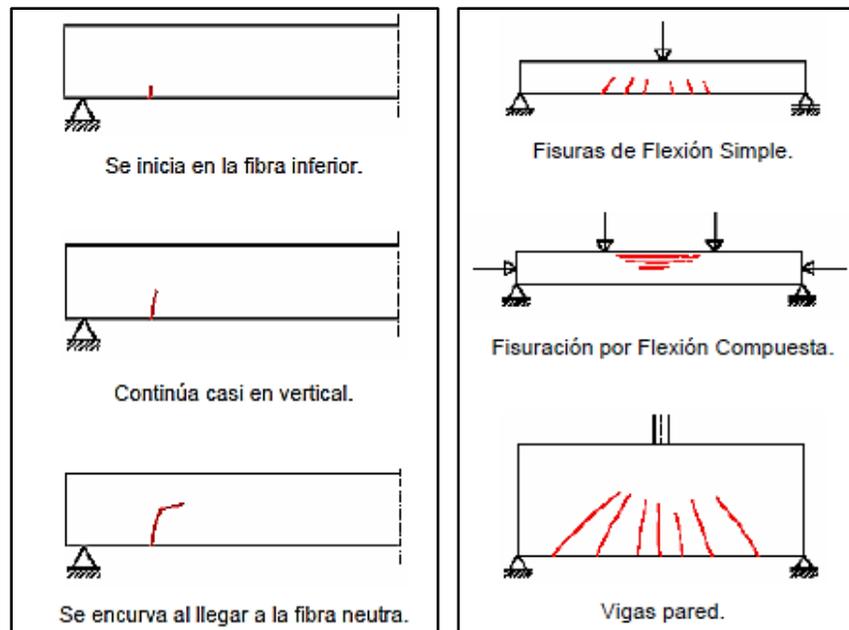
✓ **Fisuras por Flexión**

Fisuras que pueden tener su origen en un exceso de tracción (fisuras perpendiculares a las armaduras), generándose por el exceso de cargas hacia dichos elementos lo cual es necesario apuntalar o reforzar tales elementos, para realizar las reparaciones correspondientes y evitar el progreso continuo de las fisuras y no afecte los elementos estructurales, se tienen las siguientes características según (Carreño y Serrano, 2005).

○ **Características:**

- Progresan aproximadamente en forma vertical y perpendicular al elemento de refuerzo.
- No afectan a toda la altura de la pieza, sino que las fisuras se curvean al instante de llegar a la fibra neutra.
- Tienden a aparecer varias y bastantes juntas y evolucionan lentamente.
- Son fisuras que aparecen bajo el sometimiento de cargas y desaparecen al instante de retirar las cargas que las generan.

Figura 16: Evolución de una fisura de momento flector y por flexión.



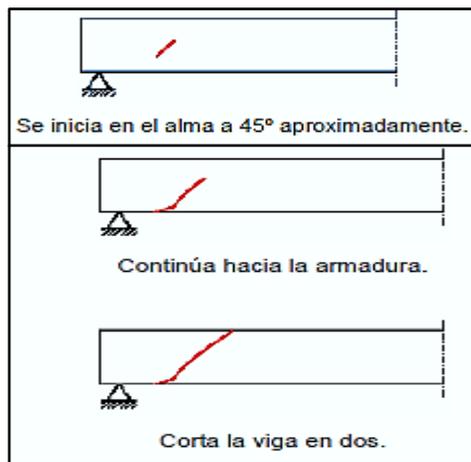
Fuente: (Carreño y Serrano, 2005).

✓ **Fisuras por Cortante**

Son fisuras que aparecen de manera inclinada cerca de los apoyos o en puntos de aplicación de cargas concentradas, además las fisuras adoptan ángulos aproximadamente de 45° lo cual se ubican en lugares de máximo cortante y mínimo momento, por lo tanto las reparaciones deben hacerse con mucho cuidado identificando la profundidad de la fisura y raspando la parte afectada para colocar algún tipo de refuerzo y pueda adherirse ambas partes de la estructura (Mostacero Jáuregui, 2016).

- **Características:** Según (Carreño y Serrano, 2005).
 - Progresan hacia la armadura y luego hacia la carga.
 - Dividen la pieza en dos, provocando el colapso.
 - Evolucionan muy rápidamente y son muy peligrosas.
 - Aparecen pocas y muchas veces una sola.
 - Es importante evacuar inmediatamente el edificio, apuntalar y reforzar.

Figura 17: Evolución de una fisura de esfuerzo cortante



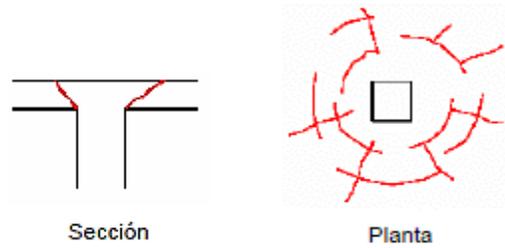
Fuente: (Carreño y Serrano, 2005).

✓ **Fisuras por Punzonamiento**

Se generan de manera que un área pequeña soporta esfuerzos altos originados por cargas extensas generando así la fractura en una superficie específica.

- **Características:** (Carreño y Serrano, 2005).
 - Se presenta en ábacos de forjados reticulares.
 - Se producen en uniones de vigas planas con columnas.
 - Se caracterizan por ser fisuras de características similares y por ello son sumamente peligrosas.

Figura 18: Formas como se generan los punzonamientos.



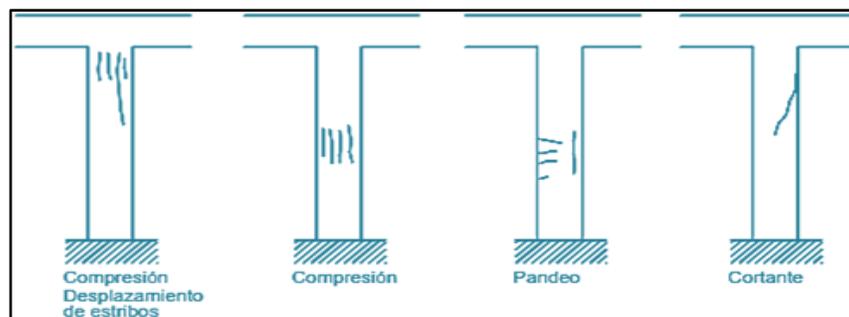
Fuente: (Carreño y Serrano, 2005).

✓ Fisuras por Compresión

Se desarrollan principalmente en elementos como columnas debido a que están dispuestas a soportar cargas verticales, además se producen fisuras paralelas a la dirección de las cargas.

- **Características:** Según (Pérez Valcárcel, 2000).
 - Se producen principalmente en columnas.
 - Son especialmente peligrosas por su evolución, generalmente rápida y por la importancia de dichos elementos estructurales.
 - Muchas veces es bastante difícil identificarlas.

Figura 19: Ejemplo de fisuras por compresión.



Fuente: (Pérez Valcárcel, 2000).

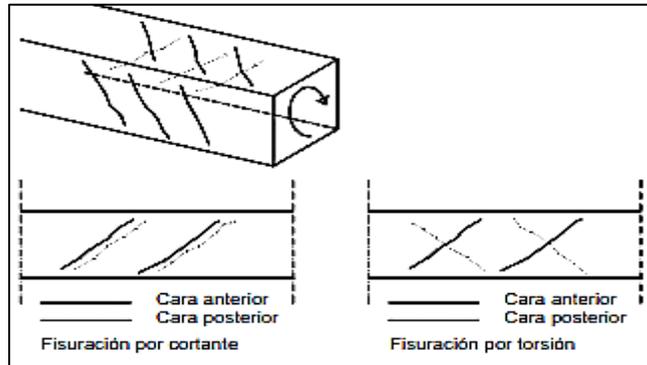
✓ Fisuras de Torsión

Tienen un aspecto similar a las de esfuerzo cortante y por tanto pueden ser confundidas con ellas. El principal criterio para distinguir las es que en el caso del cortante las fisuras están inclinadas en el mismo sentido en las dos caras opuestas en tanto que las

de torsión están inclinadas en sentidos contrarios, como se indica en la figura (Pérez Valcárcel, 2000).

- Torsión principal \Rightarrow Muy peligrosas.
- Torsión secundaria \Rightarrow Reajuste de deformaciones (poco importantes).

Figura 20: Ejemplos de fisuras por torsión.

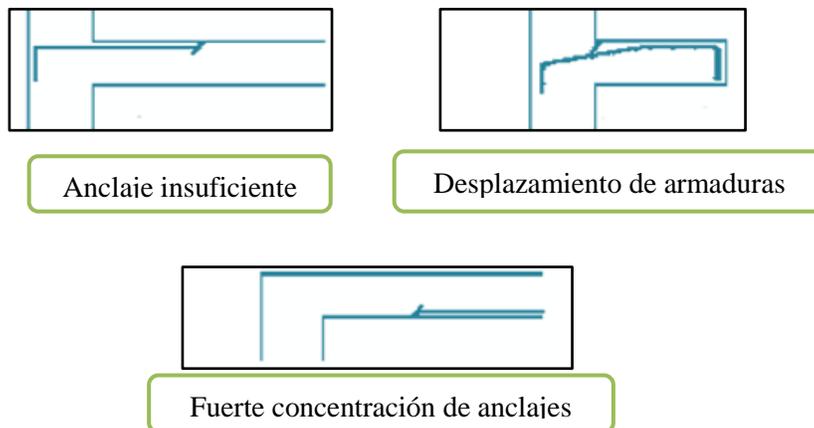


Fuente: (Pérez Valcárcel, 2000).

✓ Fisuras por mala Disposición de la Armadura

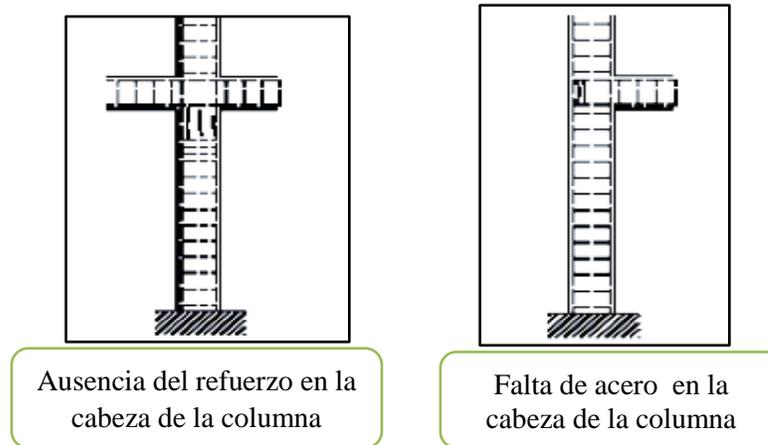
Las inadecuadas disposiciones de la armadura pueden dar lugar a patologías sumamente graves. En el proceso constructivo muchas veces ocurre el desplazamiento accidental de la armadura en obra, en múltiples ocasiones ocurre que un simple pisoteo provoca la reducción del canto útil y por consiguiente la drástica reducción de la capacidad resistente de la pieza (Carreño y Serrano, 2005).

Figura 21: Ejemplos de fisuras por incorrecto disposición de la armadura.



Fuente: (Carreño y Serrano, 2005).

Figura 22: Ejemplos de fisuras por inadecuada disposición de la armadura.

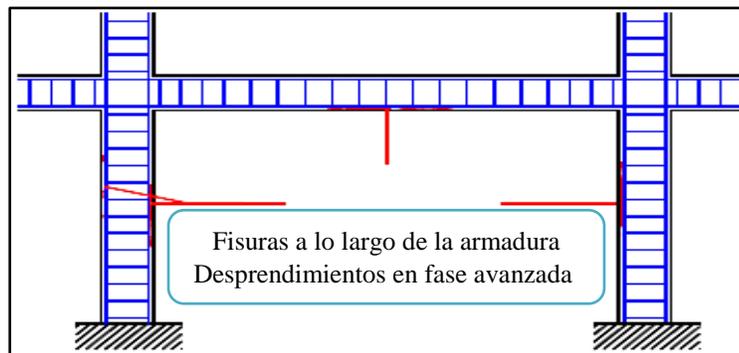


Fuente: (Carreño y Serrano 2005).

➤ **Fisuras por Corrosión de las Armaduras**

Los cambios que experimenta el acero al corroerse son mediante el aumento de volumen en una proporción aproximadamente de 10 veces, por lo tanto esta actúa como una cuña interna que hace deteriorar al recubrimiento del concreto. Además este efecto aparecerá a lo largo de las armaduras y se manifiestan tales fisuras manchadas de óxido, lo cual esta patología es más sencilla de identificar (Pérez Valcárcel, 2000).

Figura 23: Ejemplos de fisuras por corrosión de armaduras.



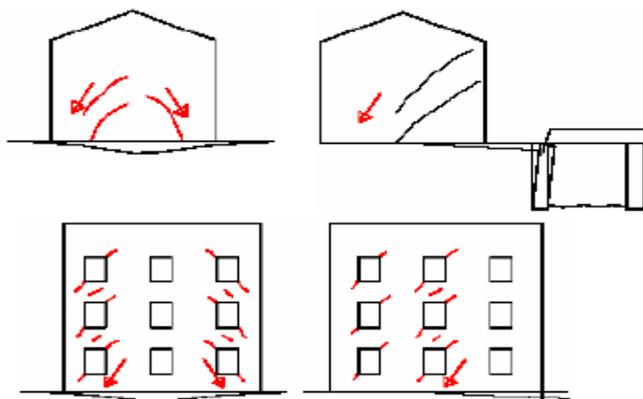
Fuente: (Pérez Valcárcel, 2000).

➤ **Fisuras por Asientos Excesivos**

La fisuración producida por asientos es una parte primordial de las patologías que se presentan frecuentemente en nuestro medio y en general suponen problemas difíciles y costosos de resolver. Esto y la propia incertidumbre de trabajar con un material como

es el terreno, cuyas propiedades no son bien conocidas, hace que este tema sea de especial dificultad en el ámbito de la construcción (Carreño y Serrano, 2005).

Figura 24: Ejemplos de fisuras por asientos excesivos.



Fuente: (Carreño y Serrano, 2005).

2.2.5.5.3. Acciones Químicas

Las acciones químicas sobre el concreto, están muy relacionadas con las condiciones climáticas y también de acuerdo a las exposiciones que se encuentran las estructuras.

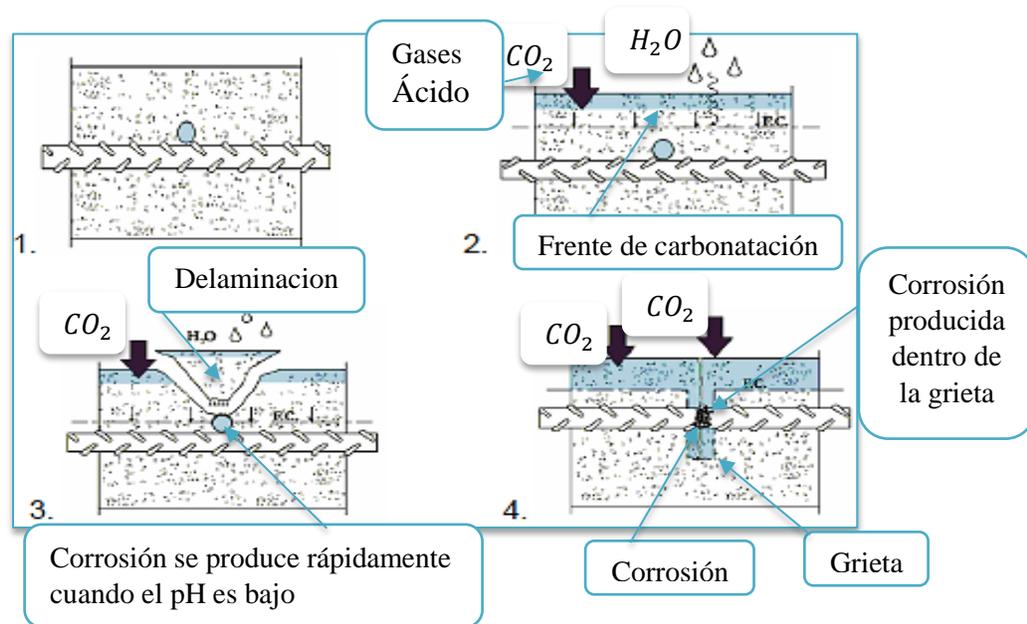
Los principales efectos generados por los agentes químicos en contacto con el concreto endurecido, se relaciona con la desintegración de la pasta de cemento provocado por acción de los gases y del agua (humedad constante) resultando finalmente en productos solubles e insolubles expansivos, siendo muy vulnerables a las patologías (Avendaño Rodríguez, 2006).

A. Carbonatación

Es el proceso por el cual la alcalinidad del concreto se ve afectada por los efectos de las reacciones causadas por atmosferas contaminadas con anhídrido carbónico. Lo cual se trata de un caso especial de ataque ácido (Broto, 2009).

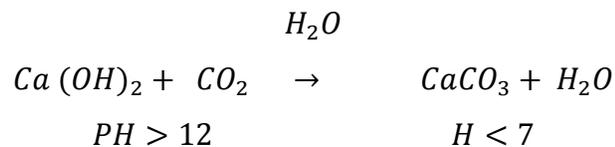
El concreto posee un ambiente altamente alcalino (rango de pH de 12 a 13), lo cual protege al acero de refuerzo ahogado contra la corrosión, cuando la carbonatación progresa hacia la profundidad del refuerzo, la capa de óxido protectora y pasivadora deja de ser estable. A este nivel de pH (por debajo de 9.5), es posible que empiece la corrosión, resultando finalmente en el agrietamiento y astillamiento del concreto (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 2000).

Figura 25: Esquema del deterioro causado por la carbonatación.



Fuente: (Carreño y Serrano, 2005).

Forma de cómo actúa la reacción con la presencia del agua, generando así los efectos negativos mediante la disminución del pH del concreto.

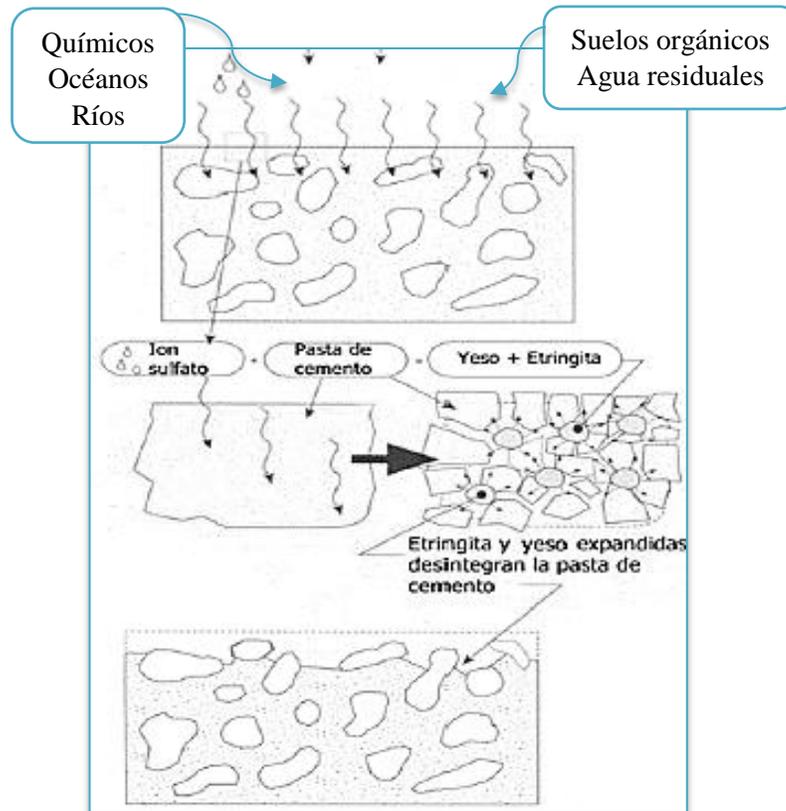


B. Ataque de Sulfatos

Los sulfatos de sodio, potasio, calcio y magnesio son muy frecuentes en la naturaleza, son solubles y muy perjudiciales para el concreto. Estos pueden provenir de los propios agregados, de los suelos con yesos o disueltos en las aguas freáticas (se acumula en el subsuelo). Los mecanismos que intervienen en el ataque del concreto por sulfatos, se origina por dos reacciones químicas (Mostacero Jáuregui, 2016).

- 1). La combinación de los sulfatos con el hidróxido de calcio de la pasta (cal libre), genera sulfato de calcio soluble (yeso).
- 2). El yeso se combina con el aluminato tricálcico hidratado del cemento (C_3A), para formar sulfoaluminato del calcio (etringita), siendo una sal expansiva.

Figura 26: Esquema de deterioro del concreto causado por el ataque de sulfatos.



Fuente: (Avendaño Rodríguez, 2006).

RECOMENDACIONES: De acuerdo a la Norma Peruana E-060 (2009), los requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos son las siguientes:

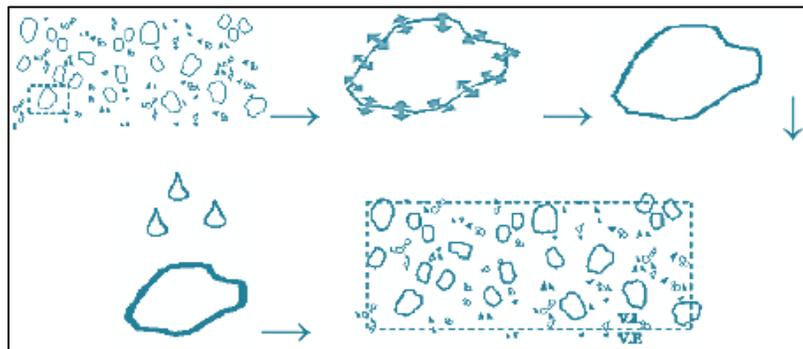
- Para concretos con exposición insignificante a sulfatos, no tiene requisitos de tipo de cemento y relación agua-cementante.
- Para concretos con exposición moderada a sulfatos, se requiere el empleo de cementos Tipo II, IP (MS), IS (MS) y una relación agua-cementante máxima de 0.50.
- Para concretos con exposición severa a sulfatos, se requiere el empleo de cementos Tipo V y una relación agua-cementante máxima de 0.45.
- Para concretos con exposición muy severa a sulfatos, se requiere el empleo de cementos Tipo V más una adición de puzolana (mejora la resistencia a sulfatos cuando se usa en concretos que contienen cemento tipo V) y una relación agua-cementante máxima de 0.45.

C. Reacción Álcali – Agregado

Consiste en la reacción de los álcalis del cemento (hidróxido de sodio y potasio) con agregados que contienen sílice poco cristalizada o defectuosa. Además se crea una expansión por formación de silicatos expansivos que producen descomposición, cuarteamiento de las masas de cemento (Carreño y Serrano, 2005).

Las manifestaciones básicas de la expansión por la reacción álcali – agregado, se presentan con expansiones en la masa de concreto mediante fracturas superficiales y de acuerdo a la incidencia progresan las fisuras hacia el interior de los elementos estructurales de forma más profunda.

Figura 27: Ejemplo del proceso de reacción álcali – agregados.



Fuente: (Carreño y Serrano, 2005).

2.2.5.5.4. Acciones Biológicas

La presencia de organismos y microorganismos de origen vegetal o animal sobre la superficie de estructuras de concreto, no solo pueden afectar la estética, sino que pueden producir una serie de daños y defectos de carácter físico, mecánico, químico o biológico. Generando así degradación ambiental de tipo: Biofísico y biomecánico, que afectan principalmente la permeabilidad, resistencia y la rigidez del concreto, degradación ambiental de tipo: bioquímico y biológico, provocan la transformación de los compuestos del cemento endurecido y/o los agregados del concreto (Mostacero Jáuregui, 2016).

2.2.5.5.5. Corrosión del Acero de Refuerzo

El concreto ofrece protección contra la corrosión al acero de refuerzo, debido a la alta alcalinidad de la pasta de cemento (pH hasta 13) y baja conductividad, suele ser un medio que

proporciona buena protección al acero contra la corrosión, además el oxígeno presente dentro del concreto forma una película de óxido en el acero, lo cual constituye una capa pasiva que impide una corrosión posterior (Avendaño Rodríguez, 2006).

Por lo tanto, la corrosión del acero de refuerzo, ocurre esencialmente por la destrucción de la capa pasivadora que se forma naturalmente sobre el acero embebido del concreto; y esto, tiene dos causas principales (Mostacero Jáuregui, 2016):

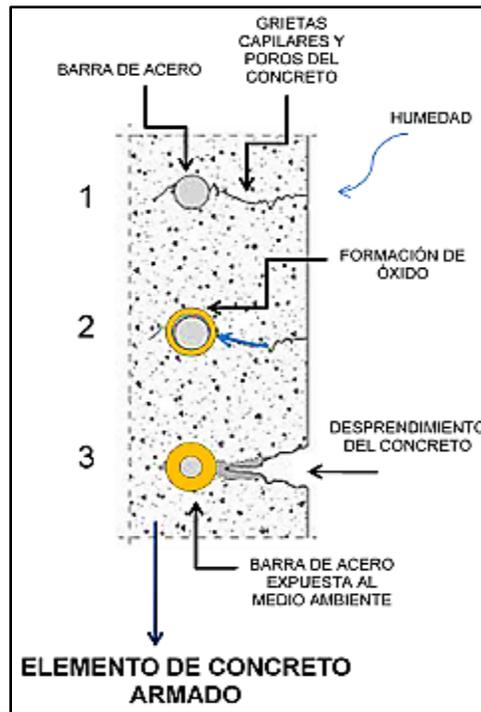
- La presencia de una cantidad suficiente de cloruros (añadidos en la fabricación del concreto en el agua, los aditivos y/o los agregados).
- Adicionalmente, la carbonatación del concreto da, como resultado, una reducción de su alcalinidad (aproximadamente pH de 9), favoreciendo la corrosión del acero embebido de concreto.

A. Corrosión Electroquímica

La corrosión electroquímica generalmente se da dentro del concreto, ya que se trata de una reacción química en donde se produce transferencia de iones y electrones en un medio acuoso (húmedo). La corrosión ocurre dentro de una celda electroquímica, que está formada por: un ánodo donde ocurre la oxidación, un cátodo donde ocurre la reducción, un conductor que ponga en contacto al cátodo con el ánodo y el electrolito para cerrar el circuito.

Los iones Fe^{2+} y OH^- se combinan para formar hidróxido de hierro (Fe_2O_3) que combinado con el agua de la atmósfera forman óxido o herrumbre. El óxido de hierro es expansivo, llega a aumentar desde 2 a 7 veces su volumen, dependiendo de la cantidad de oxígeno disponible para la reacción. Dicho aumento de volumen provoca esfuerzos radiales de tensión que producen fisuras y delaminaciones en el concreto, trayendo como consecuencia la disminución de la adherencia entre el concreto y el refuerzo, generando finalmente una pérdida considerable en la capacidad mecánica del elemento estructural (Avendaño Rodríguez, 2006).

Figura 28: Esquema del deterioro y formación de grietas.
(Provocado por la corrosión en el acero).



Fuente: (Astorga y Rivero, 2009).

De acuerdo a la Norma Peruana E-060 de Concreto Armado (2009), considera que para la protección contra la corrosión del acero de refuerzo, las concentraciones máximas de iones cloruro solubles en agua en el concreto endurecido a edades que van de 28 a 42 días, provenientes de los ingredientes (incluyendo agua, agregados, materiales cementantes y aditivos) no deben exceder los límites de la Tabla 3.

Tabla 3: Contenido Máximos de Iones Cloruro para la Protección contra la Corrosión del Acero de Refuerzo.

Tipo de elemento	Contenido máximo de iones de cloruro solubles en agua en el concreto (porcentaje en peso del cemento)
Concreto preesforzado	0,06
Concreto armado que en servicio estará expuesto a cloruros	0,15
Concreto armado que en servicio estará seco o protegido contra la humedad	1,00
Otras construcciones de concreto armado	0,30

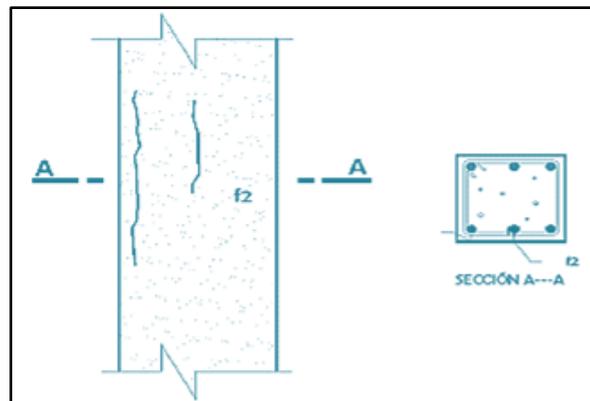
Fuente: (Tabla 4.5 de la Norma E-060, 2009).

B. Efectos de la Corrosión

Los efectos de la corrosión se pueden manifestar de diferentes formas además pueden actuar de forma conjunta o independientes entre sí (Mostacero Jáuregui, 2016).

- Produce una expansión del óxido que tiene 2 a 4 veces el volumen del acero de refuerzo.
- Genera fisuración longitudinal a la armadura del concreto (Figura 29).
- Facilita la disminución de la capacidad mecánica del concreto.
- Baja adherencia entre el concreto y el acero de refuerzo.
- Pérdida de la sección transversal del acero de refuerzo, disminuyendo su capacidad o resistencia mecánica.
- La corrosión sobre el concreto consiste en manchas, grietas y desprendimientos o deslaminaciones en la superficie.

Figura 29: Fisura en una Columna producida por Corrosión de la Armadura.



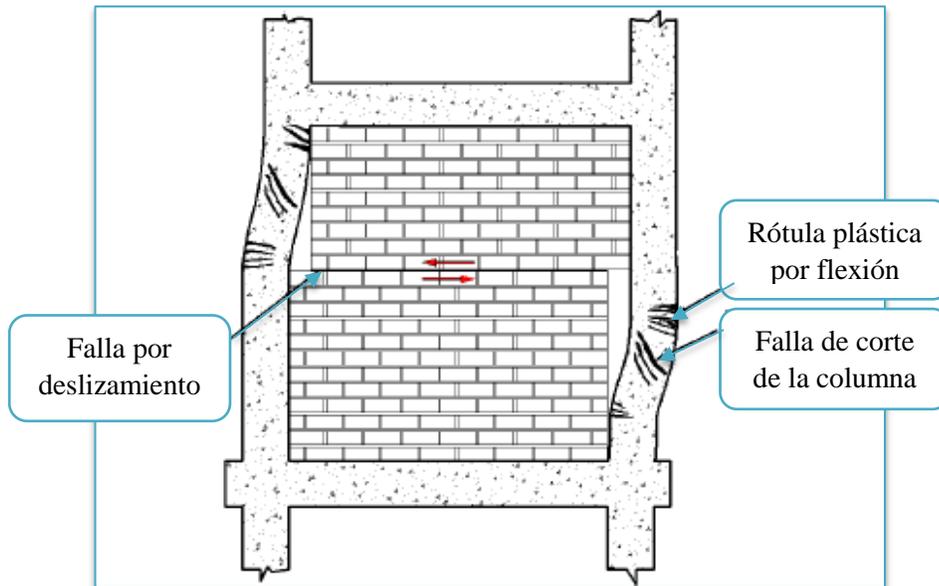
Fuente: (Mostacero Jáuregui, 2016).

2.2.5.6. Fallas de Albañilería

En muros de albañilería existen varios tipos de fallas que se presentan:

- ✓ **Falla de Deslizamiento por Corte:** Este tipo de falla se genera por un deslizamiento a lo largo de la junta horizontal del mortero debido a un problema en la adherencia por corte en la junta. Este deslizamiento produce un mecanismo de columna corta Figura 30 (Damián Jara, 2013).

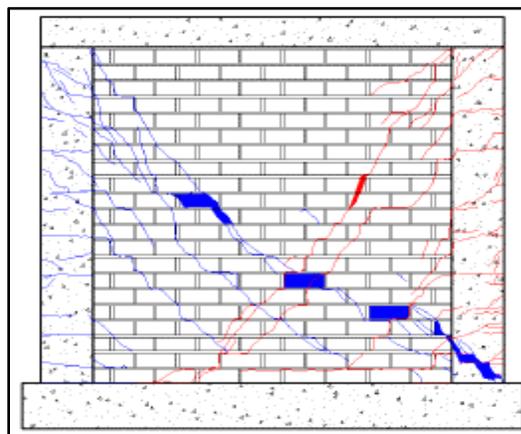
Figura 30: Falla de deslizamiento por corte.



Fuente: (Damián Jara, 2013).

- ✓ **Falla por Corte:** Esta falla se caracteriza por un agrietamiento diagonal del paño de albañilería, como se muestra en la Figura 31, y es consecuencia de las tensiones demasiado grandes que generan una tracción diagonal y se producen en los paños (Damián Jara, 2013).

Figura 31: Falla por corte en el muro.

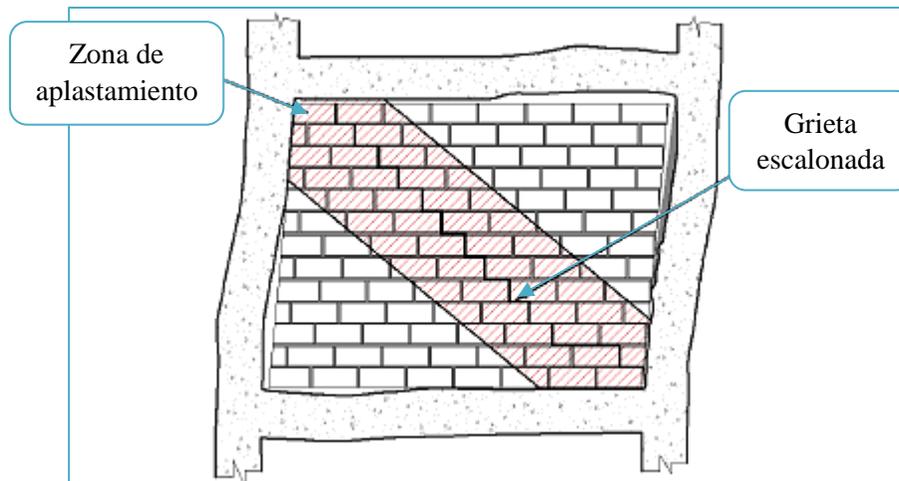


Fuente: (Damián Jara, 2013).

- ✓ **Falla por Aplastamiento por Compresión Diagonal:** Esta falla es producto de la separación del paño de ladrillos de los elementos de confinamiento, produciendo de esta manera un esfuerzo diagonal. Por lo tanto genera grandes esfuerzos de compresión en las

esquinas, lo cual provocan falla por aplastamiento debido a que el material es de baja calidad (Damián Jara, 2013).

Figura 32: Falla por aplastamiento y compresión diagonal en el muro.



Fuente: (Damián Jara, 2013).

- ✓ **Falla por Flexión:** Este tipo de falla se puede presentar en muros esbeltos, sobre todo cuando se producen grandes tracciones en las columnas, generándose de esta manera la fluencia de los aceros longitudinales y una falla por trituración de los talones flexocomprimidos (Damián Jara, 2013).

2.2.5.7. Fallas en Elementos no Estructurales

Según ASEFA (2015), considera daños en elementos no estructurales a los siguientes casos:

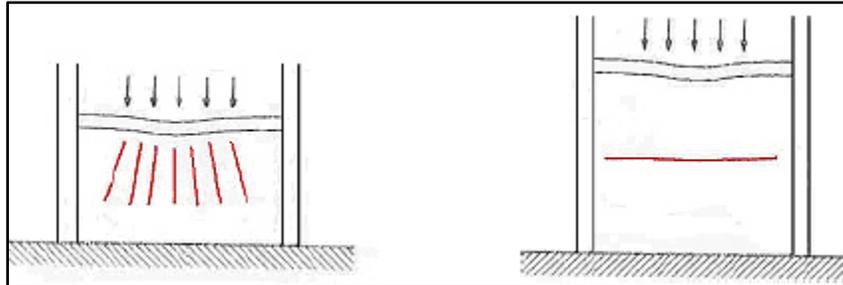
A. Fisuras en Tabiquería que se Apoyan sobre Elementos Estructurales

Este tipo de fisuras en tabiquería no implica inseguridad en la edificación, sino que exhibe una incompatibilidad de deformación con los forjados, produciendo problemas estéticos que puede generar incomodidades a los usuarios. Se puede dar el caso de que sean síntomas de un bajo nivel de seguridad si se han debido a secciones insuficientes o cargas excesivas.

Los tabiques de planta baja sobre soleras, que estén retacados en su parte superior con el forjado primero, reciben las cargas de las plantas superiores. Si son de poca altura partirían con fisuras finas y verticales por aplastamiento, pero si fuera muy alto la rotura surgiría por

pandeo con fisuras horizontales abiertas por una cara y cerradas por la otra, ver Figura 33 (ASEFA, 2015).

Figura 33: Esquema de fisuras en tabiques de planta baja (poca altura y esbeltos).



Fuente: (ASEFA: Patología de la edificación 37, 2015).

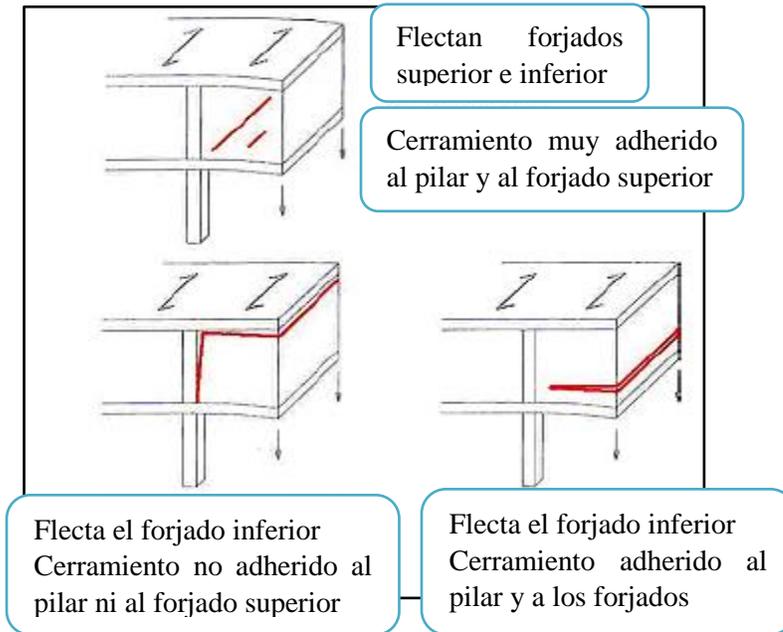
B. Fisuración o Rotura de Tabiques, Ventanales, sobre los cuales se Apoyan Elementos Estructurales

En el caso de flecha negativa en vigas, que podría darse por ejemplo en pórticos de 3 vanos donde la viga interior es de luz pequeña y las de los vanos contiguos poseen luces muy grandes, al elevarse ésta, las fisuras que aparecerían en los tabiques serían verticales debido al aplastamiento que se produciría en el tabique si éste está muy retacado con el forjado superior (ASEFA, 2015).

C. Fisuras en Voladizos

En caso de vigas en voladizos inferiores, cuando el cerramiento está muy adherido a la columna y dobla también el forjado superior, la fisura sería a 45° cortando la fábrica. Si el mortero tuviera menor resistencia o adherencia que el ladrillo se marcarían las llagas en la fábrica, ver Figura 34 (ASEFA, 2015).

Figura 34: Esquemas de fisuras debidas a la flexión de voladizos.



Fuente: (ASEFA: Patología de la edificación 37, 2015).

2.2.5.8. Patologías en Cimentaciones

Las edificaciones pueden sufrir distintos tipos de fallas, las fallas relacionadas con las cimentaciones producen mayores riesgos y graves consecuencias. Generando daños estructurales (pudiendo incluso provocar el colapso completo de la estructura) siendo su reparación bien compleja y muy costosa ya que puede involucrar a las edificaciones colindantes.

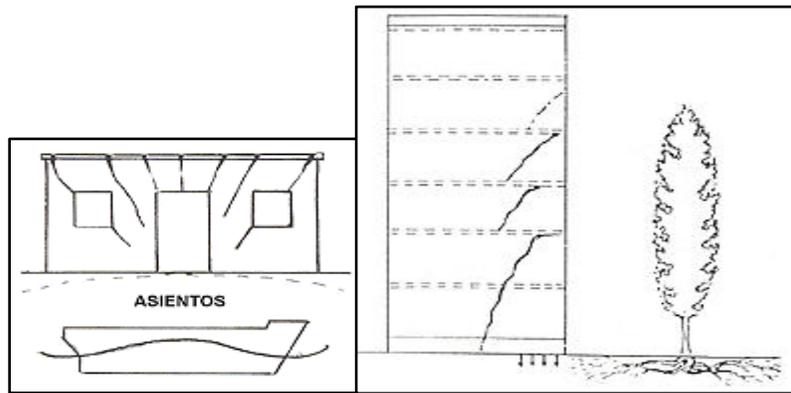
El diagnóstico de este tipo de patologías no es inmediato. Deben analizarse los síntomas, esencialmente grietas y movimientos sufridos por el edificio (giros, asientos, desplazamientos) para poder deducir, a la vista de la cimentación existente y del conocimiento geotécnico del terreno de apoyo, el verdadero origen de la patología producida, es decir, la causa que la ha generado (Basset Salom, 2015).

➤ Asentamientos Diferenciales

Los asentamientos diferenciales o empujes del terreno ocurren cuando la acción del suelo supera a las cargas empujando la estructura hacia arriba, este fenómeno conocido como quebranto consiste en hinchamientos mayores en el centro y provocan movimientos verticales

o levantamientos del centro respecto al perímetro o las esquinas del edificio (Mostacero Jáuregui, 2016).

Figura 35: Fisuración por asentamiento diferenciales en las esquinas.



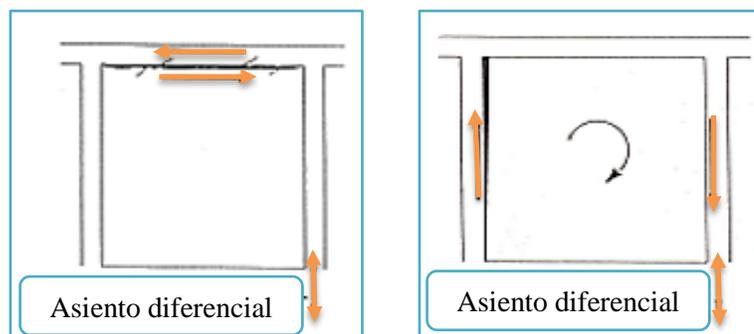
Fuente: (ASEFA: Patología de la edificación 51, 2015).

➤ **Fisuras por Tensiones Tangenciales Inducidas**

Este tipo de fallas ocurren principalmente por asentamientos parciales de una zona de la estructura lo cual genera distorsiones y un conjunto de fisuras verticales, oblicuas, afectando la resistencia y provocando fuerzas tangenciales en los elementos estructurales.

Un movimiento diferencial de una columna respecto al conjunto, inducirá una tensión tangencial entre la columna y el elemento contiguo (normalmente un tabique), ver Figura 36 (Mostacero Jáuregui, 2016).

Figura 36: Tensiones tangenciales entre viga- tabique y columna-tabique.



Fuente: (ASEFA: Patología de la edificación 51, 2015).

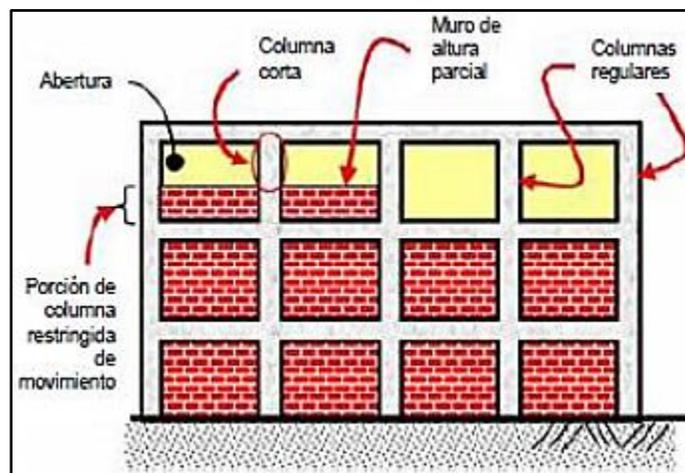
2.2.5.9. Fallas por Acciones Sísmicas

Son tipos de falla más importantes que se han registrado en estructuras de concreto armado, han surgido debido a la ocurrencia de eventos sísmicos en diversas zonas del mundo. Para comprender el comportamiento sísmico de las estructuras, es importante identificar las características que han conllevado a generar fallas y a los buenos comportamientos estructurales, también es necesario el análisis de los distintos tipos de daños y de las causas que los han originado (Mostacero Jáuregui, 2016).

➤ Esfuerzos causados por presencia de Columnas Cortas

Los daños más frecuentes en estructuras en la actualidad sucede por la creciente presencia de técnicas constructivas inadecuadas mediante columnas cortas que se originan cuando algún elemento, comúnmente las paredes, se encuentran adosadas o unidos a las columnas, restringiéndolas hasta donde llega la altura de las paredes Figura 37 (Astorga y Rivero, 2009).

Figura 37: Fallas por presencia de columna corta.



Fuente: (Astorga y Rivero, 2009).

Según Astorga y Rivero (2009), consideran las siguientes características de fallas por efecto de columna corta:

- Las columnas cortas se originan cuando algún elemento, comúnmente las paredes, se encuentran adosadas a las columnas, restringiéndolas hasta donde llega la altura de las paredes.

- Se producen concentraciones de fuerza cortante en los extremos libres de las columnas, que tienden a fallar frágilmente por cortante.
- Las columnas que se encuentran restringidas, adquieren mucha más rigidez en comparación con las demás columnas que no están confinadas ni restringidas en ninguno de sus lados. Por lo tanto, se generan elevados esfuerzos de corte en la columna corta, ocasionando consecuencias desastrosas.
- Ante la insuficiente ductilidad de la columna corta, la falla se genera por tensión diagonal producida por elevados esfuerzos cortantes.
- La columna corta es más frágil que las demás columnas no restringidas parcialmente, debido a que su longitud deformable es más limitada.
- Es recomendable no adosar directamente las paredes a las columnas, sino dejar un espacio libre entre ellas, o colocando algún tipo de junta que le permita a la columna deformarse libremente, permitiéndole trabajar dúctilmente en el momento de algún movimiento sísmico. (Deben fijarse muy bien las paredes a la viga superior, inferior o a ambas).
- En caso de colocar paredes adheridas a las columnas, debe hacerse a lo largo de toda su longitud, para lograr mayor rigidez en la estructura y evitar efectos de columna corta.

2.3. TERMINOLOGÍA BÁSICA:

- ✓ **Corrosión:** Desintegración o deterioro del concreto o del refuerzo por el fenómeno electroquímico de la corrosión. (Muñoz Muñoz, 2001).
- ✓ **Exudación:** Líquido o material como gel viscoso que brota de los poros, fisuras o aberturas en la superficie. (Muñoz Muñoz, 2001).
- ✓ **Preservación:** Proceso de mantener una estructura en su condición actual y retrasando posteriores deterioros. (ACI 364.1R, 1994).
- ✓ **Rehabilitación:** Proceso de reparación o modificación de una estructura hasta lograr una condición útil deseada. (ACI 364.1R, 1994).
- ✓ **Reparación:** Acción de reemplazar o corregir materiales deteriorados, dañados o defectuosos que conforman algunos componentes o elementos de una estructura. (ACI 364.1R, 1994).
- ✓ **Restauración:** Proceso de restablecimiento de los materiales, la forma, y la apariencia que tenía una estructura en una época anterior. (ACI 364.1R, 1994).
- ✓ **Exfoliación:** Pérdida de un material en forma de copos, láminas o capas, en ocasiones a causa de un fenómeno de corrosión. (Navarro y Pino, 2011).
- ✓ **Oxidación:** Pérdida de electrones en una reacción química o electroquímica, por ejemplo, en los procesos anódicos, cuando un metal pasa del estado metálico al de catión (estado oxidado, combinado o corroído). (Navarro y Pino, 2011).
- ✓ **Patología:** Parte de la Ingeniería que estudia los síntomas, los mecanismos, las causas y los orígenes de los defectos de las obras civiles. (Navarro y Pino, 2011).
- ✓ **Porosidad:** Canales, muchas veces microscópicos, en un recubrimiento, metálico o no, que se extienden hasta el sustrato. Porcentaje de huecos, formados por canales visibles o invisibles, en un medio sólido discontinuo, como el hormigón. (Navarro y Pino, 2011).
- ✓ **Patología estructural:** Es la ciencia encargada del estudio de los procesos y características de las “enfermedades” o los “defectos y daños” que puede sufrir el concreto, haciendo énfasis en sus causas y consecuencias. (Carreño y Serrano, 2005).
- ✓ **Fisuras:** Las fisuras, son roturas que aparecen generalmente en la superficie del concreto, por la existencia de tensiones superiores a su capacidad de resistencia. (Stuardo Pérez, 2008).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Población de Estudio:

La población de estudio se compone por los edificios que constituyen los dos pabellones de la Universidad Nacional de Cajamarca – Sede Jaén Local Central, construidos desde 1987 hasta la actualidad.

3.1.2. Muestra

La muestra en estudio se obtuvo de un análisis no probabilístico por conveniencia y está constituida por dos pabellones del edificio del Local Central de la Sede Jaén de la UNC.

3.1.3. Unidad de Análisis:

La unidad de análisis corresponde a los dos pabellones del edificio del Local Central de la Sede Jaén de la UNC.

3.1.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos:

De acuerdo a los instrumentos utilizados para la recolección de datos que se emplearon en la tesis tenemos los siguientes: la observación, evaluación in situ del edificio, ensayos, y el dibujo de los planos de arquitectura para la revisión de la distribución de ambientes y las secciones tanto de columnas como vigas (Anexo N°05), los cuales nos permitirán determinar las características físicas de diseño del edificio del Local Central de la Sede Jaén de la UNC, así como el estado actual de dicha edificación.

Se realizó ensayos para determinar la resistencia a la compresión del concreto, utilizando el Esclerómetro, esto en coordinación con el laboratorio de Ensayo de Materiales de la empresa Geocon Vial Ingenieros Consultores E.I.R.L.

Además se realizó un estudio de suelos para verificar la resistencia del mismo, realizando los ensayos respectivos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la empresa TECNISU F&F S.R.L.

Las técnicas utilizadas para la recolección de datos son las siguientes:

1) Recopilación de Información Previa:

- Revisión bibliográfica de los temas relacionados con el proyecto.
- Incidencias sobre la vida útil del edificio, intervenciones o reparaciones de cualquier tipo, cambios de uso, etc.
- Presencia de catástrofes (sismos, incendios, entre otros), etc.
- En caso de encontrarla, memoria y planos del proyecto original del edificio y autores del mismo.
- Edad de la estructura.
- Otra información que se considere relevante.

2) Descripción del Edificio:

- Composición del edificio.
- Tipología de la estructura.
- Disposición de los elementos resistentes.
- Edad de la estructura.
- Materialidad de los distintos elementos constructivos.
- Fotografías del exterior e interior de la estructura.
- Descripción gráfica, que debe incluir planos, planta esquemática del funcionamiento de la estructura con la disposición de los elementos resistentes coincidentes con el estado actual del edificio.

3) Reconocimiento Visual del Edificio:

- Designación de partes del edificio, a través de un esquema se indicara la ubicación y nomenclatura de todos los elementos estructurales del edificio.
- Detección, identificación y calificación de las patologías.

4) Ensayos:

- Se realizó ensayos in situ con el esclerómetro, para evaluar la resistencia a la compresión del concreto en vigas y columnas del edificio del Local Central de la Sede Jaén de la UNC (Anexo N°02).

- Se realizó ensayos de suelos en el laboratorio de mecánica de suelos para determinar las propiedades físico-mecánicas, el tipo de suelo de cimentación del edificio del Local Central de la Sede Jaén de la UNC y la capacidad portante (Anexo N°03).

3.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Se utilizó el método inductivo, lo cual a través de la observación, el registro, el análisis y la clasificación de cada uno de los hechos particulares identificados se obtendrá sugerencias generales, lo cual este método de inducción es un procedimiento lo cual a partir de hechos singulares se llega a generalizaciones.

3.2.1. Tipo de Estudio

La investigación realizada es de tipo descriptiva, explicativa, lo cual tiene por finalidad observar e identificar de manera ordenada cada una de las fallas y patologías que están presentes en los dos pabellones del edificio, facilitando la información necesaria para la realización del estudio de los mismos, además contribuye y facilita para poder determinar los orígenes y causas del mal estado actual de los dos pabellones del edificio del Local Central de la Sede Jaén de la UNC.

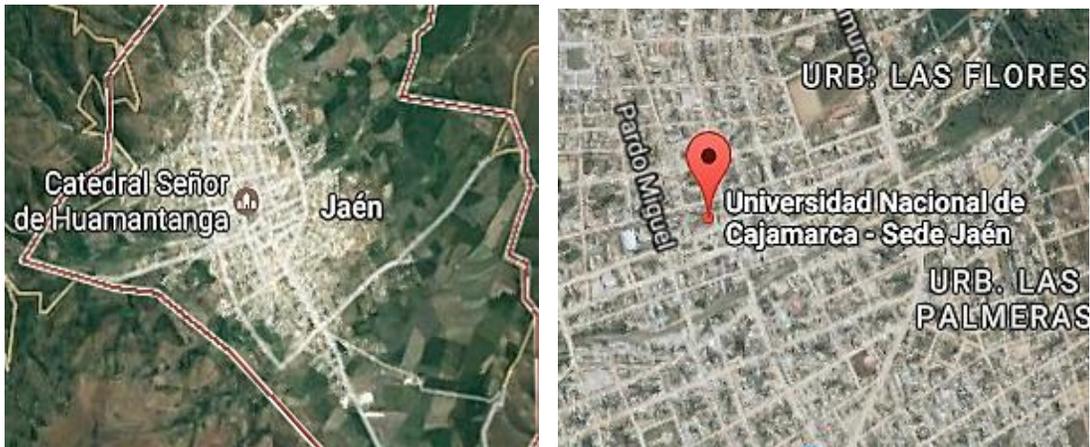
3.2.2. Ubicación Geográfica donde se realizó la Investigación

La investigación se realizó en la infraestructura de los dos pabellones, que se encuentran ubicados en el Local Central de la Sede Jaén de la UNC (Figura 38).

- Distrito : Jaén
- Provincia : Jaén
- Departamento: Cajamarca



Ubicación geográfica de la provincia de Jaén – Cajamarca.



Ciudad de Jaén – Universidad Nacional de Cajamarca – Sede Jaén Local Central.



Figura 38: Ubicación de los dos Pabellones de la UNC – Sede Jaén Local Central.

3.2.3. Metodología de Evaluación y Diagnóstico de los dos pabellones del Edificio

La metodología a utilizar consiste básicamente en realizar un “plan de evaluación” que contiene los objetivos a desarrollar, además permite describir tales fases de evaluación y donde se realizara el “estudio patológico” lo cual conlleva al desarrollo de las fases del plan de evaluación.

3.2.3.1. Plan de Evaluación del Estado Actual del Edificio del Local Central de la Sede Jaén de la UNC

A. Objetivos

El presente plan de evaluación tiene los siguientes objetivos:

- Obtener información general que sea posible, acerca del proyecto, en general.

- Evaluar el estado actual del edificio del Local Central de la Sede Jaén de la UNC, el cual comprenderá las estructuras de concreto armado y albañilería.
- Evaluar la calidad de los materiales de construcción empleados (concreto).

B. La Evaluación

Para la presente evaluación se planteó las siguientes fases para el procedimiento de un estudio patológico.

B.1. Observación

De acuerdo a la observación visual in situ se determinara la naturaleza y extensión de los daños visibles e identificar las estructuras afectadas, para así poder determinar el estado actual de la estructura.

B.1.1. Inspección e Información escrita del Estado actual de la Estructura

Se debe observar el estado actual de las siguientes estructuras.

- ✓ Estado actual de las columnas del primer y segundo nivel (pabellón 1 y 2): Se debe observar, identificar y registrar las posibles fallas o daños que se presenten en las columnas.
- ✓ Estado actual de las columnas del tercer y cuarto nivel (pabellón 2): Se debe observar, identificar y registrar las posibles fallas o daños que se presenten en las columnas.
- ✓ Estado actual de las vigas del primer y segundo nivel (pabellón 1 y 2): Se debe observar, identificar y registrar las posibles fallas o daños que se presenten en las vigas.
- ✓ Estado actual de las vigas del tercer y cuarto nivel (pabellón 2): Se debe observar, identificar y registrar las posibles fallas o daños que se presenten en las vigas.
- ✓ Estado actual de las losas aligeradas del primer y segundo nivel (pabellón 1 y 2): Se debe observar, identificar y registrar las posibles fallas o daños que se presenten en las losas aligeradas y evaluar dichas fallas.
- ✓ Estado actual de las losas aligeradas del tercer y cuarto nivel (pabellón 2): Se debe observar, identificar y registrar las posibles fallas o daños que se presenten en las losas aligeradas y evaluar dichas fallas.

- ✓ **Estado Actual de la Albañilería:** Se debe observar, identificar y registrar las posibles fallas o daños que presenten los muros de albañilería y evaluar dichas fallas (se inspeccionara los muros que estén en estado más crítico).

B.1.2. Parámetros de Evaluación

Entre los parámetros de evaluación se consideran los siguientes:

- ✓ **Columnas del Primer y Segundo Nivel (Pabellón 1 y 2) y Columnas Tercer y Cuarto Nivel Pabellón 2:**
 - Registrar sus dimensiones in situ, según lo especificado en los planos obtenidos.
 - Comprobar la calidad y resistencia del concreto.
 - Verificar si presentan fallas (fisuras).
- ✓ **Vigas del Primer y Segundo Nivel (Pabellón 1 y 2) y Vigas Tercer y Cuarto Nivel Pabellón 2:**
 - Registrar sus dimensiones in situ, de acuerdo a los planos obtenidos.
 - Chequear la calidad y resistencia del concreto.
 - Verificar si presentan fallas (fisuras).
- ✓ **Calidad de los Materiales (Concreto).**
- ✓ **Losas Aligeradas del Primer y Segundo Nivel (Pabellón 1 y 2) y Losas Aligeradas Tercer y Cuarto Nivel Pabellón 2:**
 - Observar el estado actual y sus y dimensiones in situ.
 - Registrar si presentan fallas (fisuras).
- ✓ **Albañilería del Primer y Segundo Nivel (Pabellón 1 y 2) y Albañilería Tercer y Cuarto Nivel Pabellón 2:**
 - Chequear in situ su calidad y dimensiones.
 - Verificar si presentan fallas (fisuras).
- ✓ **Calidad de Suelos:**
 - Verificar si el tipo y resistencia del suelo es la adecuada para una estructura de este tipo.

B.2. Toma de Datos, Análisis de Datos

B.2.1. Toma de datos: Según Mostacero Jáuregui, (2016).

- ✓ **Investigación Preliminar**, en esta parte se debe obtener la información general del proyecto, en la que se buscara obtener el máximo de datos referentes al proyecto original.
- ✓ **Documentación**, se debe obtener una información general de la estructura, así como el historial de la estructura.
- ✓ **Inspección Técnica de la Edificación**, consiste en hacer un reconocimiento visual de la edificación, un levantamiento planímetro, un levantamiento gráfico de daños, recuento fotográfico, toma de muestras, ensayos, etc., que serán fundamentales para proceder al análisis posterior.

B.2.2. Análisis de Datos

Una vez realizada la etapa de toma de datos, se procede a la evaluación que nos permita conocer e identificar las patologías presentes en la edificación, además esta información se registra en las fichas de localización y evaluación, donde se determinara cuál es el tipo, origen y causas patológicas que afectan a la estructura, así como, la evaluación del nivel de daño.

B.3. Diagnóstico

Una vez finalizada la toma de datos directa, y contando ya con los resultados de los eventuales ensayos in situ y de laboratorio, se puede iniciar la “reconstrucción de los hechos”, es decir, tratar de determinar cómo se ha desarrollado el proceso patológico, cuál es su origen y sus causas, cuál será su evolución y cuál es el estado actual de la estructura del Edificio del Local Central de la Sede Jaén de la UNC (condiciones de funcionamiento y resistencia).

B.4. La Intervención

La intervención a la edificación depende del diagnóstico y la evaluación que se obtenga, para así poder determinar una propuesta técnica de reparación, mantenimiento o demolición.

3.2.3.2. Proceso para un Estudio Patológico

La metodología que se utilizo es la observación (evaluación in situ del edificio), recolección y análisis de datos y por ultimo un diagnóstico general de la estructura.

A. Fase de Observación

Las observaciones del campo se pueden dividir en cuatro partes importantes: preparación y planeamiento; verificación de la edificación como está construida; la condición de la estructura y un reporte sumario.

En esta etapa de observación se pudo detectar e identificar los daños visibles en los elementos estructurales y no estructurales de la edificación:

- ❖ **Estado Actual de las Columnas del Primer y Segundo Nivel (Pabellón 1 y Pabellón 2):** Se hizo el registro y se observó que las columnas del primer nivel no presentan fisuras, solo se reportó la presencia de una columna del segundo nivel (Pabellón 1) que presentaba una fisura horizontal y perpendicular al elemento de refuerzo. Este tipo de fisuras pueden ocurrir debido a alguna falla en el proceso constructivo o también al insuficiente refuerzo de estribos en la zona de anclaje. (Ver Anexo 01: Fichas N°04.12). La resistencia de concreto de las columnas del primer nivel es mayor a las del segundo nivel (Ver Anexo 02).
- ❖ **Estado Actual de las Columnas del Tercer y Cuarto Nivel (Pabellón 2):** Se hizo el registro y se observó que no hay columnas que presenten fisuras.
- ❖ **Estado Actual de las Vigas Primer y Segundo Nivel (Pabellón 1 y Pabellón 2):** Se observó la presencia de fisuras en una viga secundaria del segundo nivel (Pabellón 1), se estima que la causa principal sea la sobrecarga existente, por flexión o también debido a errores constructivos. (Ver Anexo 01: Fichas N°04.5). La resistencia del concreto de las vigas del primer nivel es mayor a las del segundo nivel, solo existe una viga que es mayor a la del primer nivel. (Ver Anexo 02).
- ❖ **Estado Actual de los Muros de Albañilería (Pabellón 1 y Pabellón 2):** Se observó un estado crítico actual en los muros del primer nivel, segundo nivel y tercer nivel (Pabellón 2), debido a asentamientos diferenciales, deformaciones excesivas de las vigas debido a las sobrecargas existentes. Tal es el caso que en el primer nivel (Pabellón 1) existe fisuras verticales provocadas por aplastamiento y exposición ambiental. (Ver Anexo 01: Fichas N°04.1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8).
- ❖ **Estado Actual de las Losas Aligeradas Primer y Segundo Nivel (Pabellón 1):** No se observó presencia de fisura alguna.

- ❖ **Estado Actual de las Losas Aligeradas (Pabellón 2):** Se observó la existencia de fisuras en las losas del segundo y tercer nivel, también existe la presencia de manchas debido a humedad por filtraciones de agua, así como, fisuras con dirección longitudinal y paralelas entre ellas (Ver Anexo 01: Fichas N°04.6, 9).

B. Fase de Toma de Datos y Análisis

En esta etapa se realizó una *investigación preliminar*, en la que se recogió el máximo de datos referentes a la edificación, así como también se realizó una *documentación* sobre información general e historial de la estructura, por ultimo una *inspección técnica* a la edificación para determinar su estado actual y los posibles procesos patológicos que presente, mediante croquis y reportes fotográficos.

B.1. Investigación Preliminar y Documentación

❖ Información General de la Estructura

- **Nombre de la Estructura:** La edificación es designada como Edificio de la Universidad Nacional de Cajamarca – Sede Jaén Local Central, y es el primer edificio más antiguo de la UNC – Sede Jaén.
- **Localización Geográfica:** La edificación en estudio como ya se mencionó anteriormente se encuentra localizada en la Plaza de Armas de la Ciudad de Jaén, (Figura 39).

Figura 39: Edificio de la UNC – Sede Jaén Local Central.



- **Tipo de Estructura:**
 - **Sistema Estructural:** El edificio de la UNC – Sede Jaén Local Central cuenta con dos pabellones, lo cual el primer pabellón es de 2 niveles y el segundo pabellón es de 4 niveles, su sistema estructural es un sistema de pórticos, los cuales están formados por vigas y columnas de sección transversal rectangular, con muros de albañilería sin juntas de construcción entre la albañilería y los pórticos.
 - **Tipo de Cimentación:** Actualmente la Oficina de Coordinación General de la UNC – Sede Jaén Local Central, no cuenta con dichos planos de la estructura debido a que han sido extraviados, por tal motivo no se tiene ningún tipo de información respecto a la construcción realizada, por lo tanto dificulta conocer las especificaciones técnicas y detalles de las cimentaciones.
- **Propietarios y Usos:** El edificio de la UNC - Sede Jaén Local Central, desde su creación estuvo a cargo del Banco Agrario lo cual ellos fueron los propietarios desde el año 1987 hasta el año de 1993. Después de esa fecha paso a ser propiedad de la UNC – Sede Jaén Local Central hasta la actualidad pertenece a la misma, actualmente el uso de los dos pabellones son utilizados como oficinas de las escuelas de ingeniería civil, ingeniería forestal y enfermería además cuenta con un auditorio donde se realizan las ceremonias, también existen ambientes para labores académicas y administrativas.

El primer nivel cuenta con los siguientes ambientes Pabellón N°1 y N°2:

- Ambiente P1-101 Y P1-102 corresponde a coordinación y secretaria de post grado de enfermería.
- Ambiente P1-103 corresponde a sala de reuniones de ingeniería forestal.
- Ambiente P1-104 y P1-112 corresponde a oficinas de ingeniería forestal.
- Ambiente P1-105 y P1-106 corresponde a coordinación y secretaria de ingeniería forestal.
- Ambiente P1-107 corresponde a sala de cómputo.
- Ambiente P1-108 y P1-109 corresponde a secretaria de centro Pre-U y oficina de información.

- Ambiente P1-110 y P1-111 corresponde a proyección social e investigación y centro productivo.
- Ambiente P1-113 y P1-114 corresponde a aulas de idiomas.
- Ambiente P2-115, 116, 117 y 118 corresponde a oficina 1, oficina de coordinador, sala de profesores y recepción y secretaria de ingeniería civil.
- Cuenta además con 6 ambientes de SS.HH.

El segundo nivel cuenta con los siguientes ambientes Pabellón N°1 y N°2:

- Ambiente P1-201 y P1-204 corresponden: aulas para labores académicas.
- Ambiente P1-202 y P1-203 corresponden: coordinación y secretaria de enfermería.
- Ambiente P1-205 y P1-206 corresponden: coordinación general y secretaria de las 3 escuelas.
- Ambiente P1-210 corresponden: auditorio principal.
- Ambiente P2-211, P2-212 corresponden: oficinas de laboratorio de enfermería.
- Ambiente P2-213 corresponden: oficina de archivos.
- Ambiente P2-214, P2-215, P2-216 corresponden: sala de audiovisuales, laboratorio 1 y almacén.
- Cuenta además con 7 ambientes de SS.HH.

El tercer y cuarto nivel cuenta con los siguientes ambientes Pabellón N°2:

- Ambiente P2-311, P2-312 corresponden: aulas para labores académicas de enfermería.
- Ambiente P2-313 corresponden: oficina de archivos.
- Ambiente P2-314, P2-315, P2-316, corresponden: sala de audiovisuales, laboratorio 1 y almacén.
- Cuenta además con 2 ambientes de SS.HH.

❖ Historial de la Estructura

- **Diseñadores del Proyecto:** El diseño y ejecución del edificio estuvo a cargo de profesionales contratados por el Banco Agrario quien fue propietario de dicho establecimiento. Lo cual no se cuenta con información precisa debido al extravío de información tales como: planos de arquitectura, estructuras, sanitarias, eléctricas.

Posteriormente dicho edificio paso a ser propiedad de la UNC - Sede Jaén Local Central, a partir del año 1993.

- **Fecha de Diseño y Correspondencia entre Códigos y Normas:** Se tiene conocimiento que la estructura fue construida en el año de 1987, lo cual no se cuenta con documentos ni planos utilizados durante la construcción debido a que han sido extraviados.
En el Perú se contaba con el primer Proyecto de Norma Peruana (1964) basado en la de SEAOC (Structural Enginners Association of California), en 1967 se desarrolla el proyecto de la Primera Norma Sísmica Peruana, y no es hasta 1970 en que se publica el Primer Reglamento Nacional de Construcción y en el capítulo IV incluye “Seguridad contra el efecto destructivo de los sismos” y es hasta 1977 cuando se incorpora la norma de diseño Sismo-resistente al Reglamento Nacional de Construcciones (Blanco Blasco, 2010).
- **Construcción y Puesta en Servicio:** La construcción del edificio concluyo en el año de 1987.
- **Vida Útil Proyectada:** Es una edificación que todavía no está próxima de alcanzar su vida útil, y por ende ya está presentando deterioros en la estructura esto significa que no cumple con la proyección de diseño que debe tener las edificaciones convencionales, el periodo de tiempo para edificaciones se proyecta en 50 años, al cabo del término de la vida de servicio debe evaluarse el costo de mantenimiento si es viable técnica y económicamente o si es más recomendable demoler y reconstruir la estructura.
- **Área Construida:** El edificio de la UNC - Sede Jaén Local Central cuenta con dos pabellones: pabellón 1 de dos niveles y pabellón 2 de cuatro niveles con un área total construida de 2112.35 m².
- **Zona de Amenaza Sísmica:** Según la nueva norma NTE-E030 (2016), el departamento de Cajamarca, Distrito y Provincia de Jaén se encuentra ubicada en la Zona 2, zona de regular actividad sísmica, por lo tanto la edificación en estudio (Edificio de la UNC - Sede Jaén Local Central), pertenece a una ZONA SISMICA DE FACTOR 2, (este factor se

interpreta como la aceleración máxima horizontal en el suelo con una probabilidad del 10% de ser excedido en 50 años).

❖ **Revisión del Proyecto Original y Registros de Construcción**

El objetivo es investigar si se cuenta con los planos originales y especificaciones de la estructura o algún otro documento que nos brinde la información necesaria acerca del proyecto para su evaluación, para esto se consultó a la Oficina de Coordinación General de la UNC - Sede Jaén, sobre información referente a la edificación, para verificar si se cuenta con los siguientes documentos:

- **Estudio de Suelos:** No se cuenta con este tipo de información referente, además se desconoce si se realizó algún estudio de suelos previa a la construcción de la edificación, por lo que se tuvo que realizar un estudio de suelos (Anexo N°03) para determinar las propiedades físicas y mecánicas del tipo de suelo de cimentación del edificio, así como también determinar la capacidad portante de dicho suelo.
- **Memoria de Cálculo de la Estructura:** No se tiene ningún registro del diseño estructural, lo cual se desconoce que consideraciones se utilizaron para determinar las cargas muertas, cargas vivas, cargas sísmicas, etc.
- **Planos Estructurales:** No se cuenta con algún plano original de estructuras, y por ende dificulta conocer el proceso constructivo realizado.
- **Planos Arquitectónicos:** No se logró obtener los planos originales de la arquitectura de la edificación, por lo que se procedió a elaborar dichos planos (Anexo N°05).
- **Planos de Instalaciones:** No se pudo ubicar los planos originales de instalaciones eléctricas, ni sanitarias, por ello no se puede determinar si es que existió modificaciones en el transcurso del tiempo en este aspecto.

- **Especificaciones de Materiales:** Debido a que no se cuenta con ningún tipo de planos originales completos, es difícil determinar qué tipo de materiales se utilizaron en la estructura.
- **Cuaderno de Obra:** No se cuenta con ningún tipo de registro del proceso constructivo como el cuaderno de obra, por ello de acuerdo a la investigación se determinó que el Edificio de la UNC - Sede Jaén Local Central es una construcción que concluyó en el año de 1987 y cuenta con una vida de servicio de más de 30 años.

B.2. Inspección y Evaluación en la Edificación

La inspección previa es el inicio de la evaluación de una edificación, debido a que se recogerá el máximo de datos referentes a la estructura y poder determinar el estado actual de la edificación, con especial atención a los daños existentes y a los posibles procesos patológicos por él sufridos. Además conviene realizar croquis y reporte fotográficos para plasmar la lesión (el síntoma) en un momento determinado, tanto para poder seguir su evolución y poder continuar con el análisis (Broto, 2009).

❖ Procedimiento de Inspección

La inspección se debe realizar de acuerdo a los siguientes pasos:

- a) Examinar el exterior de la edificación, llenar el formulario con la identificación de la estructura, evaluar la calidad de la construcción, registrando irregularidades y otros aspectos preexistentes.
- b) Examinar la seguridad de elementos no estructurales existentes.
- c) Evaluar el sistema estructural desde el interior. Se debe registrar el grado de daño de los diferentes elementos estructurales de acuerdo con el tipo de sistema estructural y establecer el porcentaje de elementos afectados.

❖ Descripción del Formulario de Evaluación

El formulario contiene siete secciones principales que incluyen los siguientes aspectos (Ver ficha de evaluación – Anexo N°01).

1. Generalidades de la Edificación: Debe incluir la siguiente información como mínimo:

- Responsable: Nombre del profesional que realiza la evaluación.
- Fecha de inspección.
- Nombre del proyecto o edificación.
- Dirección o ubicación.
- Área de construcción: Superficie en m² de cada piso de la estructura.

2. Historial de la Edificación: Debe incluir la siguiente información como mínimo:

- Propietario de la edificación.
- Tipo de Uso: Destino de la edificación.
- Año de construcción: Para determinar el periodo de servicio de la edificación.
- Periodo: Años de uso en dicha actividad.

3. Registros de Construcción: Indicar si se cuenta con alguna información previa recabada sobre los procesos constructivos de la edificación.

4. Descripción Estructural.

- **Cimentación:** Se detallara una descripción del tipo de cimentación en la que se encuentra cimentado la edificación.
- **Sistema Estructural:** Determinar el tipo de sistema estructural que está conformada la edificación ya sea de pórticos de concreto, muros estructurales, sistemas duales, mampostería, estructura metálica, etc.
- **Sistema de Cubierta o Entrepiso:** Verificar el tipo de cubierta utilizada ya sea concreto armado, teja, calamina, madera, etc., y el tipo de estructura utilizada ya sea losa maciza, losa aligerada, etc.
- **Procesos Constructivos:** La información encontrada ya sea en apuntes o cuadernos de obra en la cual se puede observar detalladamente los procesos constructivos realizados en las diferentes actividades, además los cambios realizados al diseño originalmente.
- **Reglamentos Utilizados:** Verificar que reglamento o la normativa estaba vigente en la fecha de la construcción.

5. Planta Arquitectónica con Ubicación de Elementos Estructurales: Plantas arquitectónicas o croquis con la ubicación de elementos estructurales como columnas, vigas, losas, escaleras, además describir si la estructura es regular o irregular en forma y cualquier observación que amerite mencionarse.

6. Generalidades de la Inspección Visual: Consiste en determinar qué tipo de síntomas o lesiones se presentan en la edificación y su ubicación, lo cual se subdividen en cinco categorías:

- Físicas.
- Mecánicas.
- Químicas.
- Organismos vivos.
- Antropogénicos.

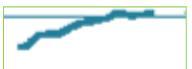
7. Recuento Fotográfico: Se debe realizar un recuento fotográfico detallado y concordante con el levantamiento de daños mediante fotografías que sustenten cada patología con una breve descripción de ella señalando como referencia el lugar que le corresponde dentro del área en consideración (Mostacero Jáuregui, 2016).

Este documento gráfico es una herramienta importante como apoyo a las definiciones del tipo de daño asociadas al patrón más resaltante. Las fotografías deben estar debidamente clasificadas, comentadas y con la referencia del lugar que les corresponde dentro de la edificación. (Anexo N°01).

❖ **Levantamiento Gráfico de Patologías**

Para lograr la mejor comprensión de las causas asociadas con las patologías existentes en una edificación bajo estudio, se recomienda la ejecución del levantamiento gráfico de ellas siguiendo una metodología que parte de la definición de un conjunto de convenciones como las establecidas en la Tabla 4. Para cualquier tipo de daños, puede establecerse una convención semejante que de alguna manera asocie el fenómeno físico con la representación gráfica (Muñoz Muñoz, 2001).

Tabla 4: Formas para Levantamiento de Daños (Asociación del fenómeno físico con la representación gráfica).

Tipo de Daño	Descripción	Representación Grafica
Fisuras	<p>Es la separación incompleta entre dos o más partes con o sin espacio entre ellas. Se puede identificar según su dirección, ancho y profundidad utilizando los siguientes adjetivos: longitudinal, transversal, vertical, diagonal, o aleatoria. Los rangos de los anchos de acuerdo con el ACI son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Fina: menos de 1 mm. ○ Mediana: entre 1 y 2mm. ○ Ancha: más de 2 mm. 	
Desintegración	<p>Deterioro en pequeños fragmentos o partículas por causa de algún deterioro.</p>	
Eflorescencia	<p>Eflorescencia depósito de sales, usualmente blancas que se forman en las superficies.</p>	
Exudación	<p>Líquido o material como gel viscoso que brota de los poros, fisuras o aberturas en la superficie.</p>	
Incrustaciones	<p>Costra o película generalmente dura que se forma en la superficie de concreto o de la mampostería.</p>	
Picaduras	<p>Desarrollo de cavidades relativamente pequeñas en la superficie debido a fenómenos tales como la corrosión o cavitación o desintegración.</p>	
Cráteres	<p>Salida explosiva de pequeñas porciones de la superficie de concreto debido a presiones internas en el concreto que permite en la superficie la formación típicamente cónica.</p>	
Escamas	<p>Presencia de escamas cerca de la superficie del concreto o mortero</p>	
Polvo	<p>Desarrollo de material de polvo sobre la superficie dura.</p>	
Corrosión	<p>Desintegración o deterioro del concreto o del refuerzo por el fenómeno electroquímico de la corrosión.</p>	
Goteras	<p>Humedad causada por las aguas de lluvias bajo la cubierta.</p>	

Fuente: (Mostacero Jáuregui, 2016 y Muñoz Muñoz, 2001).

Ficha Tipo de una Lesión

Aragón Fitera, (2010), considera que cada ficha de lesiones tiene asociada información tanto gráfica (fotos y/o dibujos) como en formato texto, pudiéndose activar o no diferentes variables. (Ver fichas – Anexo N°01: adaptado de Mostacero Jáuregui, 2016).

✓ Elemento Estructural:

- Viga
- Voladizo
- Columna
- Muro
- Cimentación

✓ Localización dentro del Edificio:

- N° de piso.
- Eje / Tramo

✓ Sintomatología:

- Fisuras / grietas
- Roturas
- Deformación excesiva
- Manchas / eflorescencias
- Desprendimientos / disgregación
- Carbonatación
- Corrosión de armaduras
- Inestabilidad
- Hundimiento, etc.

✓ Causas:

- Asiento diferencial
- Ataque químico / recubrimiento insuficiente
- Cuantía insuficiente / armado incorrecto

- Efectos térmicos
- Empuje del terreno
- Encofrado / hormigonado defectuoso
- Humedades
- Sección insuficiente
- Vibración de maquinarias, etc.

✓ **Origen / Responsabilidad:**

- Fallo del suelo
- Error de proyecto
- Error de ejecución o construcción.
- Fallo del material
- Falta de uso y/o mantenimiento, etc.

✓ **Calificación de la Gravedad:**

Es complicado realizar la cuantificación de los daños visibles en una estructura, debido a que depende de diversos criterios y la experiencia que utilicen los inspectores. Pueden existir daños aceptables en alguna región o un tipo de estructura o también puede no ser aceptable en otra circunstancia (Mostacero Jáuregui, 2016).

Según Aragón Fitera, (2010), considera tres criterios para realizar una evaluación y clasificación.

- **Leve:** cuando no afecta a la seguridad y no representa ningún riesgo o peligro para usuarios o terceros.
- **Importante o Moderado:** cuando puede afectar a la seguridad, pero no representa ningún riesgo para usuarios o terceros.
- **Grave o Severo:** cuando afecta a la estabilidad y/o representa un peligro para usuarios o terceros.

✓ **Urgencia de Reparación / Intervención:**

Se utilizan tres criterios para realizar una evaluación y determinar el grado de vulnerabilidad, de acuerdo a eso se prevé el tiempo necesario para actuar en la estructura: (Aragón Fitera, 2010).

- **Diferida:** la actuación se puede demorar dentro de los tres años posteriores a la redacción del informe.
- **Urgente:** el plazo para afrontar la intervención no puede demorarse más de un año desde la fecha de redacción del informe.
- **Inmediata:** cuando la actuación a realizar, provisional o definitiva, no permite ningún atraso. Incluye apuntalamiento y/o desalojo.

C. Diagnostico

C.1. Ensayos no Destructivos:

- ❖ **Ensayo de Esclerometría:** Este ensayo se realiza de acuerdo a lo estipulado en la Norma: ASTM C805, BS 1881 (202), NTP 339.181.

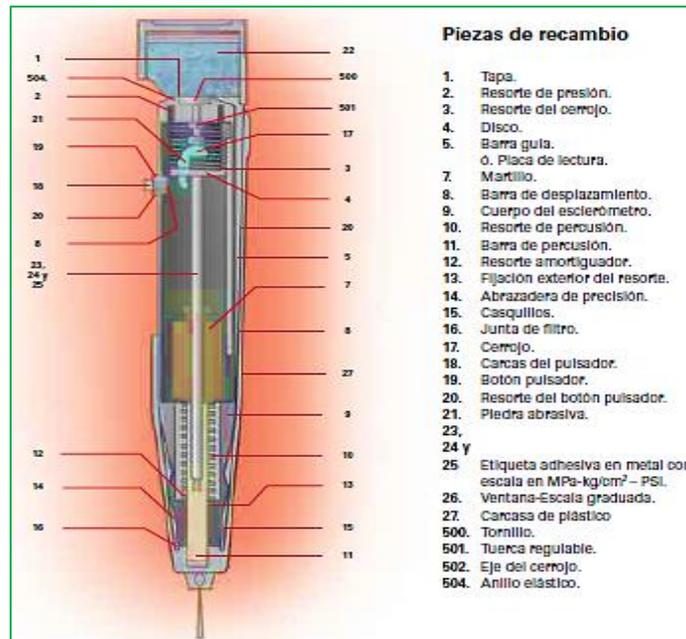
✓ **Objetivos:**

- Adquirir una estimación de la resistencia del concreto en algunas columnas y vigas del edificio de la UNC - Sede Jaén Local Central.
- Determinar qué elementos estructurales presentan baja resistencia.

✓ **Materiales y/o Equipos:**

- Martillo de Rebote (Esclerómetro): Martillo de acero impulsado por resorte, cuyo rebote se registra en un ábaco incorporado al instrumento (Figura 40).
- Piedra Abrasiva: Está conformado por granos de carburo de silicio de tamaño medio o de algún otro material y textura similar.

Figura 40: Esquema del Esclerómetro.



Fuente: (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto AC, 2009).

✓ **Ángulos de Utilización del Esclerómetro:**

Figura 41: Ángulos de utilización del esclerómetro.



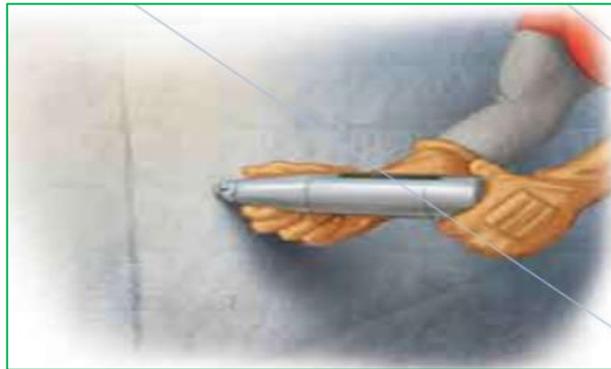
Fuente: (Universidad de Alicante, 2008 - 2009).

✓ **Procedimiento:**

Se ubica el esclerómetro en forma perpendicular sobre la superficie del concreto que se va a evaluar y se ejerce una pequeña presión para permitir que el embolo se libere y se deja que se extienda hasta alcanzar su máxima extensión, eliminando la presión sobre el martillo, cuidando siempre que se conserve la perpendicularidad y que la presión sea uniforme hasta

que la masa interna del martillo golpee la superficie del concreto (Figura 42). Después del impacto se oprime el botón pulsador y se toma la lectura en la ventana de la escala graduada, registrando el índice de rebote, medido de 10 a 100, con dos cifras significativas (Mostacero Jáuregui, 2016).

Figura 42: Esquema de utilización del Esclerómetro.



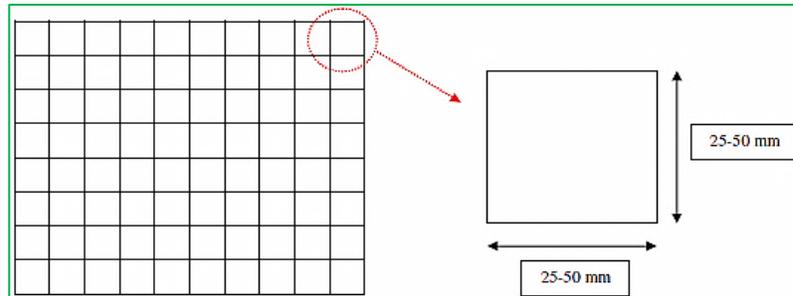
Fuente: (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto AC, 2009).

✓ **Algunas Consideraciones:**

- Seleccionar el área de ensayo que este en una superficie seca, plana, lisa y uniforme.
- Evitar zonas ásperas, porosas o con cangrejas, debido a que dificulta el correcto proceso del ensayo.
- Retirar el tarrajeo en el caso de que existir en los elementos a analizar.
- Valor estimativo de la resistencia del concreto con una exactitud no mayor a un 20 o 25%.
- El elemento de concreto a ensayar debe tener un espesor (grosor) mínimo o superior a 100 mm.
- Después de seleccionar la ubicación, se debe marcar una superficie de ensayo de forma cuadrada por lo menos 300 mm (30 cm) por lado.
- Dibujar cuadrícula de líneas separadas entre 25 y 50 mm y tomar la intersección de las líneas como puntos de impacto. Además el distanciamiento de cada ensayo debe ser mínimo de 25mm (1pulg.) (Figura 43).
- Los ensayos deben efectuarse con un mismo martillo, el que debe sujetarse firmemente en posición perpendicular a la superficie de ensayo. La posición normal es la horizontal y en caso de utilizarse en otras posiciones, las lecturas deben ser corregidas de acuerdo a las indicaciones del fabricante.

- El ensayo de losas se deben realizar por su cara inferior.
- El martillo se presiona gradualmente hasta que se dispara. Después de cada disparo se revisa el lugar del impacto y si se nota trituración o daño superficial no se considera en la medida. Si el punto de impacto se nota sano se registra la lectura aproximándola a la menor división de la escala y se repite la operación hasta completar 10 valores.

Figura 43: Esquema de cuadrículas para tomar los puntos de impacto en el ensayo.



Fuente: (Universidad de Alicante, 2008-2009).

✓ **Cálculo e Interpretación de Resultados:**

- Lectura del Rebote: Para tener un buen valor promedio del índice esclerométrico es recomendable tomar 14 lecturas de rebote, con espaciamentos mínimo de 1 pulgada.
- Se eliminarán las 2 lecturas más altas y las 2 lecturas más bajas, para lograr un promedio final de las 10 lecturas restantes. Si más de 3 lecturas difieren en 6 unidades del promedio, se deben descartar todas las lecturas.
- El martillo de rebote es útil para realizar investigaciones preliminares de forma rápida en superficies pequeñas y grandes, obteniendo comparaciones de elementos similares de la misma construcción en consideración.

✓ **Informe:** (Anexo N°02)

Los resultados obtenidos de los ensayos deberán ser registrados y ser sujetos a análisis estadístico, cuando fuera el caso, incluyéndose en el informe lo siguiente:

- Identificación de la estructura en estudio.
- Localización de la superficie de prueba, por ejemplo: a tres metros de la base de la columna 2-B.
- Descripción breve del área de ensayo, ejemplo: superficie lisa, seca, pulida, etc.

- Descripción del concreto.
- Composición del concreto, si se conoce: agregados, contenido de cemento, relación a/c, contenido de aire, aditivos empleados, etc. Revestimiento de diseño y el obtenido.
- Resistencia de diseño y resistencia real.
- Edad del concreto en el momento de realizar el ensayo.
- Promedio de rebote de cada área de ensayo.
- Valores y localización de los índices de rebote descartados.
- Tipo de dispositivo utilizado y número de serie.

C.2. ESTUDIO DE SUELOS

Los estudios consistieron en la exploración del terreno en base a excavaciones tipo calicata, extracción de muestras, pruebas de laboratorio y análisis de resultados, con la finalidad de determinar los esfuerzos admisibles del suelo de cimentación.

✓ **Objetivos:**

- El estudio de suelos tiene por objetivo conocer las características, propiedades físico – mecánicas, el tipo de suelo y la capacidad portante del terreno en la zona donde se encuentra ubicado el edificio de la UNC - Sede Jaén Local Central.
- Determinar según la Tabla 5 las características del suelo, además la capacidad portante del suelo se obtiene de los resultados de los ensayos calculados, lo cual permite conocer la consistencia del suelo donde se cimento el edificio de la UNC - Sede Jaén Local Central.

Tabla 5: Consistencia del Suelo según la Carga Última.

CONSISTENCIA DEL SUELO	CARGA ÚLTIMA q_u (Kg/cm ²)
Muy Blanda	0 – 0.25
Blanda	0.25 – 0.50
Media	0.50 – 1.00
Rígida	1 – 2
Muy rígida	2 – 4
Dura	> 4

Fuente: (Alva Hurtado, 2012).

- Determinar el perfil del suelo según la Tabla 6.

Tabla 6: Clasificación de los Perfiles de Suelo.

PERFIL DE SUELO	RESISTENCIA AL CORTE
S0	–
S1	> 1 (kg/cm ²)
S2	0.50 - 1.00 (kg/cm ²)
S3	0.25 – 0.50 (kg/cm ²)
S4	Clasificación basada en EMS

Fuente: (Tabla N°2 Norma E030, 2017).

✓ **Investigaciones Realizadas**

- Para realizar el respectivo estudio de suelos para los fines anteriormente mencionados, se realizó 1 calicata debido a que solo existe un área reducida, en la parte interior del edificio de la UNC - Sede Jaén - Local Central, en el área que corresponde al jardín. Se extrajeron muestras a -1.50 y -2.00 m. de profundidad de la calicata, lo cual se observó que existía el mismo estrato de suelo, y en la zona más superior se observó relleno con over.

✓ **Ensayos de Mecánica de Suelos**

Se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio:

- Determinación del contenido de humedad, peso específico, límites de consistencia, análisis granulométrico (método por tamizado).
- Clasificación del suelo por el sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
- Ensayo de corte directo.

El proceso de cálculo de los ensayos de laboratorio correspondientes a la calicata se encuentra en el Anexo N° 03, y fueron realizados en el laboratorio de mecánica de suelos de la empresa TECNISU F&F S.R.L.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. RESULTADOS EVALUACIÓN Y DIAGNOSTICO DE LAS PRINCIPALES MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS.

Luego de realizar la inspección visual en el edificio de la UNC - Sede Jaén Local Central, se determinó cuáles son las causas y origen de los daños o fallas que se presentan en la estructura, de acuerdo a la sintomatología que se manifiestan. Ver Cuadro 1.

- ✓ **La calificación se determinó de acuerdo al ancho y profundidad de las fisuras observadas.** Según tabla 2.
 - **Leve o fina:** Se consideran fisuras con un ancho menor a 1mm.
 - **Moderado o media:** Son fisuras con un ancho aproximado entre 1 y 2mm.
 - **Grave o ancha:** Fisuras con un ancho mayor a 2mm.

- ✓ **Obtención de calificación de daños de acuerdo a las características observadas en la estructura.** Según la ficha de inspección y evaluación patológica ANEXO N°1.
 - Se consideró fisura **LEVE** de acuerdo a las siguientes características:
 - Espesor: 0.3 a 0.8mm
 - Longitud: 0.8m
 - Profundidad: 4mm
 - Se consideró fisura **MEDIA** de acuerdo a las siguientes características:
 - Espesor: 0.8 a 1.3mm
 - Longitud: 1.6m
 - Profundidad: 6mm
 - Se consideró fisura **GRAVE** de acuerdo a las siguientes características:
 - Espesor: 2.5mm
 - Longitud: 1.8m
 - Profundidad: 6 a 8mm

Cuadro 1: Evaluación Patológica del Edificio de la Universidad Nacional de Cajamarca - Sede Jaén Local Central.									
DESCRIPCIÓN SINTOMATOLOGÍA	ELEMENTO ESTRUCTURAL	LOCALIZACIÓN DEL ELEMENTO LESIONADO		ORIGEN	CAUSAS	CALIFICACIÓN			
		Nº DE PISO	EJE / TRAMO			Leve	Moderado	Grave	
Fisura en la parte inferior del muro, extendiéndose horizontalmente paralelo a la viga.	MURO	02	EJE 9-9/ TRAMO C-D	Cargas excesivas, aplastamiento, pandeo (fallas en la etapa de diseño).	Sobrecarga de la planta superior.		x		
Fisura en la parte inferior del muro con una trayectoria inclinada de 45° en ambas direcciones.	MURO	02	EJE C-C/ TRAMO 7-8				x		
Fisura en la parte inferior del muro, en sentido vertical, horizontal y paralelo a la losa de entrepiso.	MURO	02	EJE D-D/ TRAMO 8-9		Sobrecarga de la planta superior y deformación excesiva de la viga.		x		
Fisura horizontal y vertical en la parte inferior del muro en intersección con la vereda del jardín.	MURO Y VEREDA	01	EJE 6-6/ TRAMO B-D	Asentamiento diferencial y exposición ambiental	Sobrecarga de la planta superior		x		
Fisura en la viga perpendicular al elemento de refuerzo. También se presenta fisura en el muro con una inclinación de 45° aprox.	VIGA-MURO	02	EJE E-E/ TRAMO 3-4	Falla en la etapa de ejecución o construcción.	Insuficiente refuerzo transversal y exceso de carga.	x			
Fisuras longitudinales y paralelas entre ellas siguiendo la dirección de las viguetas. Fisura en el muro con una inclinación de 45° aprox.	LOSA ENTREPISO Y MURO	02	SALA AUDIOV. P2-216 Y LABORAT. 1 P2-217	Acciones físicas del concreto - retracción hidráulica.	Exceso de finos en la arena, curado deficiente y exceso de carga de la planta superior		x		
Fisura vertical que se inicia desde la arista de la viga con la unión del muro.	VIGA-MURO	02	EJE F-F / TRAMO 4-5	Asentamiento diferencial	Asiento diferencial y distorsiones debido al agotamiento de la resistencia a la tensión tangencial entre la viga y muro.		x		
Fisura horizontal en ventana generada por falta de adherencia	VENTANA	03	EJE 7-7 / TRAMO C-D	Cargas excesivas, aplastamiento, adherencia (fallas en etapa de construcción)	Deflexión de la viga principal produciendo la fisura en el muro		x		
Manchas de humedad en la losa de entrepiso.	LOSA ENTREPISO	03	SALA AUDIOV. P2-316, LABORAT. 1 P2-317 Y ALMACEN P2-318	Acciones físicas del concreto - retracción hidráulica.	Deficiente curado del concreto en losa y exceso de finos en la arena utilizada.			x	
Manchas debido a humedad en el muro	MURO	02	EJE 7-7 / TRAMO C-D	Acciones físicas debido a la presencia de lluvias.	Inadecuado proceso constructivo, debido a que no tiene protección la estructura.			x	
Manchas debido a la humedad en el muro de la azotea	MURO	02	EJE D-D / TRAMO 3-5		Inadecuado proceso constructivo, debido a que no tiene protección la estructura.		x		
Fisura de forma horizontal en la parte inferior de la zona de anclaje de la columna con la viga principal.	COLUMNA: C-16	02	EJE 4-4 / TRAMO E-E	Falla en la etapa de ejecución o construcción.	Producto del insuficiente refuerzo de estribos en la zona de anclaje.	x			

Del Cuadro 1 y de acuerdo a la calificación de la gravedad según el ACI 364.1R, (1994). Para la evaluación del edificio de la UNC - Sede Jaén Local Central, se tiene:

- Las fallas por etapa de diseño constituyen (cargas excesivas, aplastamiento) y las fallas en la etapa de ejecución o construcción (mala distribución de la armadura, falta de adherencia de muros y vigas) son de carácter LEVE.
- Las fallas por acciones físicas del concreto (Retracción Hidráulica), fallas en la etapa de diseño (falta de juntas de construcción y confinamientos de los muros, deficiente protección de la estructura frente a la humedad) y exposición ambiental (presencia de árboles cercanos a la edificación) son de carácter MODERADO.
- Las fallas por acciones mecánicas del concreto (fisuras y por sobrecarga, por flexión, por cortante), por asentamientos diferenciales (suelo medianamente blando, compuestos por arenas arcillosas), presión de la estructura mayor a la capacidad admisible del terreno) son de carácter SEVERO.

4.2. RESULTADOS DE POSIBLES FACTORES PATOLÓGICOS

- ✓ La sobrecarga que existe en la estructura está afectando considerablemente a los muros de albañilería de los pisos inferiores, debido a que los muros cuentan con un espesor de 30cm desde el primer nivel hasta el cuarto nivel pabellón 2.
- ✓ La falta de mantenimiento de la estructura contribuye al desarrollo de fisuras existentes, lo cual no se interviene para conocer sus causas que las producen.
- ✓ Errores constructivos debido a la ineficiente instalación de los aparatos sanitarios, facilitando la fuga de agua ocasionando la filtración en las losas, manifestándose a través de manchas y posterior fisuración.
- ✓ La presencia de lluvias constantes provoca humedecimiento de la estructura debido a la falta de protección, manifestándose a través de descascaramiento, manchas esto facilita a los diferentes agentes patológicos para desarrollarse y debilitar a las superficies expuestas.

4.3. RESULTADOS ENSAYO DE ESCLEROMETRIA

Especificaciones a considerar según la Norma Española UNE 12504-2, especifica lo siguiente:

- a). El índice de rebote determinado por este método puede usarse para la comprobación de la uniformidad del concreto in situ, para delimitar zonas o áreas de pobre calidad u concreto deteriorado en estructuras.
 - b). El método de ensayo no debe ser entendido como una alternativa a la determinación de la resistencia a la compresión del hormigón (EN 12390-3) pero con una adecuada correlación se puede estimar la resistencia in situ.
- ✓ El valor estimativo de la resistencia del concreto se obtiene con un error permisible de 20 a 25%.
 - ✓ Este método consiste en la obtención de resultados con una seguridad o precisión del 80%, sin embargo se debe tomar en cuenta que este método de prueba no es conveniente como la base para la aceptación o el rechazo de la calidad del concreto.

De los objetivos planteados para este ensayo se obtuvieron los siguientes resultados:

- 1) Para estimar la resistencia de concreto de cada uno de los elementos estructurales del Edificio de la UNC - Sede Jaén Local Central, según la edad que este tiene (30 años de servicio), se consideró como referencia la resistencia del concreto a una edad de 5 años según la siguiente Tabla 8.

Tabla 7: Relación entre la Resistencia a la Compresión del Concreto a diferentes Edades.

TIEMPO	7 Días	14 Días	28 Días	90 Días	6 Meses	1 Año	2 Años	5 Años
$f'_{c(t)}/ f'_{c_{28}}$	0.67	0.86	1	1.17	1.23	1.27	1.31	1.35

Fuente: (Harmsen, 2002).

Por lo tanto:

$$f'_{c_{(5años)}} \approx 1.35 * f'_{c_{28}}$$

De acuerdo a las resistencias de diseño convencional y debido a que no se cuenta con datos sobre la resistencia de diseño utilizado y por ende no contar con los planos del edificio de la UNC - Sede Jaén Local Central, debido a la importancia de la estructura se consideró una resistencia de diseño de ($f'c=210$ kg/cm²), también se proyectó la resistencia del concreto a una edad de 5 años según la Tabla 8.

Tabla 8: Relación entre las Resistencias de Diseño asumido del Concreto y la Resistencia Proyectada a 5 años.

RESISTENCIA	
DISEÑO	PROYECTADA
$f'c$ (kg/cm ²)	$f'c$ (5años)
140	189.00
175	236.25
210	283.50

Fuente: (Mostacero Jáuregui, 2016).

2) La resistencia del concreto obtenida con el esclerómetro en vigas y columnas se muestra en los Cuadros 2a, b, c, d, e.

Cuadro 2a: Resistencia del Concreto en Columnas.

PRIMER NIVEL – PABELLON 1			PRIMER NIVEL – PABELLON 2		
ELEMENTO ESTRUCTURAL	PROMEDIO N° REBOTE	RESISTENCIA $f'c$ (kg/cm ²)	ELEMENTO ESTRUCTURAL	PROMEDIO N° REBOTE	RESISTENCIA $f'c$ (kg/cm ²)
C-7	-	-	C-31	42	304
C-8	-	-	C-32	40	280
C-12	-	-	C-33	41	296
C-13	-	-	C-34	42	304
C-16	-	-	C-35	42	304
C-18	44	336	C-36	39	272
C-21	43	320	C-37	40	280
C-22	44	336	C-38	41	296

Del Cuadro 2a se promedió las resistencias de las columnas C18, C21 y C22 se obtuvo una $f'c= 330.67$ kg/cm² y según la tabla 8 esta resistencia correspondería a una resistencia de diseño de $f'c = 210$ kg/cm². Para las columnas C31, C33 a C35 y C38 tienen una resistencia

de $f'c = 300.8 \text{ kg/cm}^2$, según la tabla 8 esta resistencia correspondería a una resistencia de diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Para las columnas C32, C36 y C37 se promedió sus resistencias obteniendo un $f'c = 277.33 \text{ kg/cm}^2$ y según la tabla 8 esta resistencia correspondería a una resistencia de diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Cuadro 2b: Resistencia del Concreto en Columnas.

SEGUNDO NIVEL – PABELLON 1			SEGUNDO NIVEL – PABELLON 2		
ELEMENTO ESTRUCTURAL	PROMEDIO N° REBOTE	RESISTENCIA $f'c$ (kg/cm ²)	ELEMENTO ESTRUCTURAL	PROMEDIO N° REBOTE	RESISTENCIA $f'c$ (kg/cm ²)
C-8	-	-	C-32	40	280
C-12	-	-	C-33	41	296
C-13	-	-	C-34	-	-
C-16	-	-	C-35	-	-
C-18	44	336	C-36	39	272
C-21	43	320	C-37	40	280
C-22	43	320	C-38	40	280

Del Cuadro 2b se promedió las resistencias de las columnas C18, C21 y C22 se obtuvo una $f'c = 325.33 \text{ kg/cm}^2$ y según la tabla 8 esta resistencia correspondería a una resistencia de diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Para las columnas C32, C33, C36, C37, C38, se promedió sus resistencias obteniendo un $f'c = 281.6 \text{ kg/cm}^2$ y según la tabla 8 esta resistencia correspondería a una resistencia de diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Cuadro 2c: Resistencia del Concreto en Columnas.

TERCER NIVEL – PABELLON 2			CUARTO NIVEL – PABELLON 2		
ELEMENTO ESTRUCTURAL	PROMEDIO N° REBOTE	RESISTENCIA $f'c$ (kg/cm ²)	ELEMENTO ESTRUCTURAL	PROMEDIO N° REBOTE	RESISTENCIA $f'c$ (kg/cm ²)
C-32	38	256	C-32	36	232
C-33	-	-	C-33	-	-
C-34	-	-	C-34	37	248
C-35	37	248	C-35	-	-
C-36	38	256	C-36	36	232
C-37	-	-	C-37	-	-
C-38	38	256	C-38	37	248

Tercer Nivel – Pabellón 2

Del Cuadro 2c se promedió las resistencias de las columnas C32, C35, C36 y C38, se obtuvo una $f'c = 254 \text{ kg/cm}^2$ y según la tabla 8 esta resistencia correspondería a una resistencia de diseño de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

Cuarto Nivel – Pabellón 2

Para las columnas C32, C34, C36 y C38, se promedió sus resistencias obteniendo un $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ y según la tabla 8 esta resistencia correspondería a una resistencia de diseño de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

Cuadro 2d: Resistencia del Concreto en Vigas.

PRIMER NIVEL – PABELLON 1 Y 2			SEGUNDO NIVEL – PABELLON 1 Y 2		
ELEMENTO ESTRUCTURAL	PROMEDIO N° REBOTE	RESISTENCIA $f'c$ (kg/cm ²)	ELEMENTO ESTRUCTURAL	PROMEDIO N° REBOTE	RESISTENCIA $f'c$ (kg/cm ²)
V.P. - 1	42	304	V.P. - 1	42	304
V.P. - 2	42	304	V.P. - 2	42	304
V.P. - 3	41	296	V.P. - 3	40	280
V.P. - 4	40	280	V.P. - 4	41	296
V.P. - 5	37	248	V.P. - 5	-	-
V.P. - 6	36	232	V.P. - 6	36	232
V.P. - 7	38	256	V.P. - 7	38	256

Primer Nivel – Pabellón 1 y 2

Del Cuadro 2d se promedió las resistencias de las vigas VP1 a VP4, se obtuvo una $f'c = 296 \text{ kg/cm}^2$ y según la tabla 8 esta resistencia correspondería a una resistencia de diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Para las vigas VP5 a VP7, se promedió sus resistencias obteniendo un $f'c = 245.33 \text{ kg/cm}^2$ y según la tabla 8 esta resistencia correspondería a una resistencia de diseño de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

Segundo Nivel – Pabellón 1 y 2

Del Cuadro 2d se promedió las resistencias de las vigas VP1 a VP4, se obtuvo una $f'c = 296 \text{ kg/cm}^2$ y según la tabla 8 esta resistencia correspondería a una resistencia de diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Para las vigas VP6 y VP7, se promedió sus resistencias obteniendo un $f'c = 244$

kg/cm² y según la tabla 8 esta resistencia correspondería a una resistencia de diseño de $f'c=175$ kg/cm².

Cuadro 2e: Resistencia del Concreto en Vigas.

TERCER NIVEL – PABELLON 2			CUARTO NIVEL – PABELLON 2		
ELEMENTO ESTRUCTURAL	PROMEDIO N° REBOTE	RESISTENCIA A $f'c$ (kg/cm ²)	ELEMENTO ESTRUCTURAL	PROMEDIO N° REBOTE	RESISTENCIA $f'c$ (kg/cm ²)
V.P. - 4	-	-	V.P. - 4	-	-
V.P. - 5	36	232	V.P. - 5	34	208
V.P. - 6	35	224	V.P. - 6	34	208
V.P. - 7	36	232	V.P. - 7	-	-

Tercer Nivel – Pabellón 2

Del Cuadro 2e se promedió las resistencias de las vigas VP5 a VP7, se obtuvo una $f'c=229.33$ kg/cm² y según la tabla 8 esta resistencia correspondería a una resistencia de diseño de $f'c=175$ kg/cm².

Cuarto Nivel – Pabellón 2

Del Cuadro 2e se promedió las resistencias de las vigas VP5 y VP6, se obtuvo una $f'c=208$ kg/cm² y según la tabla 8 esta resistencia correspondería a una resistencia de diseño de $f'c=140$ kg/cm².

4.4. RESULTADOS DE ESTUDIO DE SUELOS

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante la investigación de campo realizada con la exploración de calicata y luego de haber observado los diferentes estratos extraídos mediante muestras de la misma calicata, se concluyó que a cierta profundidad de excavación las muestras eran muy semejantes. Por lo tanto se analizaron 2 estratos, uno a 1.50 m y el siguiente a 2.00 m de profundidad.

Resultados de los ensayos de suelos se muestran en los Cuadros 3 y 4 y la clasificación de suelo se muestra en el Cuadro 5.

Cuadro 3: Resultados de Ensayos de Propiedades Físicas y Límites de Consistencia.

CALICATA	ESTRATO	PROFUNDIDAD (m)	W%	P.e. (gr/cm ³)	LÍMITES DE CONSISTENCIA		
					L.L.	L.P.	I.P.
C - 1	E-1	De -0.50 a -2.00	14.25	1.90	34.99	23.33	11.66

Del Cuadro 3, se determinó las propiedades físicas del estrato de suelo estudiado, los cuales nos permitirán determinar la clasificación del suelo por SUCS de acuerdo a los límites de consistencia (L.L. e I.P.).

Cuadro 4: Resultados Ensayo de Granulometría.

GRANULOMETRIA (Método por Tamizado)						
CALICATA	ESTRATO	PROFUNDIDAD (m)	% QUE PASA			
			N°4	N°10	N°40	N°200
C - 1	E-1	De -0.50 a -2.00	91.91	80.23	65.78	44.50

Cuadro 5: Clasificación de los Suelos según SUCS.

CALICATA	ESTRATO	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN SUELOS
			S.U.C.S.
C - 1	E-1	De -0.50 a -2.00	SC

Del Cuadro 5, se puede apreciar que a una profundidad de -0.50 m y -2.00m los estratos encontrados son los mismos, lo cual se observó que tienen las mismas características. Según el sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.), el tipo de suelo que predomina es:

- **SC:** Arenas arcillosas de color beige oscuro de consistencia semi- suelta de mediana a baja plasticidad.

Del ensayo de corte directo podemos tener como resultados la cohesión y el ángulo de fricción interna, los cuales nos permitirán determinar la capacidad portante del suelo, lo cual se muestran en el Cuadro 6.

Cuadro 6: Resultados Corte Directo y Capacidad Portante.

CORTE DIRECTO Y CAPACIDAD PORTANTE					
CALICATA	ESTRATO	PROFUNDIDAD (m)	COHESIÓN (C) kg/cm²	ANGULO DE FRICCIÓN (Ø)	qu (kg/cm²)
C - 1	E-1	De -0.50 a -1.50	0.15	21.5°	0.87
	E-2	De -1.50 a -2.00	0.15	21.5°	0.98

Del Cuadro 6, se muestra la capacidad de carga para la calicata C1 de la parte interior del edificio de la UNC - Sede Jaén Local Central es:

- A -1.50 m. de profundidad: **qu = 0.87 Kg/cm²**
- A -2.00 m. de profundidad: **qu = 0.98 Kg/cm²**

De la capacidad de carga obtenida y de acuerdo a la Tabla 5 se puede deducir que el suelo donde se cimenta el edificio de la UNC - Sede Jaén – Local Central, pertenece a un suelo Medianamente Blando, compuestos por arenas arcillosas de color beige oscuro de consistencia semi- suelta de mediana a baja plasticidad, lo cual significa que es suelo regular y que están sujetos a cambios de volumen levemente bajos debido a la gran cantidad de material grueso 91.91% que pasa el tamiz n°4.

Del ensayo de Corte Directo, se determinó los rangos de valores de la Resistencia al Corte (τ) en condición no drenada (Anexo N°04: Gráfica Esf. Corte Vs. Esf. Normal), estando comprendida entre los valores de 0.35 y 0.74 (kg/cm²), por lo tanto de la Tabla 6 se puede indicar que el perfil del suelo es: **Tipo S3** (Suelos flexibles o con estratos de gran espesor).

4.5. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA MEJORAR Y AMPLIAR LA VIDA ÚTIL DE LA ESTRUCTURA

➤ Mantenimiento de las Edificaciones

El Mantenimiento comprende los trabajos de carácter preventivo o planificado que se realizan en las edificaciones, durante su vida útil para conservar las propiedades y capacidades funcionales, subsanar las deficiencias o afectaciones que son provocadas por la acción del uso, agentes atmosféricos o su combinación, sin que sus elementos componentes fundamentales

sean objeto de modificación o sustitución parcial o total. Según (Navarro y Pino, 2011) se clasifican en dos tipos de mantenimientos:

- ✓ **Mantenimiento Preventivo:** Toda medida tomada con antelación y previsión, durante el período de uso y mantenimiento de la estructura. Como ejemplo puede ser citado la eliminación del moho ácido y la limpieza de la fachada, resanes y remedios de las superficies expuestas, pinturas con barnices hidrófugos, renovación y construcción de botaguas, ranuras de goteros, pretilas y otras medidas de protección.

- ✓ **Mantenimiento Correctivo:** Trabajos de diagnóstico, pronóstico, reparación y protección de las estructuras que ya presentan manifestaciones patológicas, o sea corrección de problemas evidentes.

- **Adoptar Criterios Generales para la Prevención de Patologías según:** (Florentín y Granada, 2009):
 - ✓ Buen diseño arquitectónico en su forma y orientación.
 - ✓ Correcta documentación en obra, el detalle constructivo.
 - ✓ Correcta selección del sistema constructivo, adecuado al diseño, al clima del lugar y al tipo de suelo.
 - ✓ Observancia de las normas constructivas.
 - ✓ Coordinación de tareas y fiscalización continua de la obra.
 - ✓ Control de calidad de los materiales y de la mano de obra.

- **Prevención de los Acabados en Estructuras con Pinturas y Barnices según:** (Florentín y Granada, 2009):

Protegen la superficie del sustrato y le confieren cualidades de las que éste carece, pero es importante que dicha superficie reúna las condiciones de calidad para evitar la transferencia de patologías a los acabados de pinturas y barnices.

Habitualmente protegen al sustrato contra la acción del agua, evitan la presencia de humedades, de las acciones del calor y los rayos ultra violetas y defienden a la superficie tratada de la contaminación atmosférica.

Propiedades de los acabados de pinturas y barnices de buena calidad:

- ✓ Limitar la penetración de agua en los muros y controlar la difusión del vapor.
- ✓ Absorber las condensaciones superficiales de corta duración.
- ✓ Mejorar los comportamientos físicos y químicos de los materiales protegidos.
- ✓ Reforzar la capa superficial y hacerla más dura y resistente.
- ✓ Adherirse fácilmente al soporte y quedar fijados en él.
- ✓ No deteriorarse con el paso del tiempo, ni mediante las acciones agresivas del exterior, ni las de la propia naturaleza del sustrato.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- ✓ Se logró determinar la presencia de patologías en el edificio de la UNC - Sede Jaén – Local Central, las cuales son: Patologías en el concreto armado provocadas por acciones físicas (retracción hidráulica), acciones mecánicas (fisuras por flexión, por adherencia y anclaje). Fallas en elementos no estructurales, provocados por (cargas excesivas, aplastamiento), fallas provocadas por asentamientos diferenciales en el suelo (arenas arcillosas, capacidad admisible del terreno regular). Fallas producidas en la etapa de diseño y construcción debido al inadecuado proceso constructivo.

- ✓ De acuerdo a la inspección técnica se determinó el estado actual de los siguientes elementos estructurales:
 - Columnas del primer y segundo piso (pabellón 1 y 2): no presentan fisuras solo en el segundo piso existe una columna que presenta fisuras producto del insuficiente refuerzo de estribos en la zona de anclaje (falla en la etapa de construcción), (C16, segundo piso pabellón 1).
 - Las columnas del tercer piso y cuarto piso (pabellón 2): no presentan fisura alguna.
 - Las vigas primer piso y segundo piso (pabellón 1 y 2): en el primer piso no existe fisuras tanto vigas principales como en vigas secundarias, solo en el segundo piso existe fisuras en las vigas secundarias siendo las fallas más resaltantes causadas por sobrecarga, insuficiente refuerzo transversal, asentamiento diferencial. (V.S. pórtico E /segundo piso, V.S. pórtico F / segundo piso).
 - Las vigas del tercer piso y cuarto piso (pabellón 2): se concluye que no existe fisuras tanto vigas principales como en vigas secundarias.
 - Los muros de albañilería del primer piso y segundo piso (pabellón 1 y 2): presentan un estado crítico desde el primer piso, producto de sobrecargas, asentamientos diferenciales, en el segundo piso existen fisuras verticales generadas por aplastamiento, fallas por sobrecarga, además existe la presencia de manchas debido al inadecuado proceso constructivo y falta de protección hacia la estructura. (muro primer piso: eje 6-6/tramo B-D, muros segundo piso: eje 9-9/tramo C-D, eje C-C/tramo 7-8, eje D-

D/tramo 8-9, eje 6-6/tramo B-D, eje E-E/tramo 3-4, eje F-F/tramo 4-5, eje 7-7/tramo C-D, eje D-D/tramo 3-5).

- Los muros de albañilería evaluados en el tercer piso y cuarto piso (pabellón 2): también existe un estado crítico en el tercer piso, debido a las sobrecargas excesivas, aplastamiento, fallas en la etapa de diseño. (ventana tercer piso: eje 7-7/tramo C-D). Además en el cuarto piso no existen ningún tipo de fisuras en los muros de albañilería.

- ✓ Losas aligeradas: solo existen fisuras en el segundo piso y tercer piso del pabellón 2, lo cual son generadas por retracción hidráulica (acciones físicas), manchas por la humedad que produce las filtraciones de agua de los servicios sanitarios. Además existe fisuras con dirección longitudinal y paralelas entre ellas siguiendo la dirección de las viguetas.

- ✓ De acuerdo al ensayo de Esclerometría se determinó la resistencia del concreto, obteniendo que de las 25 columnas ensayadas, 17 de ellas presentan una resistencia por superior o igual a $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, 8 de ellas presentan una resistencia por encima o igual a $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y de las 18 vigas principales ensayadas, 8 presentan una resistencia por encima o igual a $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, 8 de ellas presentan una resistencia por encima o igual a $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y 2 de ellas presentan una resistencia por encima o igual a $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$. Esto significa que un 11% en de las vigas ensayadas no cumplirían con una resistencia adecuada.

- ✓ Se determinó la capacidad portante del suelo donde se ubica el edificio de la UNC - Sede Jaén – Local Central, siendo la consistencia del suelo “Medianamente Blando” según la clasificación de Alva Hurtado, 2012. Este tipo de suelo está sujeto a cambios de volumen levemente bajos debido a la presencia de un suelo areno arcilloso, y la gran cantidad de material grueso 91.91% que pasa el tamiz n°4.

- ✓ Las diversas patologías encontradas en la evaluación del edificio de la UNC - Sede Jaén – Local Central son debido a: fallas en el diseño (deficiente sistema de drenaje de aguas, falta de cubiertas para la protección de las lluvias hacia las estructuras), construcción (exceso y falta de recubrimiento en columnas y vigas, insuficiente refuerzo transversal en vigas,

insuficiente refuerzo de estribos en la zona de anclaje en columna), al tipo de suelo (suelo con presencia de arenas arcillosas medianamente blando de consistencia semi- suelta de mediana a baja plasticidad), asentamientos diferenciales y exposición ambiental (filtración de agua de lluvia en losas y muros, presencia de hierbas y árboles cerca de la edificación).

- ✓ De acuerdo a los registros obtenidos en la ficha de inspección técnica y evaluación patológica (Anexo N°1), se logró determinar la presencia de fisuras en elementos estructurales con menor incidencia. Los muros de albañilería presentan un gran porcentaje de fallas mediante fisuras, estos debido principalmente a las sobrecargas existentes.

5.2. RECOMENDACIONES:

- ✓ Mediante la investigación realizada se propone las siguientes alternativas de solución y recomendaciones para disminuir los procesos patológicos y mejorar la vida útil de las estructuras:
 - Fisuras por flexión y cortante: Se deben apuntalar el elemento y verificar el proceso que sigue la fisura, si se estabiliza se procede a reforzarlo.
 - Fisuras por retracción hidráulica: Existen fisuras delgadas que pueden cicatrizar, las gruesas se solucionan con inyecciones de resinas epoxi. Utilizar juntas de retracción que permitan expansiones y contracciones del concreto (altas y bajas temperaturas), fundamentalmente en elementos de grandes superficies.
 - Fisuras por adherencia y anclaje: Realizar un reforzamiento del elemento mediante la colocación de componentes de acero en paralelo de perfiles en U o C formados por soldaduras.
 - Asentamientos por presencia de suelos expansivos (arcillas): Es necesario la intervención sobre las propiedades del suelo para mejorar su comportamiento, la estabilización de un edificio implica técnicas muy costosas además del requerimiento de personal altamente capacitado para realizar este tipo de mejoramientos del suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI Perú, Julio 2016. Primera edición. Durabilidad y patologías de estructuras de concreto. 150 pág.
- Astorga y Rivero, 2009. Centro de investigación en gestión integral de riesgos. Patologías en las edificaciones, módulo iii – sección iv. 44 pág.
- Florentín y Granada, 2009. Patologías constructivas, en los edificios. Prevenciones y soluciones. Paraguay, Facultad de arquitectura, diseño y arte. 115 pág.
- Del Río Bueno, A. 2008. Patología, reparación y refuerzo de estructuras de hormigón armado de edificación: causas de intervención. 1° ed. Madrid, E.T.S. Arquitectura. 80pag.
- Valverde Vidal, K. 2016. Artículo Científico, “Evaluación de las Patologías del Concreto del Cerco Perimétrico de la Institución Educativa Amanda Miasta”. 15 pág.
- Mostacero Jáuregui, M. 2016. Patología del Edificio 1b de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, Tesis para optar el título de Ing. Civil. Universidad Nacional de Cajamarca. Facultad de Ingeniería. Cajamarca. 201 pág.
- Helene y Pereira, 2003. Manual de rehabilitación de estructuras de hormigón, Reparación, Refuerzo y Protección. Sao Paulo. 586 pág.
- Carreño y Serrano, 2005. Metodología de evaluación en patología estructural. Proyecto de Grado Ing. Civil. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería. Bucaramanga. 377 pág.
- Cardona, 2011. Patologías en estructuras de concreto reforzado: recopilación de información y procedimientos necesarios para entender y tratar una patología en estructuras de concreto reforzado. (en línea). Consultado 15 jun. 2015. Disponible en <http://patologiasestructurasconcreto.blogspot.pe/p/principios-basicos-para-el.html>
- Gómez y Palacios, 2011. Principales causas y posibles soluciones de las reclamaciones a nivel patológico en sistemas de edificaciones aporcadas. Universidad de Medellín, especialización gerencia de construcciones Medellín. 58 pág.
- Avendaño Rodríguez, 2006. Detección, tratamiento y prevención de patologías en sistemas de concreto estructural utilizados en infraestructura industrial. Proyecto de

graduación – Ing. Civil. Universidad de Costa Rica, Facultad de Ingeniería. San José, C. R. 144 pág.

- Muñoz Muñoz, H. 2001. Evaluación y diagnóstico de las estructuras en concreto. Instituto del concreto asocreto. Bogotá D.C. 11 pág.
- Pérez Valcárcel, J. 2000. Patología de estructuras de hormigón armado. 35 pág. Recuperado de <http://www.udc.es/dep/dtcon/estructuras/ETSAC/Publicaciones/pub-val/Patologia/trasparencias%20patologia.pdf>
- Sánchez de Guzmán, D. 1996. Tecnología del concreto y del mortero. 3ra ed. Bogotá – Colombia. 286 pág. Recuperado de https://books.google.com.pe/books?id=EWq-QPJhsRAC&pg=PA171&lpg=PA171&dq=Cambios+volum%20C3%A9tricos+en+estado+pl%20C3%A1stico+sanchez+de+guzman&source=bl&ots=gXL-EkoXJp&sig=vrJtO1oy7E4I_B7euAWasIUIiyI&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwivmqCOsdrUAhUENSYKHxEqD70Q6AEIJDA#v=onepage&q=Cambios%20volum%20C3%A9tricos%20en%20estado%20pl%20C3%A1stico%20sanchez%20de%20guzman&f=false
- Cárcamo Reyes, M. 2003. Agrietamiento del concreto en estado plástico. Unidad de Investigación y Desarrollo Vial. San Salvador, el Salvador. 11 pág.
- Ottazzi Pasino, G. 2004. Material de Apoyo para la Enseñanza de los Cursos de Diseño y Comportamiento del Concreto Armado. Tesis para optar el grado académico de Magíster en Ing. Civil. Lima – Perú. 162 pág.
- Broto, C. 2009. Enciclopedia Broto de patologías de la construcción. 16° ed. Barcelona, ES, Links International. 1389 pág.
- Stuardo Pérez, K. 2008. Metodología de evaluación estructural de elementos de hormigón armado existentes. Tesis Ing. Civil. Universidad Católica de la Santísima Concepción. Facultad de Ingeniería. Concepción, Ch. 213 pág.
- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. 2000. Revista Construcción y Tecnología. Recuperado de <http://www.imcyc.com/revista/2000/dic2000/carbonatacion.htm>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2009. RNE (Actualizado en Marzo 2017): N.T. E.060 Concreto armado. El peruano, Lima, Perú.

- Astorga A. y Rivero P. 2009. Causas, identificación y posibles soluciones para las fisuras, módulo iii – sección v. Centro de investigación en gestión integral de riesgos. 22 pág.
- Damián Jara, M. 2013. Predicción de la respuesta sísmica de muros de albañilería confinada empleando redes neuronales artificiales. Proyecto de grado de maestro en Ing. Estructural. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Lima – Perú. 94 pág.
- ASEFA, ES. 2015. Patología de la edificación 37: daños en elementos no estructurales, parte I. Recuperado de <http://www.asefa.es/comunicacion/patologias/508-37-danos-en-elementos-no-estructurales>
- Basset Salom, L. 2015. Patología de las cimentaciones: causas. Mecánica de medios continuos y teoría de estructuras. Universidad Politécnica de Valencia. 09 Pág. Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/51873/Patolog%C3%ADa%20de%20las%20cimentaciones%20causas.pdf?sequence=3>
- ASEFA, ES. 2015. Patología de la edificación 51: patologías en cimentaciones. Análisis de grietas, parte II. Recuperado de <https://www.asefa.es/comunicacion/patologias/51-patologias-en-cimentaciones-analisis-de-grietas-2o-parte>
- Navarro Campos y Pino Velázquez, 2011. Patología, Diagnóstico y Rehabilitación de Edificaciones, Cuenca - Ecuador. 264 pág.
- Blanco Blasco, A. 2010. Enseñanzas de los últimos sismos en Perú. (En línea). Lima, PE. Recuperado de <http://www.abbings.com/conferencias.html>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2017. RNE (Actualizado en Mayo 2018): N.T. E.030, Diseño sismorresistente. Lima, Perú. 79 Pág.
- Aragón Fitera, J. 2010. Análisis estadístico de la patología de forjados de hormigón armado en la edificación Gallega. Tesis Doctoral. Universidad de la Coruña. 332 Pág. Recuperado de file:///C:/Users/USER/Downloads/AragonFitera_Jorge_TD_2011.pdf
- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto AC. 2009. Problemas, causas y soluciones: Determinación del índice de rebote utilizando el dispositivo conocido

como esclerómetro. 05 Pág. Recuperado de <http://www.imcyc.com/ct2009/mar09/PROBLEMAS.pdf>

- UA (Universidad de Alicante, ESPAÑA). (2008 – 2009). Prácticas de Materiales de Construcción – I.T. Obras Públicas. Práctica N° 15. 09 Pág. Recuperado de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/10998/34/Pr%C3%A1ctica%20N%C2%BA%2015%20_Ensayos%20de%20informaci%C3%B3n%20complementaria.pdf
- Alva Hurtado, J. 2012. Diseño de Cimentaciones. 227 Pág.
- ACI 364.1R .1994. Guide for evaluation of concrete structures prior to rehabilitation.
- UNE-EN 12504-2, 2002. Ensayos de hormigón en estructuras, Parte 2: Ensayos no destructivos, Determinación del índice de rebote. Norma Española.
- Harmsen, Teodoro E. (2002). Diseño de Estructuras de Concreto Armado. 3° edición. Pontificia Universidad Católica del Perú. Perú. 683 Pág.

ANEXO - N°01

“Fichas de Evaluación Patológica”

FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN PATOLÓGICA			
"PATOLOGÍA DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL"			
RESPONSABLE: Edwin Sánchez Zulueta		FICHA N°:	01
FECHA DE INSPECCIÓN: 10/11/2017			
1. GENERALIDADES DE LA EDIFICACIÓN			
NOMBRE DE LA EDIFICACIÓN: Edificio de la UNC - Sede Jaén Local Central			
DIRECCIÓN O UBICACIÓN: Plaza de Armas de la Ciudad de Jaén			
NÚMERO DE PISOS: P1: 02 y P2: 04			
ÁREA DE CONSTRUCCIÓN:			
PRIMER PISO (P1+P2): 856.93 m2.			
SEGUNDO PISO (P1+P2): 920.56 m2.			
TERCER Y CUARTO PISO (P2): 334.86 m2.			
AREA TOTAL (P1+P2): 2112.35 m2			
2. HISTORIAL DE LA EDIFICACIÓN			
PROPIETARIO: UNC- Sede Jaén		AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1987	
TIPO DE USO: Educacional y Oficinas.		AÑOS DE SERVICIO: 30 años	
CONSTRUCTOR: No se tiene datos.			
3. REGISTROS DE CONSTRUCCIÓN			
PLANOS DE OBRA:			
<ul style="list-style-type: none"> - Arquitectura: NO - Estructuras: NO - Inst. Eléctricas: NO - Inst. Sanitarias: NO - Cuaderno de Obra: NO 			
4. DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL			
CIMENTACIÓN: No se pudo determinar el tipo de cimentación utilizado durante la construcción debido a que no se cuenta con los planos correspondientes.			
SISTEMA ESTRUCTURAL: La estructura del edificio de la UNC - Sede Jaén Local Central, está conformado por un sistema aporticado de concreto armado: pabellón 1 de dos niveles y pabellón 2 de cuatro niveles, con muros de albañilería, con columnas de 40x60cm, 30x60cm, 30x30cm y VP de 40x60cm.			
SISTEMA DE CUBIERTA O ENTREPISO: El sistema de cubierta o entrepiso de los 2 pabellones está formado por losas aligeradas, de 25 cm de alto para el primer nivel y 20 cm de alto para el segundo nivel, además el tercer y cuarto nivel del pabellón 2 también tiene 20 cm de alto.			
MATERIALES: No se logró determinar qué tipo de materiales se utilizaron para el concreto en la construcción del edificio, debido a que no se cuenta con un registro del proceso constructivo realizado o un cuaderno de obra.			
PROCESOS CONSTRUCTIVOS: No se pudo constatar el proceso constructivo del edificio, debido a que no se cuenta con registros.			
REGLAMENTOS UTILIZADOS: No se pudo verificar el proceso constructivo del edificio, debido a que no se cuenta con registros. Lo cual se estima que hayan utilizado el Primer Reglamento Nacional de Construcciones del Perú que se publicó en 1970. Ya que dicha construcción se culminó en el año de 1987.			

FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN PATOLÓGICA

"PATOLOGÍA DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL"

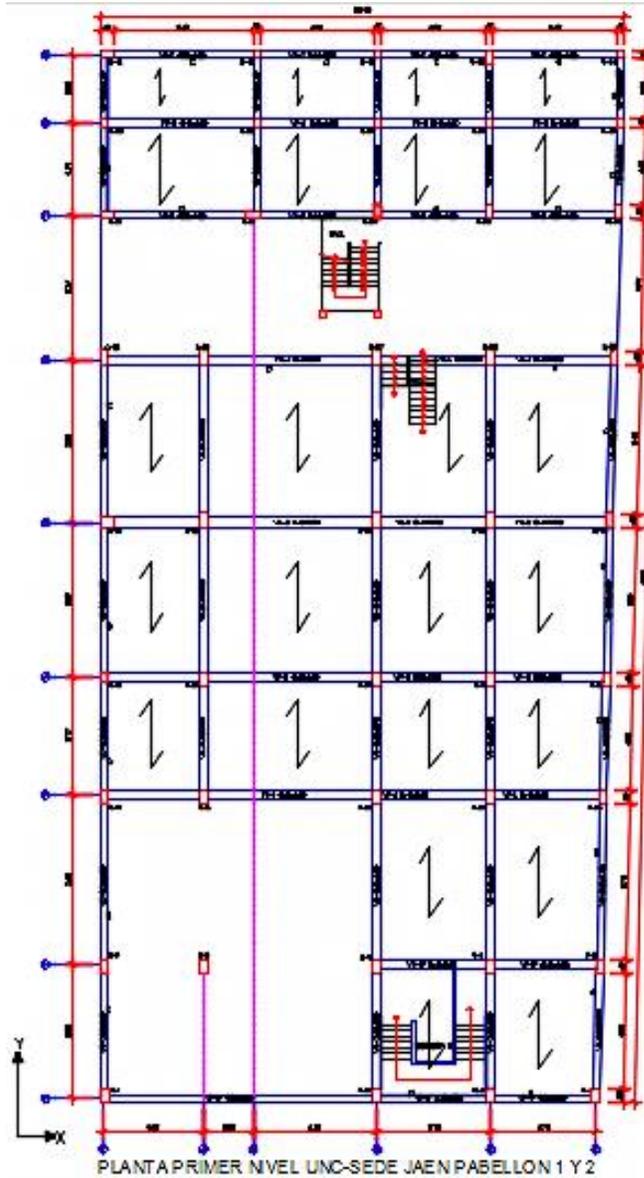
RESPONSABLE: Edwin Sánchez Zulueta

FECHA DE INSPECCIÓN: 10/11/2017

FICHA N°:

02.1

5. CROQUIS: VISTA EN PLANTA PRIMER NIVEL



FORMA EN PLANTA:

REGULAR:

IRREGULAR:

OBSERVACIONES:

- El espesor de la losa del primer nivel es 25 cm las superiores son de 20 cm.

FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN PATOLÓGICA

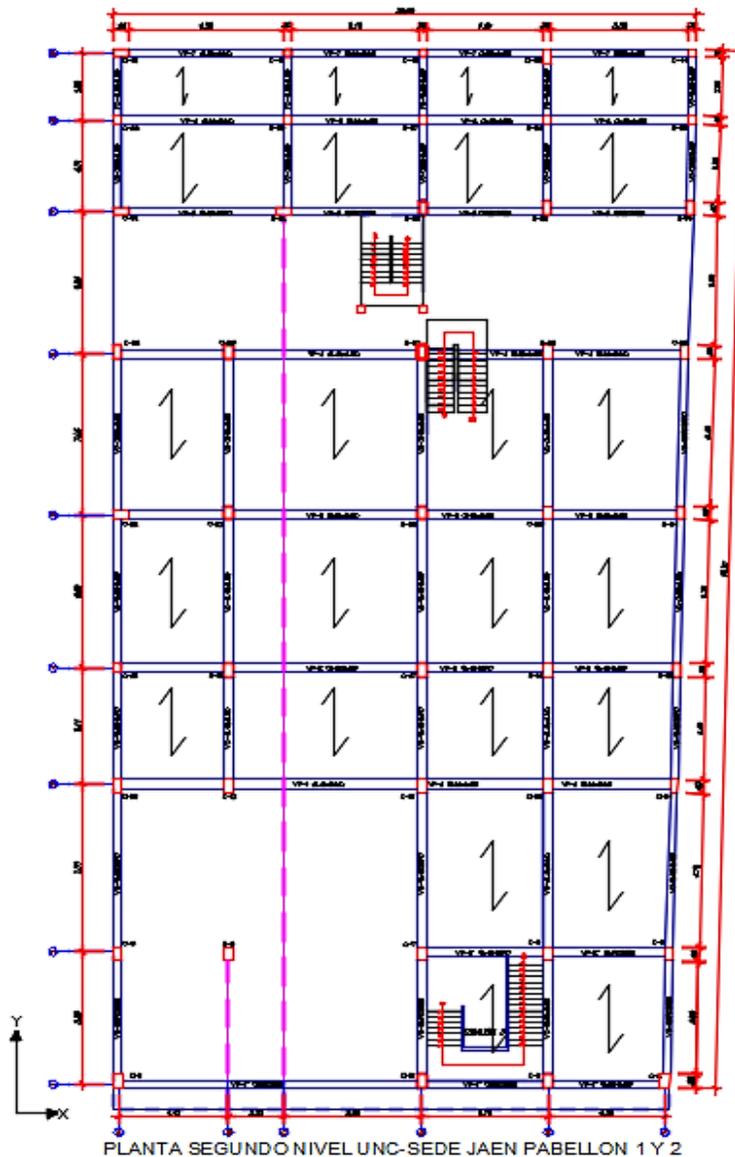
"PATOLOGÍA DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL"

RESPONSABLE: Edwin Sánchez Zulueta

FECHA DE INSPECCIÓN: 10/11/2017

FICHA N°: 02.2

5. CROQUIS: VISTA EN PLANTA SEGUNDO NIVEL



FORMA EN PLANTA:

REGULAR:

IRREGULAR:

OBSERVACIONES:

- El espesor de la losa del segundo nivel es de 20 cm, además el aligerado del techo tiene voladizo solo en la parte delantera de la estructura.

FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN PATOLÓGICA

"PATOLOGÍA DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL"

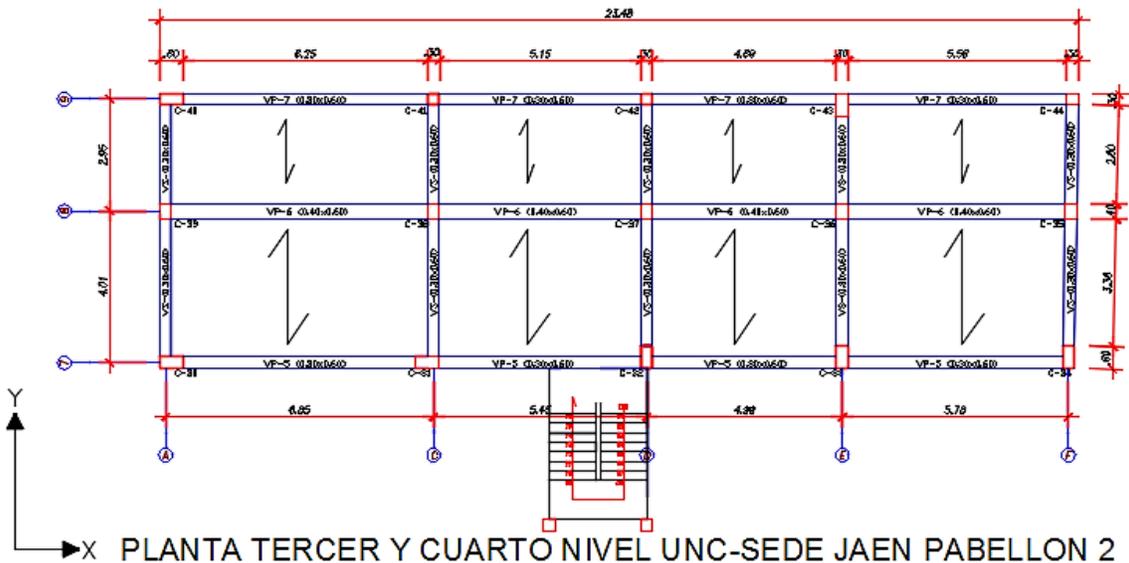
RESPONSABLE: Edwin Sánchez Zulueta

FECHA DE INSPECCIÓN: 10/11/2017

FICHA N°:

02.3

5. CROQUIS: VISTA EN PLANTA TERCER Y CUARTO NIVEL (PABELLON 2)



FORMA EN PLANTA:

REGULAR:

IRREGULAR:

OBSERVACIONES:

- El espesor de la losa del tercer nivel es de 20 cm, además el aligerado del techo no presenta voladizo en ningún lado de la estructura.

FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN PATOLÓGICA
"PATOLOGÍA DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL"

RESPONSABLE: Edwin Sánchez Zulueta

FECHA DE INSPECCIÓN: 10/11/2017 **FICHA N°:** 03

6. GENERALIDADES DE INSPECCIÓN VISUAL (SINTOMAS Y LESIONES)

A. FISICAS:

- A.1. HUMEDAD
- A.2. FILTRACIONES/GOTERAS
- A.3. EROSIÓN
- A.4. MANCHAS/RAYADO

PRESENCIA	UBICACIÓN
x	Losas 3° piso. (Fotos N°09)
x	Muros y losas 2° piso. (Fotos N°09 – 10 - 11)
x	Muros y losas 2° piso. (Fotos N°04–09-10-11)

B. MECÁNICAS:

- B.1. DEFORMACIONES
- B.2. FISURAS/GRIETAS

- B.3. DESPRENDIMIENTOS
- B.4. DESPLOMES
- B.5. DESNIVELES
- B.6. PANDEO
- B.7. COLAPSO
- B.8. DILATADO
- B.9. QUEDAMDO
- B.10.OTRAS

x	Vigas, columnas, muros, losas.(Fotos N°01-02-03-04-05-06-07-08-09-12)

C.QUIMICAS:

- C.1. EFLORESCENCIAS
- C.2. OXIDACIÓN/CORROSIÓN

x	Muro y losas (Foto N°09 - 10)

D.ORGANISMOS VIVOS:

- D.1. MOHOS Y HONGOS
- D.2. PLANTAS SUPERFICIALES

x	Azotea del 2° Nivel Pab.1 y 4° Nivel Pab. 2

E.ANTROPOGÉNICOS:

- E.1. ALTERACIÓN VOLUMETRICA
- E.2. ALTERACIÓN ESPACIAL
- E.3. CARENCIA MANTENIMIENTO
- E.4. DISEÑO INADECUADO

x	Vigas , muros y columnas (Foto N°05-10-11-12)

F.OTROS:

FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN PATOLÓGICA

"PATOLOGÍA DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL"

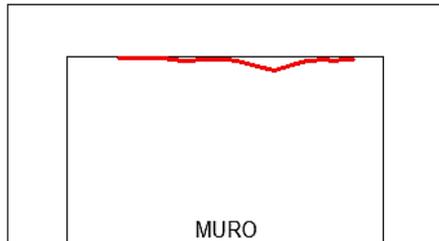
RESPONSABLE: Edwin Sánchez Zulueta

FECHA DE INSPECCIÓN: 10/11/2017

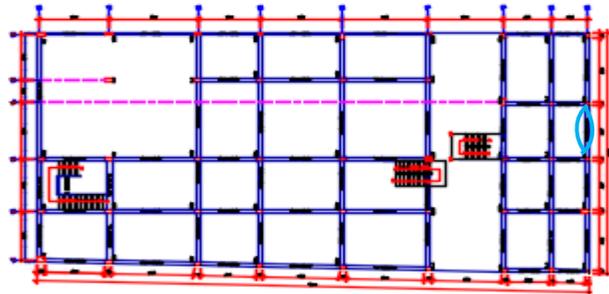
FICHA N°: 04.1

7. RECuento FOTOGRÁFICO

ESQUEMA:



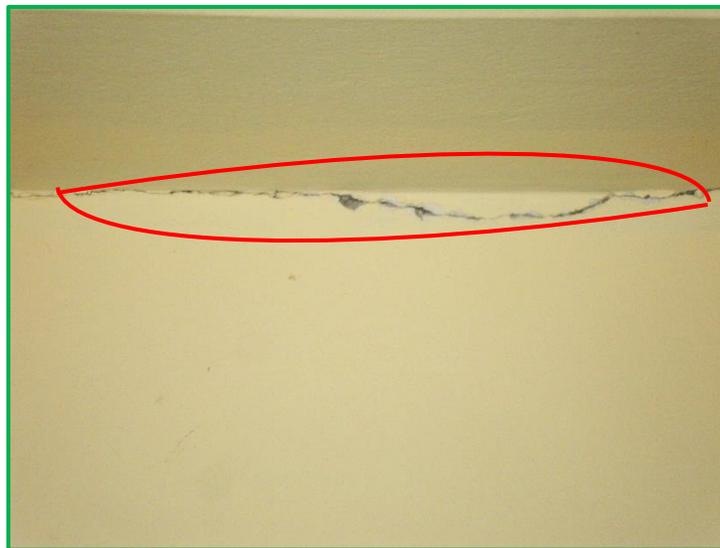
UBICACIÓN PLANO:



PLANTA SEGÚN DÓ NIVEL UNC-SEDE JAEN PABELLON 1 Y 2

Muro Segundo Piso: Eje 9 - 9 / Tramo C - D.

FOTOGRAFÍA:



OBSERVACIONES: Se observa la fisura en la parte inferior del muro, lo cual se extiende en sentido horizontal y paralelo a la viga. Esto puede ser generado por falta de adherencia entre el muro y viga, falta de confinamiento.

VALORACIÓN VISUAL:

AFECTACIÓN DE DAÑO	SEGURIDAD		GRADO DE LESIÓN	LEVE	
	FUNCIONALIDAD			MODERADO	x
	ASPECTO	x		SEVERO	

N° DE FOTOGRAFÍA:

01

FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN PATOLÓGICA

"PATOLOGÍA DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL"

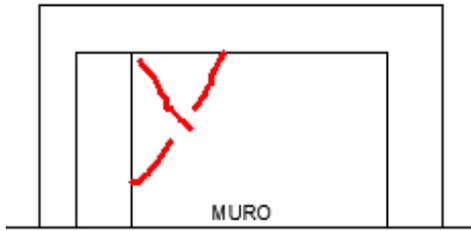
RESPONSABLE: Edwin Sánchez Zulueta

FECHA DE INSPECCIÓN: 10/11/2017

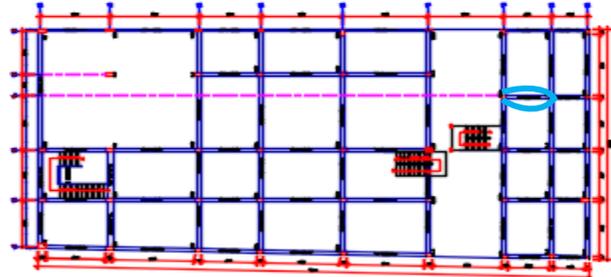
FICHA N°: 04.2

RECuento FOTOGRÁFICO

ESQUEMA:

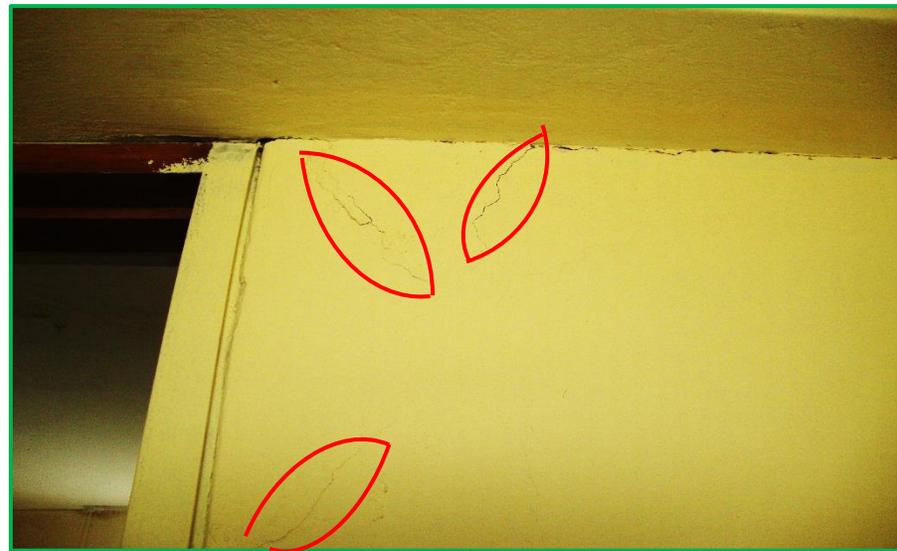


UBICACIÓN PLANO:



Muro Segundo Piso: Eje C - C / Tramo 7 - 8.

FOTOGRAFÍA:



OBSERVACIONES: Se observa que la fisura se inicia en la parte inferior del muro con una trayectoria inclinada de 45° en ambas direcciones, extendiéndose verticalmente hacia abajo. Se puede interpretar que es producto de una sobrecarga de la parte superior, produciendo fisuras verticales provocadas por aplastamiento.

VALORACIÓN VISUAL:

AFECTACIÓN DE DAÑO	SEGURIDAD		GRADO DE LESIÓN	LEVE	
	FUNCIONALIDAD			MODERADO	x
	ASPECTO	x		SEVERO	

N° DE FOTOGRAFÍA:

02

FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN PATOLÓGICA

"PATOLOGÍA DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL"

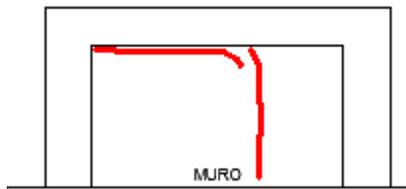
RESPONSABLE: Edwin Sánchez Zulueta

FECHA DE INSPECCIÓN: 10/11/2017

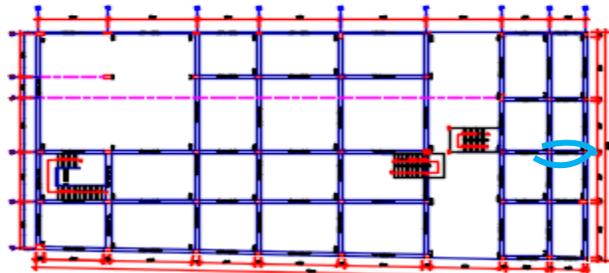
FICHA N°: 04.3

RECuento FOTOGRÁFICO

ESQUEMA:

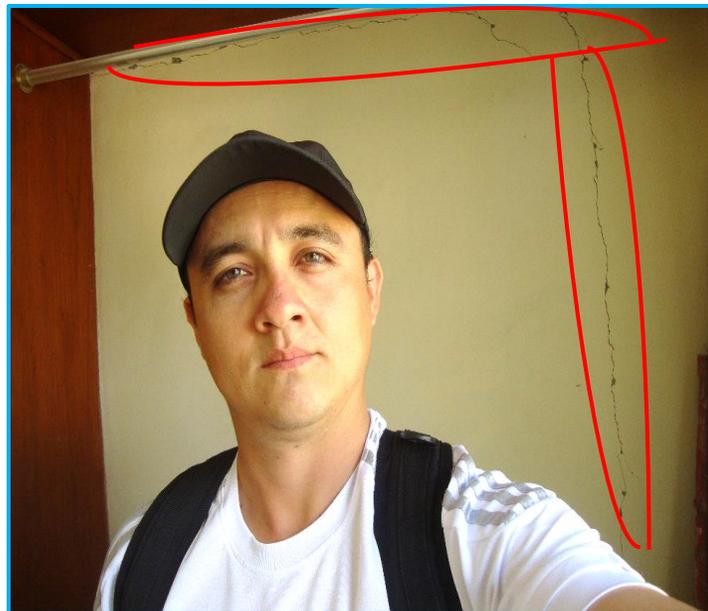


UBICACIÓN PLANO:



Muro Segundo Piso: Eje D - D / Tramo 8 - 9.

FOTOGRAFÍA:



OBSERVACIONES: Se observa la fisura en la parte inferior del muro en sentido vertical, horizontal y paralelo a la losa de entrepiso, generado debido a la sobrecarga de la parte superior. Además la deformación excesiva de la viga conlleva a producir este tipo de fisura.

VALORACIÓN VISUAL:

AFECTACIÓN DE DAÑO	SEGURIDAD	x	GRADO DE LESIÓN	LEVE	
	FUNCIONALIDAD	x		MODERADO	x
	ASPECTO	x		SEVERO	

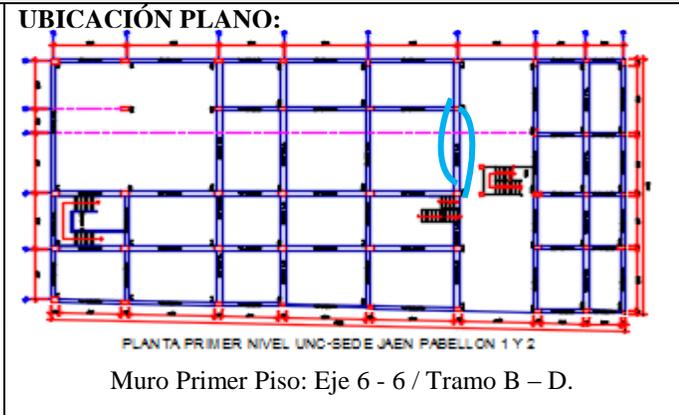
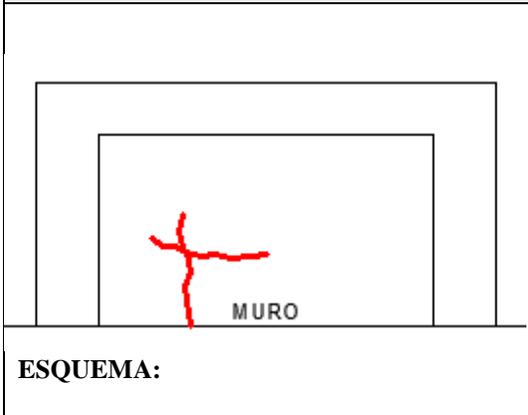
N° DE FOTOGRAFÍA:

03

FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN PATOLÓGICA
"PATOLOGÍA DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL"

RESPONSABLE: Edwin Sánchez Zulueta
FECHA DE INSPECCIÓN: 10/11/2017 **FICHA N°:** 04.4

RECuento FOTOGRÁFICO



OBSERVACIONES: Se puede observar la fisura en sentido horizontal y vertical en la parte inferior del muro en intersección con la vereda del jardín, esto se debe a un posible asentamiento diferencial y la exposición ambiental. Además influye la sobrecarga que existe del nivel superior, provocando este tipo de fisuras.

VALORACIÓN VISUAL:

AFECTACIÓN DE DAÑO	SEGURIDAD	x	GRADO DE LESIÓN	LEVE	
	FUNCIONALIDAD	x		MODERADO	x
	ASPECTO	x		SEVERO	

N° DE FOTOGRAFÍA: **04**

FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN PATOLÓGICA

"PATOLOGÍA DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL"

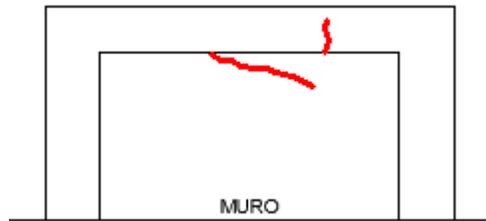
RESPONSABLE: Edwin Sánchez Zulueta

FECHA DE INSPECCIÓN: 10/11/2017

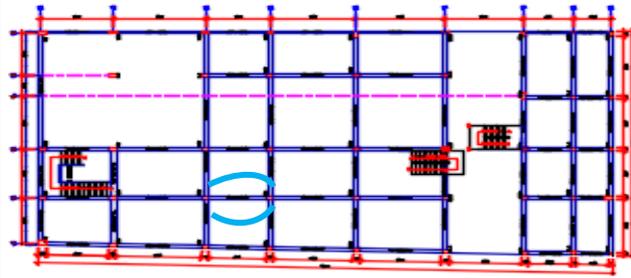
FICHA N°: 04.5

RECuento FOTOGRÁFICO

ESQUEMA:

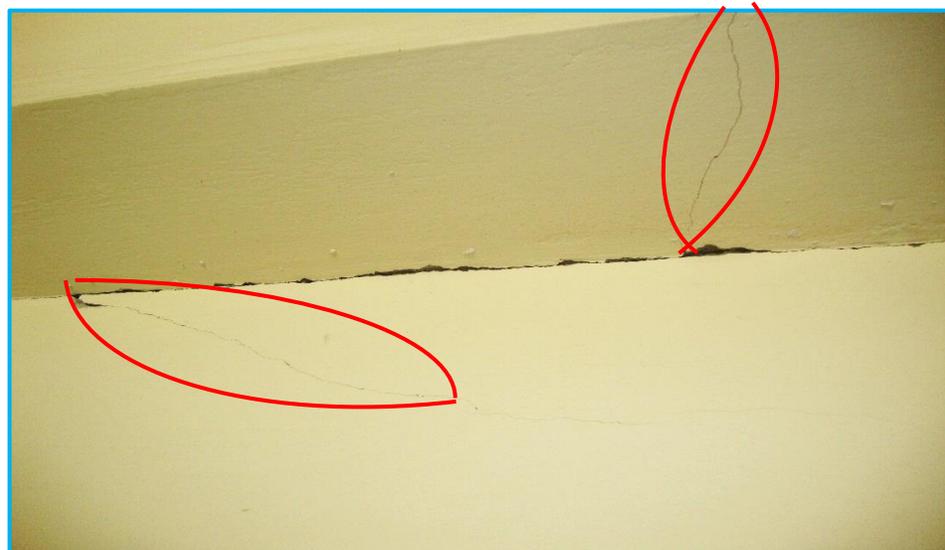


UBICACIÓN PLANO:



Muro y viga en Segundo Piso: Eje E - E / Tramo 3 - 4.

FOTOGRAFÍA:



OBSERVACIONES: Se muestra la fisura en la viga perpendicular al elemento de refuerzo, también se observa una fisura con inclinación de 45° grados hacia la parte inferior. Este tipo de fisura se estima que sean generadas por falta de refuerzo en la viga, errores constructivos y la presencia de sobrecarga existente.

VALORACIÓN VISUAL:

AFECTACIÓN DE DAÑO	SEGURIDAD	x	GRADO DE LESIÓN	LEVE	x
	FUNCIONALIDAD			MODERADO	
	ASPECTO	x		SEVERO	

N° DE FOTOGRAFÍA:

05

FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN PATOLÓGICA
"PATOLOGÍA DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE
JAÉN LOCAL CENTRAL"

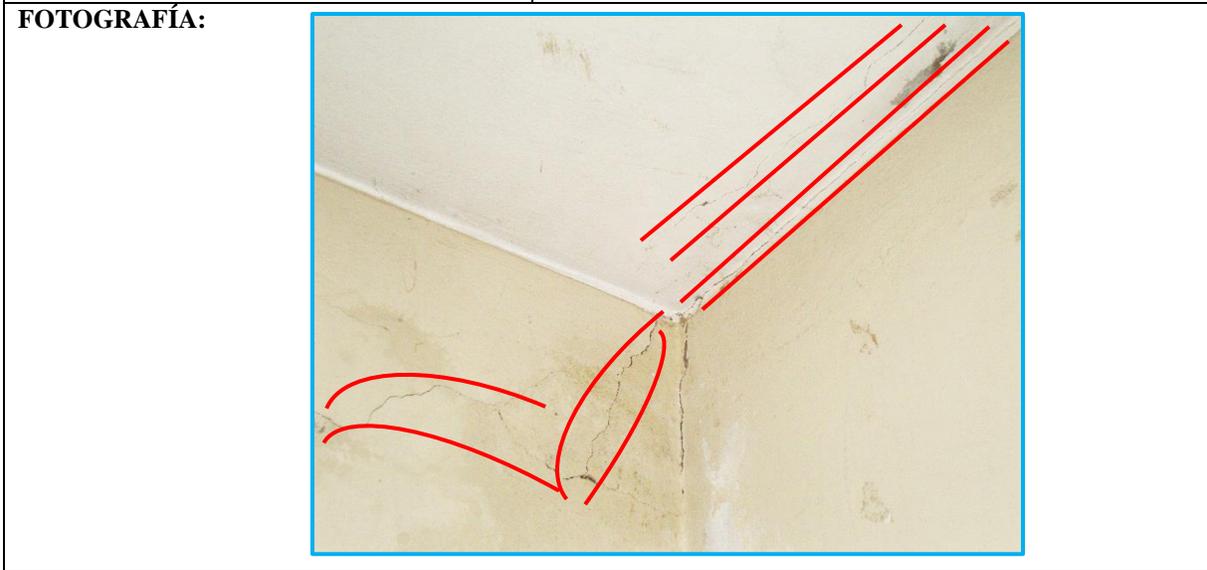
RESPONSABLE: Edwin Sánchez Zulueta
FECHA DE INSPECCIÓN: 10/11/2017 **FICHA N°:** 04.6

RECuento FOTOGRÁFICO

ESQUEMA:

UBICACIÓN PLANO:

Losca entrepiso y muro Segundo Piso: sala audiov. P2-216 y
 Laborat. 01 P2-217.



OBSERVACIONES: Se observa las fisuras longitudinales y paralelas entre ellas siguiendo la dirección de las viguetas, además se muestra una fisura vertical hacia abajo con inclinación de 45°. Se estima que este tipo de fisuras se generen debido a las acciones físicas del concreto por retracción hidráulica o por curado deficiente y la fisura vertical en el muro debido a la sobrecarga del nivel superior.

VALORACIÓN VISUAL:

AFECCIÓN DE DAÑO	SEGURIDAD	x	GRADO DE LESIÓN	LEVE	
	FUNCIONALIDAD	x		MODERADO	x
	ASPECTO	x		SEVERO	

N° DE FOTOGRAFÍA: **06**

FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN PATOLÓGICA

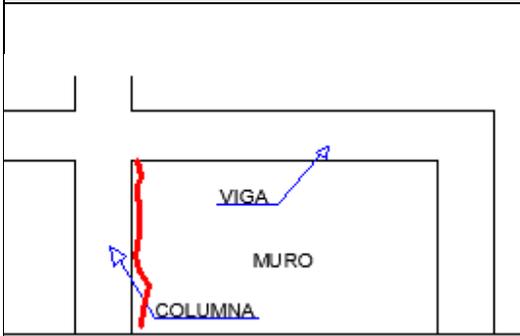
"PATOLOGÍA DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL"

RESPONSABLE: Edwin Sánchez Zulueta

FECHA DE INSPECCIÓN: 10/11/2017

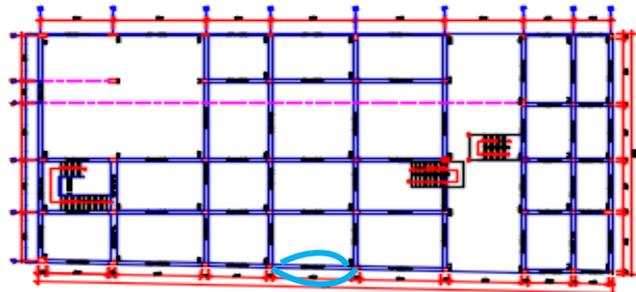
FICHA N°: 04.7

RECuento FOTOGRÁFICO



ESQUEMA:

UBICACIÓN PLANO:



Viga y muro en Segundo Piso: Eje F – F' / Tramo 4 – 5.

FOTOGRAFÍA:



OBSERVACIONES: Se observa la fisura vertical que se inicia desde la arista de la viga y la unión del muro. Este tipo de fisuras es generado por asentamiento diferencial, distorsiones producidas por el agotamiento de la resistencia a la tensión tangencial entre la viga y el muro.

VALORACIÓN VISUAL:

AFECTACIÓN DE DAÑO	SEGURIDAD	x	GRADO DE LESIÓN	LEVE	
	FUNCIONALIDAD	x		MODERADO	x
	ASPECTO	x		SEVERO	

N° DE FOTOGRAFÍA:

07

FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN PATOLÓGICA

"PATOLOGÍA DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL"

RESPONSABLE: Edwin Sánchez Zulueta

FECHA DE INSPECCIÓN: 10/11/2017

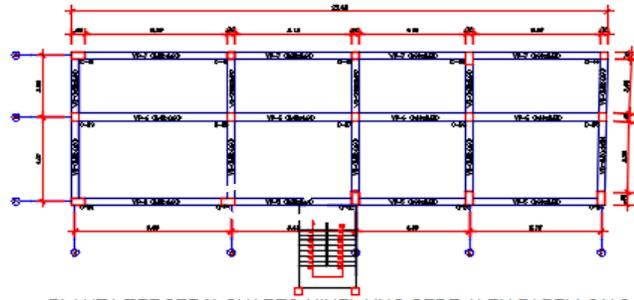
FICHA N°: 04.8

RECuento FOTOGRÁFICO



ESQUEMA:

UBICACIÓN PLANO:



PLANTA TERCER Y CUARTO NIVEL UNC-SEDE JAEN PABELLON 2
Ventana y muro en Tercer Piso: Eje 7 – 7 / Tramo C – D.

FOTOGRAFÍA:



OBSERVACIONES: Se observa la fisura horizontal en la unión de la ventana con la viga, generada por errores constructivos debido a la falla por adherencia en el muro. Además puede existir una posible falla por aplastamiento, lo cual se manifiesta mediante fisuras.

VALORACIÓN VISUAL:

AFECTACIÓN DE DAÑO	SEGURIDAD	x	GRADO DE LESIÓN	LEVE	
	FUNCIONALIDAD	x		MODERADO	x
	ASPECTO	x		SEVERO	

N° DE FOTOGRAFÍA:

08

FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN PATOLÓGICA
"PATOLOGÍA DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL"

RESPONSABLE: Edwin Sánchez Zulueta
FECHA DE INSPECCIÓN: 10/11/2017 **FICHA N°:** 04.9

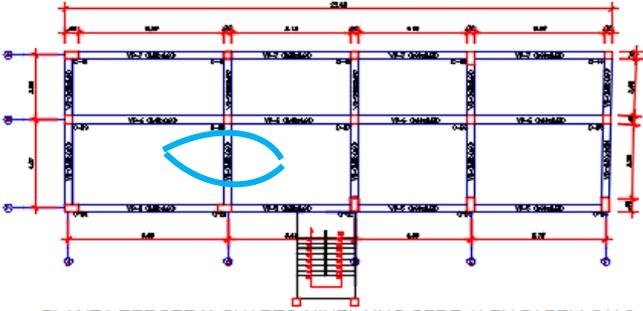
RECUENTO FOTOGRÁFICO

ESQUEMA:

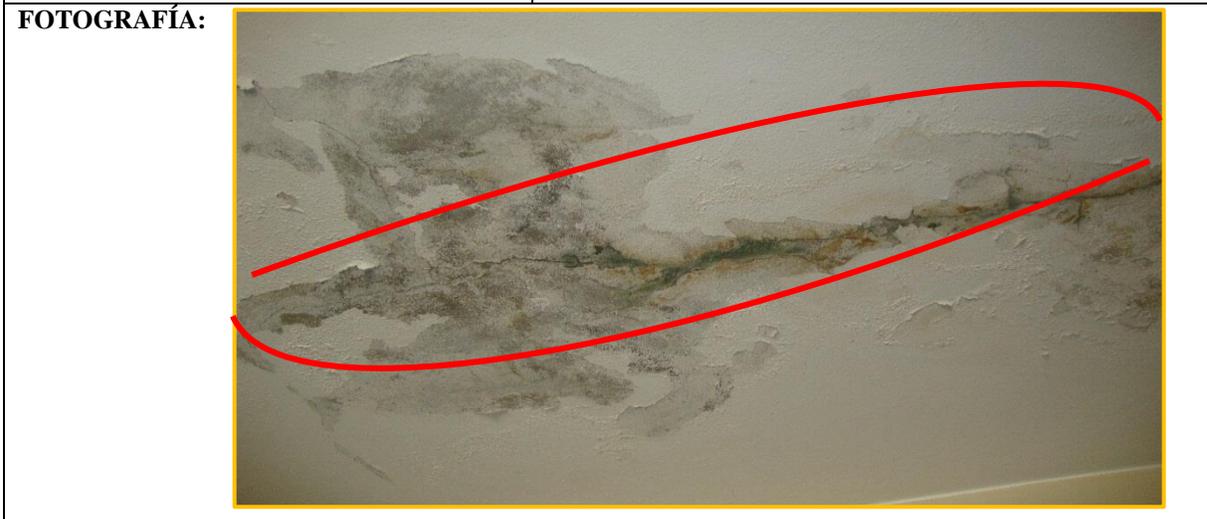


LOSA ENTREPISO

UBICACIÓN PLANO:



PLANTA TERCER Y CUARTO NIVEL UNC-SEDE JAEN PABELLON 2
 Losa entrepiso en Tercer nivel: Sala audiovisual P2-316, Laboratorio 1 P2-317 y almacén P2-317.



OBSERVACIONES: Se muestra la fisura en la losa de entrepiso lo cual ha sido causada por la presencia de filtración de agua de los accesorios sanitarios del cuarto nivel. Esto se debe a las acciones físicas del concreto producido por retracción hidráulica, además el curado deficiente y el exceso de finos en la arena utilizada conlleva a generar este tipo de fisuras.

VALORACIÓN VISUAL:

AFECTACIÓN DE DAÑO	SEGURIDAD	x	GRADO DE LESIÓN	LEVE	
	FUNCIONALIDAD	x		MODERADO	
	ASPECTO	x		SEVERO	x

N° DE FOTOGRAFÍA: 09

FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN PATOLÓGICA

"PATOLOGÍA DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL"

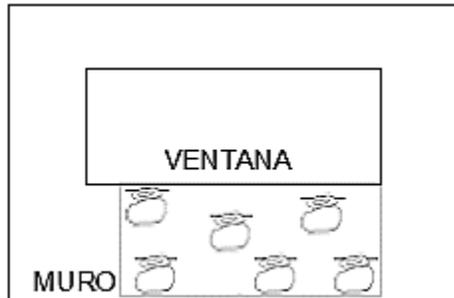
RESPONSABLE: Edwin Sánchez Zulueta

FECHA DE INSPECCIÓN: 10/11/2017

FICHA N°:

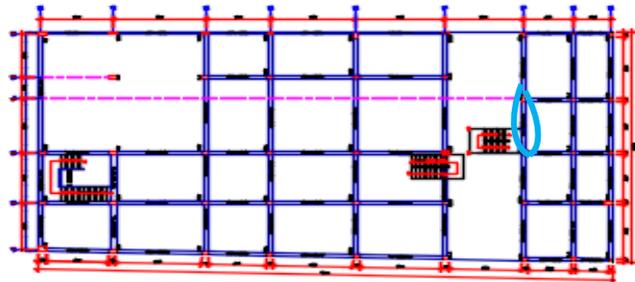
04.10

RECUENTO FOTOGRÁFICO



ESQUEMA:

UBICACIÓN PLANO:



Muro en Segundo Piso: Eje 7 - 7 / Tramo C - D.

FOTOGRAFÍA:



OBSERVACIONES: Se muestra la presencia de manchas debido a la humedad constante que afecta hacia la estructura. Esto se genera debido a las acciones físicas por la presencia de lluvias, es producto también de un inadecuado proceso constructivo debido a que no tiene protección, lo cual posteriormente facilita la presencia de patologías como: grietas, fisuras, corrosión del acero, etc. Además facilita al deterioro de la estructura.

VALORACIÓN VISUAL:

AFECTACIÓN DE DAÑO	SEGURIDAD	x	GRADO DE LESIÓN	LEVE	
	FUNCIONALIDAD	x		MODERADO	
	ASPECTO	x		SEVERO	x

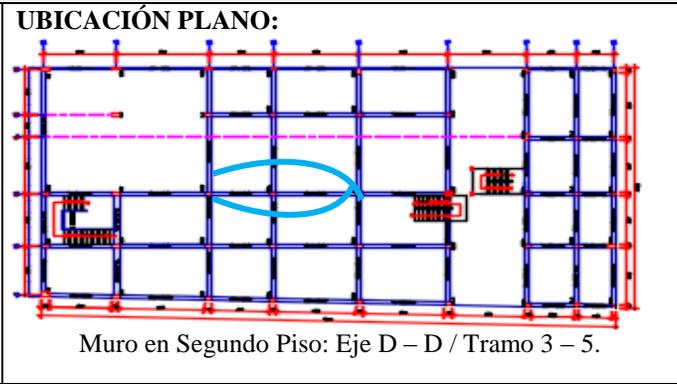
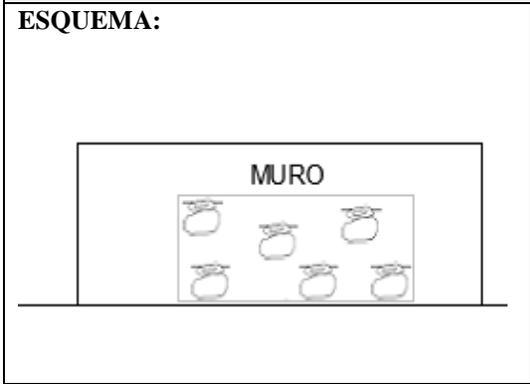
N° DE FOTOGRAFÍA:

10

FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN PATOLÓGICA
"PATOLOGÍA DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE
JAÉN LOCAL CENTRAL"

RESPONSABLE: Edwin Sánchez Zulueta
FECHA DE INSPECCIÓN: 10/11/2017 **FICHA N°:** 04.11

RECuento FOTOGRÁFICO



OBSERVACIONES: Se observa manchas y descascaramiento en la superficie del muro debido a la presencia constante de humedad debido a las acciones físicas como las lluvias. Esto ocurre debido a un inadecuado diseño y proceso constructivo lo cual no se protege a la estructura.

VALORACIÓN VISUAL:

AFECTACIÓN DE DAÑO	SEGURIDAD	x	GRADO DE LESIÓN	LEVE	
	FUNCIONALIDAD	x		MODERADO	x
	ASPECTO	x		SEVERO	

N° DE FOTOGRAFÍA: 11

FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN PATOLÓGICA

"PATOLOGÍA DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL"

RESPONSABLE: Edwin Sánchez Zulueta

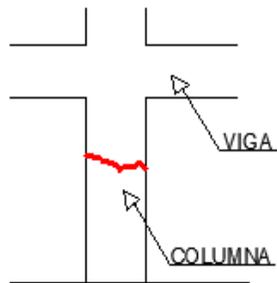
FECHA DE INSPECCIÓN: 10/11/2017

FICHA N°:

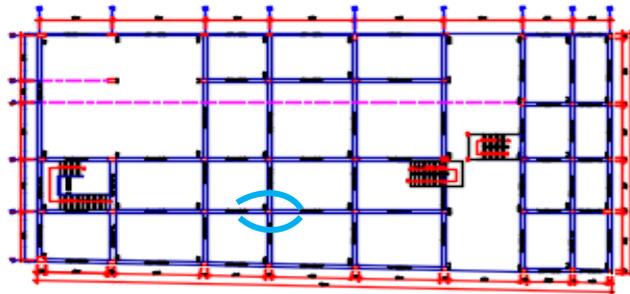
04.12

RECuento FOTOGRÁFICO

ESQUEMA:

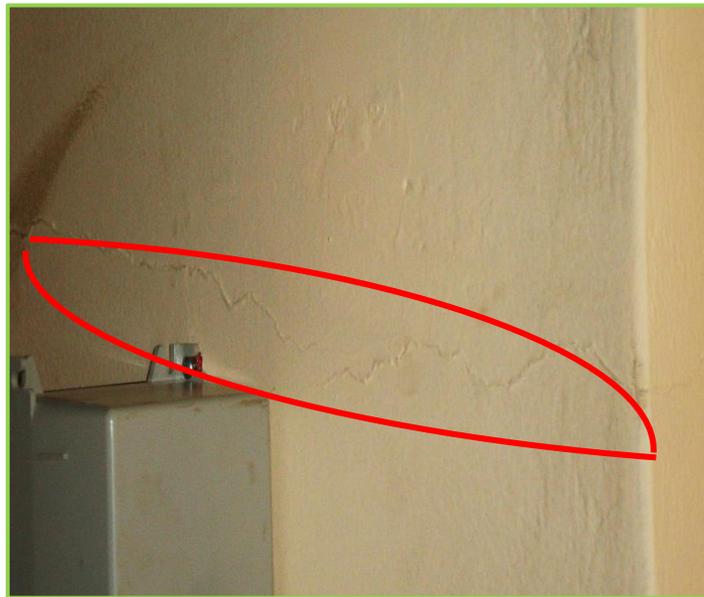


UBICACIÓN PLANO:



Columna en Segundo Piso: Eje 4 – 4 / Tramo E – E.

FOTOGRAFÍA:



OBSERVACIONES: Se muestra la fisura en la parte inferior de la columna cerca de la unión con la viga, en sentido perpendicular al elemento de refuerzo. Este tipo de fisura puede ocurrir debido a alguna falla en el proceso constructivo o también al insuficiente refuerzo de los estribos en la zona de anclaje.

VALORACIÓN VISUAL:

AFECCIÓN DE DAÑO	SEGURIDAD	x	GRADO DE LESIÓN	LEVE	x
	FUNCIONALIDAD	x		MODERADO	
	ASPECTO	x		SEVERO	

N° DE FOTOGRAFÍA:

12

FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN PATOLÓGICA "PATOLOGÍA DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL"														
RESPONSABLE: Edwin Sánchez Zulueta										05-01				
INSPECCIÓN: 18/11/2017														
TIPO DE LESIONES Y CALIFICACIÓN DE DAÑOS														
N° foto	Elemento estructural	Localización del elemento lesionado		Síntomatología	Descripción	Causas	Origen	Dimensiones			Calificación			Comentarios y recomendaciones
		N° de piso	Eje / tramo					Espeor (mm)	Long.	Leve	Moderado	Grave		
01	Muro	02	Eje 9-9 / tramo c-d	Fisura longitudinal	Fisura en la parte inferior del muro, extendiéndose horizontal y paralelo a la viga.	Falta de adherencia y confinamiento	Cargas excesivas o sobrecargas del nivel superior	0.8mm a 1.3 mm	1.60m	x				Realizar un proceso constructivo adecuado para evitar este tipo de fallas.
02	Muro	02	Eje c-c / tramo 7-8	Fisura inclinada	Fisura en la parte inferior del muro con trayectoria inclinada de 45° en ambas direcciones	Aplastamiento del muro	Exceso de carga del nivel superior	0.9 mm a 1.5 mm	0.70 m		x			Respetar las fases durante la etapa construcción y diseño.
03	Muro	02	Eje d-d / tramo 8-9	Fisura longitudinal y vertical	Fisura vertical en el muro, horizontal y paralelo a la losa de entrepiso	Aplastamiento del muro	Sobrecarga de la planta superior y deformación de la viga	1.1 mm a 1.7 mm	H=1.6m y V=2.20 m		x			Realizar un correcto diseño de los elementos estructurales para evitar posteriores daños.
04	Muro y vereda	01	Eje 6-6 / tramo b-d	Fisura longitudinal y vertical	Fisura horizontal y vertical en el muro parte inferior en intersección con vereda del jardín	Asentamiento diferencial	Sobrecarga de la planta superior	0.9 mm a 1.7 mm	V=0.80m y h=1.60m		x			Es necesario conocer el suelo de fundación para evitar posteriores daños producto de asentamientos diferenciales en estructuras.
05	Viga y muro	02	Eje e-e / tramo 3-4	Fisura transversal	Fisura en viga perpendicular al elemento de refuerzo y fisura en muro con inclinación de 45° vertical hacia abajo	Falla en la etapa de construcción	Insuficiente refuerzo del elemento estructural y exceso de carga	0.3mm a 0.8mm	V=0.40m y M=0.80m	x				Realizar un proceso de construcción cumpliendo y respetando los planos y especificaciones técnicas
06	Losa entrepiso y muro	02	Sala audiov. p2-216 y laborat.1 p2-217	Fisura inclinada y longitudinal	Fisura longitudinal y paralela entre ellas siguiendo la dirección de la vigueta, y fisura en muro con inclinación de 45° vertical hacia abajo	Fisura en losa de entrepiso y muro debido al exceso de carga superior	Acciones físicas del concreto por retracción hidráulica en la losa de entrepiso	L=1.4mm y M=1.6mm	L=3m y M=0.90m		x			Después del vaciado de la losa se debe realizar un curado eficiente para evitar la aparición de fisuras. En muros se debe verificar las cargas que se aplicaran, utilizar materiales de buena calidad para obtener muros más resistentes.
07	Viga y muro	02	Eje f-f / tramo 4-5	Fisura longitudinal	Fisura vertical que se inicia desde la arista de la viga con la unión del muro	Asiento diferencial, diseño incorrecto de fundaciones.	Asentamiento diferencial	0.8mm a 1.5mm	L=1.2m		x			Es necesario reforzar las fundaciones para evitar el asentamiento continuo, es necesaria la intervención de profesionales capacitados para dar solución.
08	ventana	03	Eje 7 - 7 / tramo e-d	Fisura longitudinal	Fisura horizontal generada por falta de adherencia	Deflexión en la viga principal, exceso de carga	Diseño incorrecto y deficiencia en etapa de construcción	0.9mm a 1.6mm	L=1.2m		x			Se observó que el peralte de la viga principal estaba sobredimensionado, lo cual genera un exceso de carga.

"PATOLOGÍA DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL"													
RESPONSABLE: Edwin Sánchez Zulueta										FICHA N°:		05.02	
TIPO DE LESIONES Y CALIFICACIÓN DE DAÑOS													
N° foto	Elemento estructural	Localización del elemento lesionado		Síntomatología	Descrip.	Causas	Origen	Dimensiones		Calificación			Comentarios y recomendaciones
		N° de piso	Eje / tramo					Espesor (mm)	Long.	Leve	Moderado	Grave	
09	Losa entrepiso	03	Sala A, P2-316, laborat. 1 P2-317 y atmósfera P2-318	Decoloración, manchas y fisuras	Manchas debido a la humedad en la losa de entrepiso	Filtración de agua de los accesorios sanitarios del 4° nivel.	Deficiente curado del concreto, acciones físicas del concreto – retracción hidráulica	Variable > 2mm	Variable			x	Realizar la reparación de los accesorios sanitarios y fisuras registradas, utilizando aditivos especiales y evitar que sigan progresando las fisuras.
10	Muro	02	Eje 7-7 / tramo c-d P2	Decoloración y manchas	Manchas en muro por la presencia constante de humedad	Escorrentía frecuente de aguas de lluvia	Fallas en la etapa de diseño y construcción	Variable > 2mm	Variable			x	Realizar la construcción de cubierta para proteger a la estructura de escorrentías debido a las lluvias.
11	Muro	02	Eje d-d / tramo 3-5	Descascarante de superficie y manchas	Manchas debido a la humedad constante en el muro de azoica	Filtración y escorrentía frecuente de aguas de lluvia	Fallas en la etapa de diseño debido a la falta de protección	Variable	Variable		x		Es necesario proteger el área afectada para reducir el deterioro de la humedad hacia la estructura.
12	Columna : C- 16	02	Eje 4-4 / tramo e-e P1	Fisura longitudinal	Fisura de forma horizontal en la parte inferior de la zona de anclaje de la columna con la viga principal.	Insuficiente refuerzo de estribos en la zona de anclaje	Falla en la etapa de construcción o ejecución	0.5mm a 0.8mm	L= 0.60m	x			Es necesario revisar bien los planos de estructuras para ejecutar las actividades, evitando errores en la etapa de concepción que posteriormente causan graves daños a la estructura.

ANEXO - N°02

“Ensayo de Esclerometría”



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

Calle. Capitan Juan Porcel N° 108 – JAEN – Cajamarca, R.U.C. 20495954847. RPM. 976-882127, 976960740, RPC 973463357
BITEL.931293964

Av. Chachapoyas N° 3214 Sector Esperanza Alta (Después del terminal Leyva), BAGUA GRANDE – Amazonas,
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

EL QUE SUSCRIBE JEFE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DE LA
EMPRESA DE GEOCON VIAL INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

CERTIFICA

Que el bachiller de Ingeniería Civil EDWIN SÁNCHEZ ZULUETA, ex alumno de la escuela académica profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, según consta su asistencia al laboratorio, para la elaboración de tesis profesional: “ESTUDIO PATOLÓGICO DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAÉN - LOCAL CENTRAL.”, en los siguientes periodos.

Del 04 de Diciembre al 05 de Diciembre del 2017

El laboratorio se responsabiliza por la ejecución y los resultados de los ensayos realizados.

Se expide el presente a solicitud verbal del interesado para los fines que estime por conveniente.

Jaén, 05 de Diciembre del 2017

Rafael Quiroz Ch – Gerente General
Especialista en Geotecnia y Pavimentos
E-Mail. rafaelquirozch@hotmail.com
geoconvial@hotmail.com


LUIS RAFAEL QUIROZ CHIRIQUIAN
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 120002

INFORME ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA			
TESIS:	ESTUDIO PATOLOGICO DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAEN – LOCAL CENTRAL		
TESISTA:	SÁNCHEZ ZULUETA, EDWIN	Revisión: 1	
FECHA:	07/12/2017	Página: 1 de 2	
UBICACIÓN DE ENSAYO			
EDIFICIO:	UNC - SEDE JAEN LOCAL CENTRAL		
PISO:	PRIMER NIVEL	PLANO REF.:	
DESCRIPCIÓN DE ENSAYO			
TIPO DE ENSAYO:	NO DESTRUCTIVO	NORMA:	ASTM C805
IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA			
ELEMENTO ESTRUCTURAL:	COLUMNAS	Localización de la Superficie de Ensayo:	A 1.50 m del NPT.
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ENSAYO			
Área de Ensayo:	20x20 cm	Distancia entre puntos de rebote:	1" o 2.5 cm Cantidad de puntos: 14
DESCRIPCIÓN DEL CONCRETO			
EDAD DEL CONCRETO:	30 AÑOS	RESISTENCIA DE DISEÑO ($f'c$):	210 kg/cm ²
EQUIPO UTILIZADO:			
TIPO DE DISPOSITIVO:	Esclerómetro PYS EQUIPOS		Número de Serie: 114
Ángulo de Uso:	0°		
			
OBSERVACIONES:			
Se pudo observar que en mayoría de columnas, al momento de retirar el tarrajeo, éstos tenían espesores de 4, 5 y 6 cm respectivamente.			
ELABORADO POR:		REVISADO POR:	
Nombre:	Sánchez Zulueta, Edwin	Nombre:	Mendoza Linares, Marcos
Cargo:	Tesista	Cargo:	Asesor

INFORME ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

TESIS:	ESTUDIO PATOLOGICO DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAEN – LOCAL CENTRAL		
TESISTA:	SÁNCHEZ ZULUETA, EDWIN		Revisión: 1
FECHA:	07/12/2017		Página: 2 de 2

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYO

1° NIVEL – PABELLON 1			1° NIVEL – PABELLON 2		
ELEMENTO ESTRUCTURAL	PROMEDIO N° REBOTE	RESISTENCIA f'c (kg/cm2)	ELEMENTO ESTRUCTURAL	PROMEDIO N° REBOTE	RESISTENCIA f'c (kg/cm2)
C-7	-	-	C-31	42	304
C-8	-	-	C-32	40	280
C-12	-	-	C-33	41	296
C-13	-	-	C-34	42	304
C-16	-	-	C-35	42	304
C-18	44	336	C-36	39	272
C-21	43	320	C-37	40	280
C-22	44	336	C-38	41	296

PANEL FOTOGRAFICO



Fig.1: Columna C-18 del Primer Piso – Pabellón 1. **Fig.2:** Columna C-36 del Primer Piso – Pabellón 2.

ELABORADO POR:		REVISADO POR:	
Nombre:	Sánchez Zulueta, Edwin	Nombre:	Mendoza Linares, Marcos
Cargo:	Tesista	Cargo:	Asesor

INFORME ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA			
TESIS:	ESTUDIO PATOLOGICO DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAEN – LOCAL CENTRAL		
TESISTA:	SÁNCHEZ ZULUETA, EDWIN	Revisión: 2	
FECHA:	07/12/2017	Página: 1 de 2	
UBICACIÓN DE ENSAYO			
EDIFICIO:	UNC - SEDE JAEN LOCAL CENTRAL		
PISO:	SEGUNDO NIVEL	PLANO REF.:	
DESCRIPCIÓN DE ENSAYO			
TIPO DE ENSAYO:	NO DESTRUCTIVO	NORMA:	ASTM C805
IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA			
ELEMENTO ESTRUCTURAL:	COLUMNAS	Localización de la Superficie de Ensayo:	A 1.50 m del NPT.
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ENSAYO			
Área de Ensayo:	20x20 cm	Distancia entre puntos de rebote:	1" o 2.5 cm Cantidad de puntos: 14
DESCRIPCIÓN DEL CONCRETO			
EDAD DEL CONCRETO:	30 AÑOS	RESISTENCIA DE DISEÑO ($f'c$):	210 kg/cm ²
EQUIPO UTILIZADO:			
TIPO DE DISPOSITIVO:	Esclerómetro PYS EQUIPOS		Número de Serie: 114
Ángulo de Uso:	0°		
			
OBSERVACIONES:			
De las 8 columnas seleccionadas del pabellón 1, se descartó el ensayo en las siguientes columnas: C-7, C-8, C-12, C-13 y C-16, debido a que más de 3 lecturas difieren de 6 unidades del promedio, lo cual se descartó todas las lecturas. Se realizó el ensayo a 8 columnas del segundo nivel pabellón 1 y 2, esto debido a que 4 de ellas están dentro de ambientes de oficina y coordinación y 2 de ellas están dentro de ambientes ocupados.			
ELABORADO POR:		REVISADO POR:	
Nombre:	Sánchez Zulueta, Edwin	Nombre:	Mendoza Linares, Marcos
Cargo:	Tesista	Cargo:	Asesor

INFORME ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

TESIS:	ESTUDIO PATOLOGICO DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAEN – LOCAL CENTRAL		
TESISTA:	SÁNCHEZ ZULUETA, EDWIN		Revisión: 2
FECHA:	07/12/2017		Página: 2 de 2

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYO

SEGUNDO NIVEL – PABELLON 1			SEGUNDO NIVEL – PABELLON 2		
ELEMENTO ESTRUCTURAL	PROMEDIO N° REBOTE	RESISTENCIA f'c (kg/cm2)	ELEMENTO ESTRUCTURAL	PROMEDIO N° REBOTE	RESISTENCIA f'c (kg/cm2)
C-8	-	-	C-32	40	280
C-12	-	-	C-33	41	296
C-13	-	-	C-34	-	-
C-16	-	-	C-35	-	-
C-18	44	336	C-36	39	272
C-21	43	320	C-37	40	280
C-22	43	320	C-38	40	280

PANEL FOTOGRAFICO



Fig.1: Columna C-21 del Segundo Piso – Pab. 1.



Fig.2: Columna C-33 del Segundo Piso – Pab. 2.

ELABORADO POR:		REVISADO POR:	
Nombre:	Sánchez Zulueta, Edwin	Nombre:	Mendoza Linares, Marcos
Cargo:	Tesista	Cargo:	Asesor

INFORME ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA			
TESIS:	ESTUDIO PATOLOGICO DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAEN – LOCAL CENTRAL		
TESISTA:	SÁNCHEZ ZULUETA, EDWIN	Revisión: 3	
FECHA:	07/12/2017	Página: 1 de 2	
UBICACIÓN DE ENSAYO			
EDIFICIO:	UNC - SEDE JAEN LOCAL CENTRAL		
PISO:	TERCER Y CUARTO NIVEL PABELLON 2	PLANO REF.:	
DESCRIPCIÓN DE ENSAYO			
TIPO DE ENSAYO:	NO DESTRUCTIVO	NORMA:	ASTM C805
IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA			
ELEMENTO ESTRUCTURAL:	COLUMNAS	Localización de la Superficie de Ensayo:	A 1.50 m del NPT.
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ENSAYO			
Área de Ensayo:	20x20 cm	Distancia entre puntos de rebote:	1" o 2.5 cm
			Cantidad de puntos: 14
DESCRIPCIÓN DEL CONCRETO			
EDAD DEL CONCRETO:	30 AÑOS	RESISTENCIA DE DISEÑO ($f'c$):	210 kg/cm ²
EQUIPO UTILIZADO:			
TIPO DE DISPOSITIVO:	Esclerómetro PYS EQUIPOS		Número de Serie: 114
Ángulo de Uso:	0°		
			
OBSERVACIONES:			
De las 7 columnas seleccionadas del pabellón 2, se realizó el ensayo sólo a 4 columnas del tercer nivel, esto debido a que 3 de ellas están dentro de un ambiente de oficina y equipos, del cuarto nivel se realizó el ensayo a 4 columnas, debido a que 3 de ellas están dentro de ambientes ocupados como en el tercer nivel.			
ELABORADO POR:		REVISADO POR:	
Nombre:	Sánchez Zulueta, Edwin	Nombre:	Mendoza Linares, Marcos
Cargo:	Tesista	Cargo:	Asesor

INFORME ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

TESIS:	ESTUDIO PATOLOGICO DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAEN – LOCAL CENTRAL		
TESISTA:	SÁNCHEZ ZULUETA, EDWIN		Revisión: 3
FECHA:	07/12/2017		Página: 2 de 2

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYO

TERCER NIVEL – PABELLON 2			CUARTO NIVEL – PABELLON 2		
ELEMENTO ESTRUCTURAL	PROMEDIO N° REBOTE	RESISTENCIA f'c (kg/cm2)	ELEMENTO ESTRUCTURAL	PROMEDIO N° REBOTE	RESISTENCIA f'c (kg/cm2)
C-32	38	256	C-32	36	232
C-33	-	-	C-33	-	-
C-34	-	-	C-34	37	248
C-35	37	248	C-35	-	-
C-36	38	256	C-36	36	232
C-37	-	-	C-37	-	-
C-38	38	256	C-38	37	248

PANEL FOTOGRAFICO



Fig.1: Columna C-36 del Tercer Piso – Pab. 2.



Fig.2: Columna C-38 del Cuarto Piso – Pab. 2.

ELABORADO POR:		REVISADO POR:	
Nombre:	Sánchez Zulueta, Edwin	Nombre:	Mendoza Linares, Marcos
Cargo:	Tesista	Cargo:	Asesor

INFORME ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA			
TESIS:	ESTUDIO PATOLOGICO DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAEN – LOCAL CENTRAL		
TESISTA:	SÁNCHEZ ZULUETA, EDWIN	Revisión: 4	
FECHA:	07/12/2017	Página: 1 de 2	
UBICACIÓN DE ENSAYO			
EDIFICIO:	UNC - SEDE JAEN LOCAL CENTRAL		
PISO:	PRIMER Y SEGUNDO NIVEL PABELLON 1 Y 2	PLANO REF.:	
DESCRIPCIÓN DE ENSAYO			
TIPO DE ENSAYO:	NO DESTRUCTIVO	NORMA:	ASTM C805
IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA			
ELEMENTO ESTRUCTURAL:	VIGAS PRINCIPALES	Localización de la Superficie de Ensayo:	Parte lateral y céntrica de las vigas peraltadas.
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ENSAYO			
Área de Ensayo:	20x20 cm	Distancia entre puntos de rebote:	1" o 2.5 cm Cantidad de puntos: 14
DESCRIPCIÓN DEL CONCRETO			
EDAD DEL CONCRETO:	30 AÑOS	RESISTENCIA DE DISEÑO ($f'c$):	210 kg/cm ²
EQUIPO UTILIZADO:			
TIPO DE DISPOSITIVO:	Esclerómetro PYS EQUIPOS		Número de Serie: 114
Ángulo de Uso:	0°		
			
OBSERVACIONES:			
En el primer nivel se realizó el ensayo a todas las vigas seleccionadas, en el segundo nivel no se realizó el ensayo a: V.P.-5, debido a que los ambientes de oficina estaban ocupados.			
ELABORADO POR:		REVISADO POR:	
Nombre:	Sánchez Zulueta, Edwin	Nombre:	Mendoza Linares, Marcos
Cargo:	Tesista	Cargo:	Asesor

INFORME ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

TESIS:	ESTUDIO PATOLOGICO DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAEN – LOCAL CENTRAL		
TESISTA:	SÁNCHEZ ZULUETA, EDWIN		Revisión: 4
FECHA:	07/12/2017		Página: 2 de 2

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYO

PRIMER NIVEL – PABELLON 1 Y 2			SEGUNDO NIVEL – PABELLON 1 Y 2		
ELEMENTO ESTRUCTURAL	PROMEDIO N° REBOTE	RESISTENCIA f'c (kg/cm2)	ELEMENTO ESTRUCTURAL	PROMEDIO N° REBOTE	RESISTENCIA f'c (kg/cm2)
V.P. - 1	42	304	V.P. - 1	42	304
V.P. - 2	42	304	V.P. - 2	42	304
V.P. - 3	41	296	V.P. - 3	40	280
V.P. - 4	40	280	V.P. - 4	41	296
V.P. - 5	37	248	V.P. - 5	-	-
V.P. - 6	36	232	V.P. - 6	36	232
V.P. - 7	38	256	V.P. - 7	38	256

PANEL FOTOGRAFICO



Fig.1: Ensayo en Viga Principal (VP-6). Oficina 1 – P2 – 211.

ELABORADO POR:		REVISADO POR:	
Nombre:	Sánchez Zulueta, Edwin	Nombre:	Mendoza Linares, Marcos
Cargo:	Tesista	Cargo:	Asesor

INFORME ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA			
TESIS:	ESTUDIO PATOLOGICO DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAEN – LOCAL CENTRAL		
TESISTA:	SÁNCHEZ ZULUETA, EDWIN	Revisión: 5	
FECHA:	07/12/2017	Página: 1 de 2	
UBICACIÓN DE ENSAYO			
EDIFICIO:	UNC - SEDE JAEN LOCAL CENTRAL		
PISO:	TERCER Y CUARTO NIVEL PABELLON 2	PLANO REF.:	
DESCRIPCIÓN DE ENSAYO			
TIPO DE ENSAYO:	NO DESTRUCTIVO	NORMA:	ASTM C805
IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA			
ELEMENTO ESTRUCTURAL:	VIGAS PRINCIPALES	Localización de la Superficie de Ensayo:	Parte lateral y céntrica de las vigas peraltadas.
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ENSAYO			
Área de Ensayo:	20x20 cm	Distancia entre puntos de rebote:	1" o 2.5 cm
		Cantidad de puntos:	14
DESCRIPCIÓN DEL CONCRETO			
EDAD DEL CONCRETO:	30 AÑOS	RESISTENCIA DE DISEÑO ($f'c$):	210 kg/cm ²
EQUIPO UTILIZADO:			
TIPO DE DISPOSITIVO:	Esclerómetro PYS EQUIPOS		Número de Serie: 114
Ángulo de Uso:	0°		
			
OBSERVACIONES:			
En el tercer nivel no se realizó el ensayo a: V.P.-4, debido a que los ambientes estaban ocupados, en el cuarto nivel no se realizó el ensayo a: V.P.-4 y V.P.-7, debido a que los ambientes de oficina estaban ocupados con materiales y equipos.			
ELABORADO POR:		REVISADO POR:	
Nombre:	Sánchez Zulueta, Edwin	Nombre:	Mendoza Linares, Marcos
Cargo:	Tesista	Cargo:	Asesor

INFORME ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

TESIS:	ESTUDIO PATOLOGICO DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAEN – LOCAL CENTRAL		
TESISTA:	SÁNCHEZ ZULUETA, EDWIN		Revisión: 5
FECHA:	07/12/2017		Página: 2 de 2

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYO

TERCER NIVEL – PABELLON 2			CUARTO NIVEL – PABELLON 2		
ELEMENTO ESTRUCTURAL	PROMEDIO N° REBOTE	RESISTENCIA f'c (kg/cm2)	ELEMENTO ESTRUCTURAL	PROMEDIO N° REBOTE	RESISTENCIA f'c (kg/cm2)
V.P. - 4	-	-	V.P. - 4	-	-
V.P. - 5	36	232	V.P. - 5	34	208
V.P. - 6	35	224	V.P. - 6	34	208
V.P. - 7	36	232	V.P. - 7	-	-

PANEL FOTOGRAFICO



Fig.1: Ensayo en Viga Principal (VP-5). Oficina 1 – P2 – 311.

ELABORADO POR:		REVISADO POR:	
Nombre:	Sánchez Zulueta, Edwin	Nombre:	Mendoza Linares, Marcos
Cargo:	Tesista	Cargo:	Asesor

ANEXO - N°03

“Estudio de Mecánica de Suelos”



TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 976125517 - RPM: *688896 - JAEN

CERTIFICADO DE TRABAJO

EL GERENTE DE LA EMPRESA TECNISU F&F S.R.L; QUE AL FINAL
SUSCRIBE:

TECNISU F&F S.R.L. Técnicos en Ingeniería de Suelos

CERTIFICA:

Que él: Sr. **EDWIN SANCHEZ ZULUETA**, Identificado con D.N.I. N° 70880218, Bac. Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca – Sede Jaén laboro en el presente Laboratorio de Mecánica de Suelos en el Proyecto de Tesis: “ESTUDIO PATOLOGICO DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA – SEDE JAEN – LOCAL CENTRAL” desde el 06 hasta el 10 de noviembre del 2017; durante su permanencia ha demostrado responsabilidad, puntualidad, respeto y eficiencia en su labor encomendada.

Se expide el presente certificado a solicitud del interesado, para los fines que crea conveniente.

Jaén, 11 de noviembre del 2017

ATENTAMENTE

TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS


Fabian Becerra Guevara
GERENTE GENERAL

CONTENIDO DE HUMEDAD (W%)

NORMA: ASTM D2216 / NTP 339.127

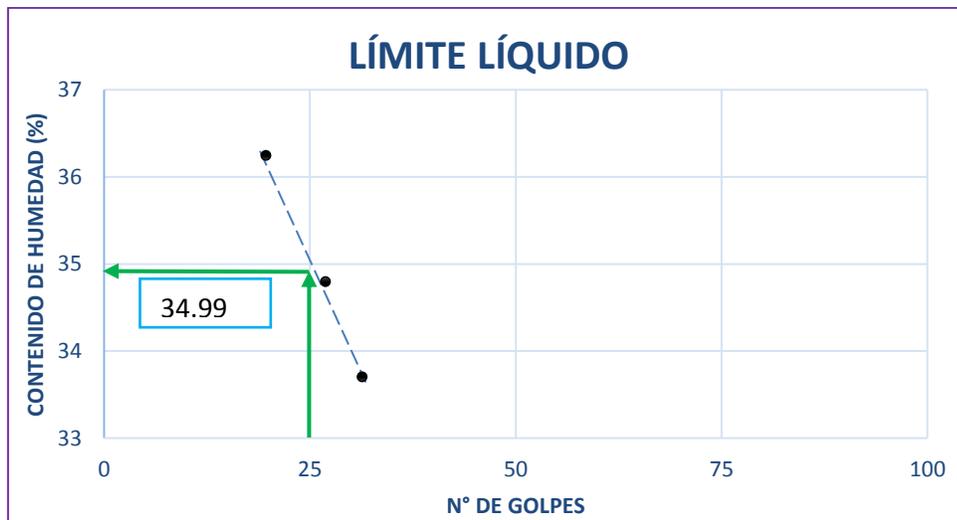
TESIS:	ESTUDIO PATOLOGICO DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAEN – LOCAL CENTRAL		
UBICACION:	EDIFICIO DE LA UNC - SEDE JAEN - LOCAL CENTRAL		
TESISTA:	SÁNCHEZ ZULUETA, EDWIN	FECHA: 12/11/2017	

UBICACIÓN DE CALICATA:	PARTE INTERIOR DEL EDIFICIO DE LA UNC - SEDE JAEN LOCAL CENTRAL
-------------------------------	---

CALICATA C - 01		
PROFUNDIDAD	De -0.50 a -2.00 m.	
ESTRATO	E1	
MUESTRA	M-1	M-2
N° recipiente	5	6
W_{mh} + t(gr)	51.13	51.15
W_{ms} + t(gr)	46.40	46.35
W_{mh} (gr)	4.73	4.80
W_{ms} (gr)	13.18	12.66
W_w (gr)	33.22	33.69
W (%)	14.24%	14.25%
W (%) Prom.	14.25%	

PESO ESPECÍFICO (MATERIAL FINO)		
NORMA: ASTM D854 / AASHTO T100 / NTP 339.131		
TESIS:	ESTUDIO PATOLOGICO DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAEN – LOCAL CENTRAL	
UBICACION:	EDIFICIO DE LA UNC - SEDE JAEN LOCAL CENTRAL	
TESISTA:	SÁNCHEZ ZULUETA, EDWIN	FECHA: 12/11/2017
		
MÉTODO DE LA BOMBA DE VACÍOS		
UBICACIÓN DE CALICATA:	PARTE INTERIOR DEL EDIFICIO DE LA UNC - SEDE JAEN LOCAL CENTRAL	
CALICATA C - 01		
PROFUNDIDAD	De -0.50 a -2.00 m.	
ESTRATO	E1	
MUESTRA	M-1	M-2
Wms (gr)	255.12	254.05
Wfw (gr)	670.97	670.94
Wfws (gr)	792.10	790.40
γ_s (gr/cm ³)	1.904	1.890
K	1.001	1.001
$\gamma_s * K$	1.91	1.89
γ_s prom. (gr/cm³)	1.90	
Donde:		
<p>Wms: Peso de la muestra seca (que pasa el tamiz N°4).</p> <p>Wfw: Peso de la fiola con agua hasta 500ml.</p> <p>Wfws: Peso de la fiola con agua y muestra.</p> <p>γ_s: Peso Específico.</p> <p>K : Factor de corrección K (Tabla).</p>		

LÍMITES DE CONSISTENCIA (LÍMITES DE ATTERBERG)						
NORMA: ASTM D-4318 /AASHTO T89 / NTP 339.129						
TESIS:	ESTUDIO PATOLOGICO DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAEN LOCAL CENTRAL					
UBICACION:	EDIFICIO DE LA UNC - SEDE JAEN LOCAL CENTRAL					
TESISTA:	SÁNCHEZ ZULUETA, EDWIN					
FECHA:	12/11/2017	CALICATA: C - 01	ESTRATOS: E1			
UBICACIÓN DE CALICATA:	PARTE INTERIOR DEL EDIFICIO DE LA UNC - SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL					
CALICATA C - 01						
PROFUNDIDAD:	De -0.50 a -2.00 m.					
TARA	LÍMITE LÍQUIDO (M-1)			LÍMITE PLÁSTICO (M-1)		
	LL1	LL2	LL3	LP1	LP2	
Wt (gr)	15.48	12.10	12.99	15.41	-	
Wmh + t (gr)	39.33	38.80	42.64	18.00	-	
Wms + t (gr)	32.99	31.89	35.14	17.51	-	
Wms (gr)	17.51	19.79	22.15	2.10	-	
Ww (gr)	6.34	6.91	7.50	0.49	-	
W%	36.21	34.92	33.86	23.33	-	
N° DE GOLPES:	20	27	35	-	-	
LL - LP	34.99			23.33		

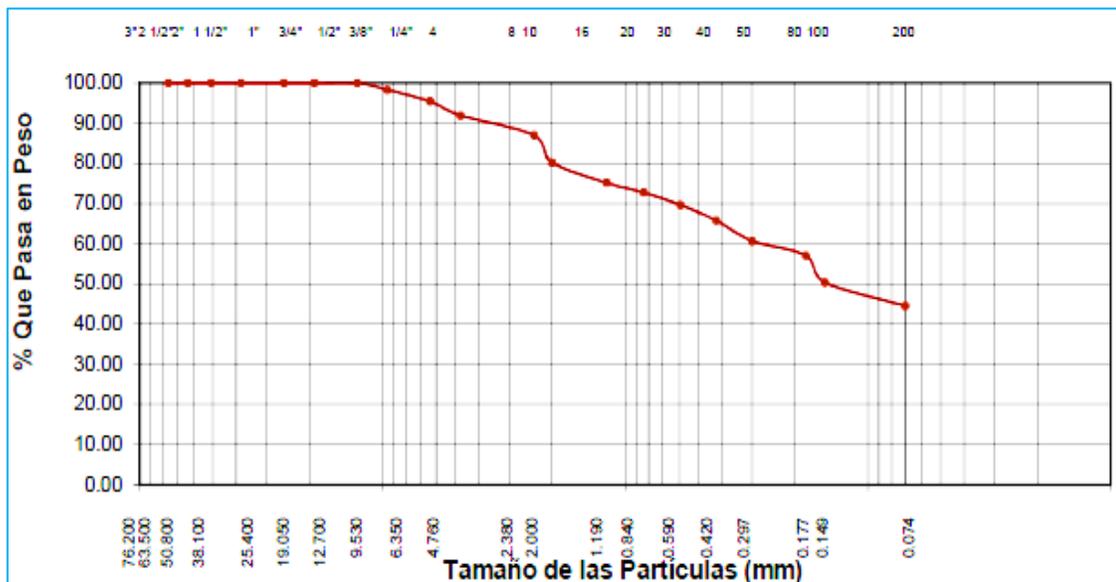


- Límite líquido (%): 34.99
- Límite plástico (%): 23.33
- Índice de plasticidad (%): 11.66

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (POR TAMIZADO)					
NORMA: ASTM D422/ NTP 339.128					
TESIS:	ESTUDIO PATOLÓGICO DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAÉN - LOCAL CENTRAL				
UBICACION:	EDIFICIO DE LA UNC - SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL				
TESISTA:	SÁNCHEZ ZULUETA, EDWIN				
FECHA:	12/11/2017	CALICATA: C - 01	ESTRATOS: E1		
UBICACIÓN DE CALICATA:	PARTE INTERIOR DEL EDIFICIO DE LA UNC - SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL				
PROFUNDIDAD: 0.50 a - 2.00m	MUESTRA: M-1		P. MUESTRA: 177.74 gr.		
TAMIZ N°	ABERTURA (mm)	Pesos Retenidos	% Pesos Retenidos	% Retenidos Acumulados	% Q' PASA
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	3.00	1.69	1.69	98.31
1/4"	6.350	5.17	2.91	4.60	95.40
N° 04	4.760	6.21	3.49	8.09	91.91
N° 08	2.38	8.66	4.87	12.96	87.04
N° 10	2.000	12.10	6.81	19.77	80.23
N° 16	1.19	9.05	5.09	24.86	75.14
N° 20	0.840	4.20	2.36	27.23	72.77
N° 30	0.590	5.69	3.20	30.43	69.57
N° 40	0.420	6.74	3.79	34.22	65.78
N° 50	0.300	9.08	5.11	39.33	60.67
N° 80	0.180	6.37	3.58	42.91	57.09
N° 100	0.149	12.04	3.77	49.69	50.31
N° 200	0.074	10.33	5.81	55.50	44.50
<N° 200	-	79.10	44.50	100.00	0.00
Peso Inicial	177.74				



GRAFICA DE CURVA GRANULOMÉTRICA

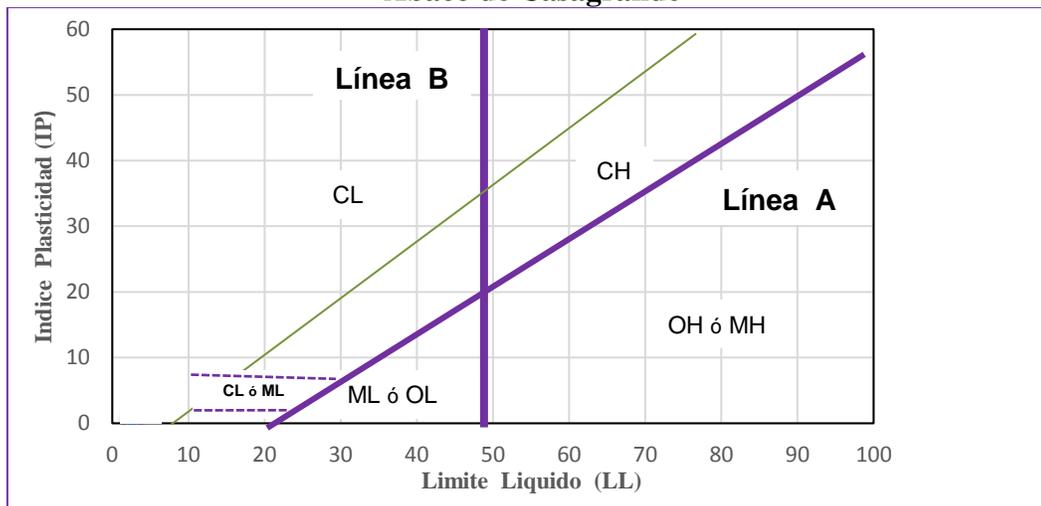


CLASIFICACIÓN DEL SUELO POR EL SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.) NORMA: ASTM D2487 / AASHTO M 145			
TESIS:	ESTUDIO PATOLOGICO DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAÉN – LOCAL CENTRAL		
UBICACION:	EDIFICIO DE LA UNC - SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL		
TESISTA:	SÁNCHEZ ZULUETA, EDWIN		
FECHA:	12/11/2017	CALICATA: C - 01	ESTRATOS: E1
UBICACIÓN DE CALICATA:	PARTE INTERIOR DEL EDIFICIO DE LA UNC - SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL		

DATOS GENERALES:	CALICATA C - 01		
	C1-E1		C1-E1
% Pasa tamiz N° 4 :	91.91	Grado de Curvatura (Cc):	0.00
% Pasa tamiz N° 10 :	80.23	Límite Líquido (L.L.) %:	34.99
% Pasa tamiz N° 40 :	65.78	Límite Plástico (L.P.)%:	23.33
% Pasa tamiz N° 200:	44.50	Índice Plasticidad (I.P.):	11.66
Coficiente Uniformidad (Cu):	0.00		

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.)			
CALICATA: C1	ESTRATO :	E1	

Ábaco de Casagrande



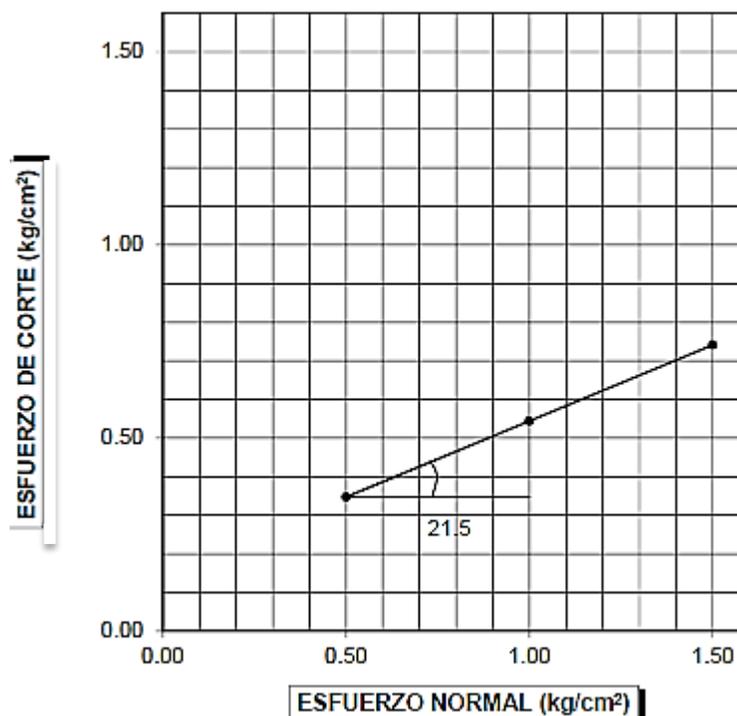
	C1 – E1
Clasificación S.U.C.S.	Suelo conformado por arenas arcillosas de color beige oscuro de consistencia semi- suelta de mediana a baja plasticidad.
	SC

ENSAYO DE CORTE DIRECTO NORMA: ASTM D3080			
TESIS:	ESTUDIO PATOLOGICO DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SEDE JAÉN – LOCAL CENTRAL		
UBICACION:	EDIFICIO DE LA UNC - SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL		
TESISTA:	SÁNCHEZ ZULUETA, EDWIN		
FECHA:	12/11/2017	CALICATA: C - 01	ESTRATOS: E1
UBICACIÓN DE CALICATA:	PARTE INTERIOR DEL EDIFICIO DE LA UNC - SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL		

PROFUNDIDAD: De -0.50 a -1.50 m

Nº DE ESPECIMEN	PESO VOLUMETRICO SECO (gr/cm3)	ESFUERZO NORMAL (kg/cm2)	PROPORCION DE ESFUERZOS (t/s)	HUMEDAD NATURAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm2)	HUMEDAD SATURADA (%)
1	1.744	0.50	0.694	13.67	0.347	15.41
2	1.746	1.00	0.544	13.70	0.544	15.44
3	1.745	1.50	0.494	13.68	0.741	15.42

RESULTADO:	
COHESIÓN (kg/cm2):	0.15
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°):	21.5°
CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TERRENO (kg/cm2):	0.87



CAPACIDAD PORTANTE

Método: Corte Local

DATOS GENERALES:

CALICATA - C1		E1	E2
(Ø) =	ÁNGULO DE FRICCIÓN:	21.5°	21.5°
C) =	COHESIÓN (kg/cm ²):	0.15	0.15
(γ) =	DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³):	1.75	1.75
(Df) =	PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN (cm):	150	200
(B) =	ANCHO DE ZAPATA (cm):	100	100
(F.S.) =	FACTOR DE SEGURIDAD:	3	

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	CALICATA - C1	
	E1	E2
$N'_c =$	13.30	13.30
$N'_\gamma =$	2.50	2.50
$N'_q =$	4.00	4.00

CAPACIDAD PORTANTE:

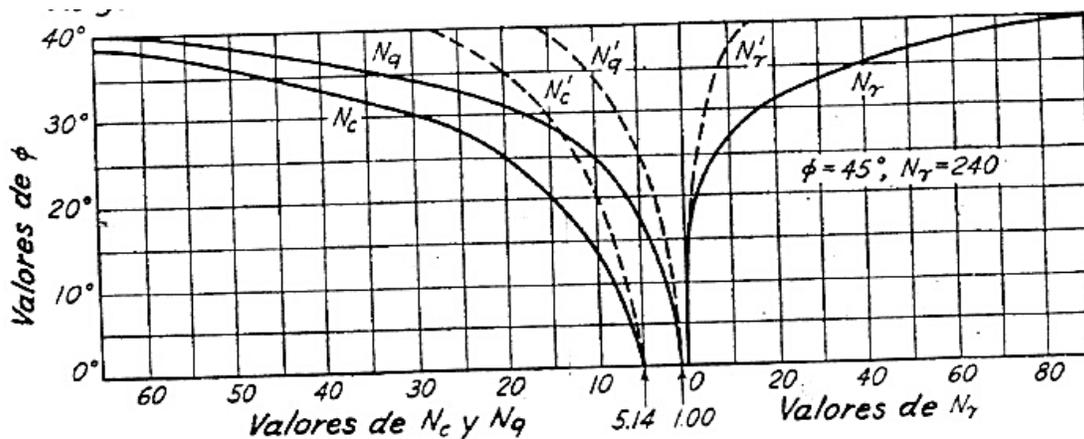
CAPACIDAD DE CARGA DE DISEÑO:

$$q'_c = \frac{2}{3}CN'_c + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma + \gamma D_f N'_q$$

$$q_{adm.} = \frac{q'_c}{FS}$$

CALICATA - C1	E1	E2
Capacidad Portante q'c (kg/cm ²)	2.60	2.94
Capacidad Carga Diseño qadm (kg/cm ²)	0.87	0.98

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA (Terzaghi 1984)



NOTA: Los valores de la Cohesión (C) y del Ángulo de Fricción Interna (Ø), han sido determinados mediante el ensayo de Corte Directo. Los Factores de Capacidad de carga N'_c, N'_q y N'_γ, se determinó con el ángulo de fricción interna mediante el Abaco.

ANEXO - N°04

“Panel Fotográfico”



FOTO N°01: Calicata 01, parte interior del edificio de la UNC - Sede Jaén Local Central.



FOTO N°02: Ensayo de mecánica de suelos: Análisis Granulométrico y Contenido de Humedad.



FOTO N°03: Ensayo de mecánica de suelos: Límites de Consistencia.



FOTO N°04: Ensayo de mecánica de suelos: ensayo de Corte Directo.



FOTO N°05: Ensayo de Esclerometría: Columnas del Primer Nivel Pabellón 1 y Pabellón 2.



FOTO N°06: Ensayo de Esclerometría: Columnas del Segundo Nivel Pabellón 1 y Pabellón 2.



FOTO N°07: Ensayo de Esclerometría: Vigas del Segundo Nivel Pabellón 1 y Pabellón 2.

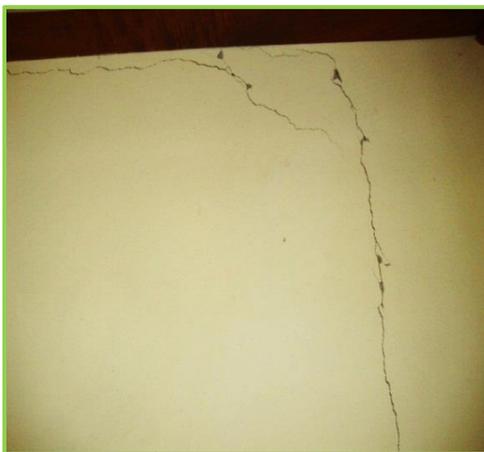


FOTO N°08: Inspección del edificio de la UNC - Sede Jaén - Local Central (10/05/2017) – parte interior de la estructura pabellón 2.



FOTO N°09: Inspección del edificio de la UNC - Sede Jaén - Local Central (10/05/2017) – parte interior de la estructura pabellón 2.

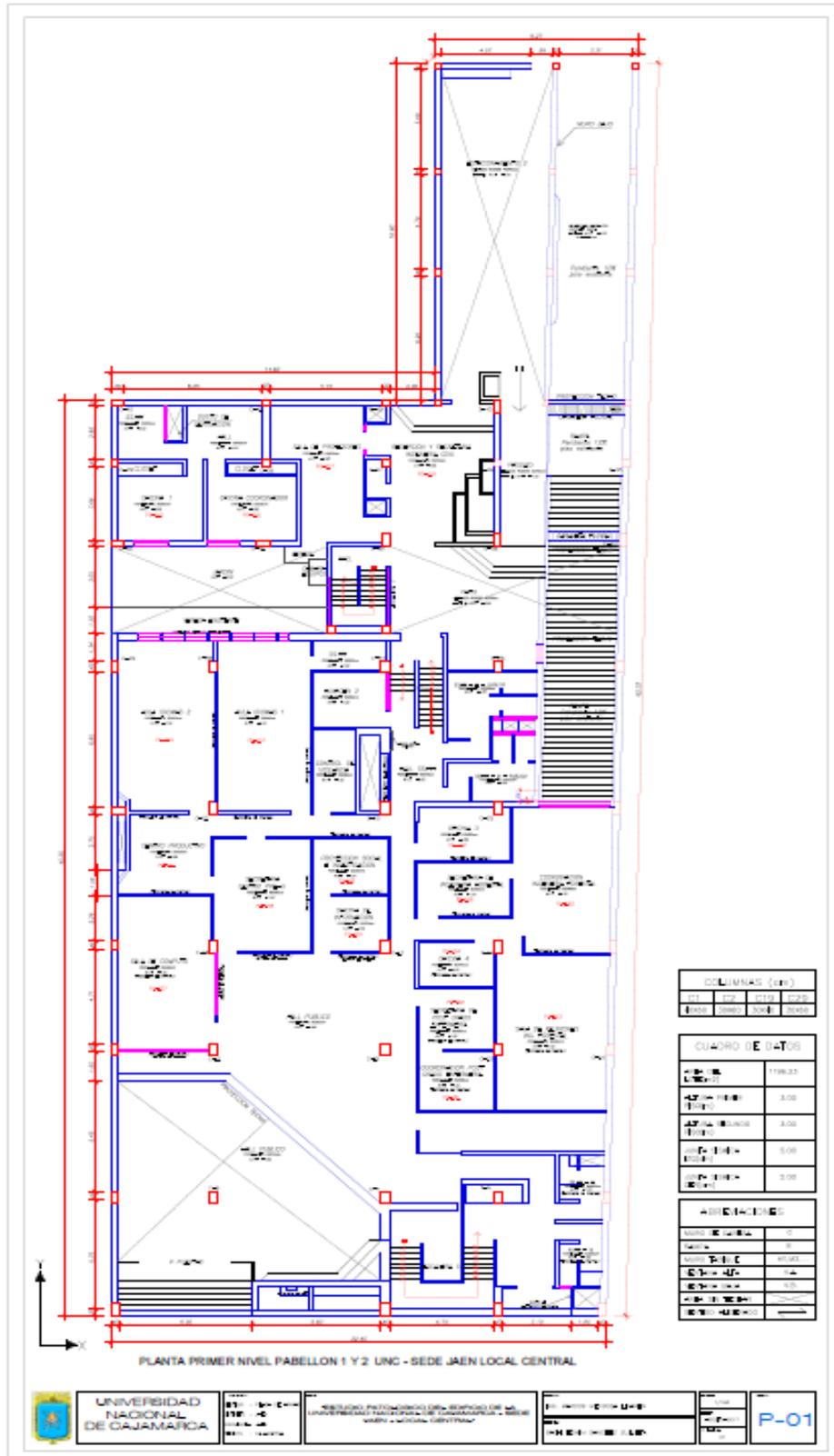


FOTO N°10: Se observa que la parte superior de la estructura no tiene ningún tipo de cubierta que proteja a los muros de la humedad de las lluvias, se muestra en la parte interior del edificio que existe un jardín junto a la estructura y además no cuenta con drenaje de aguas.

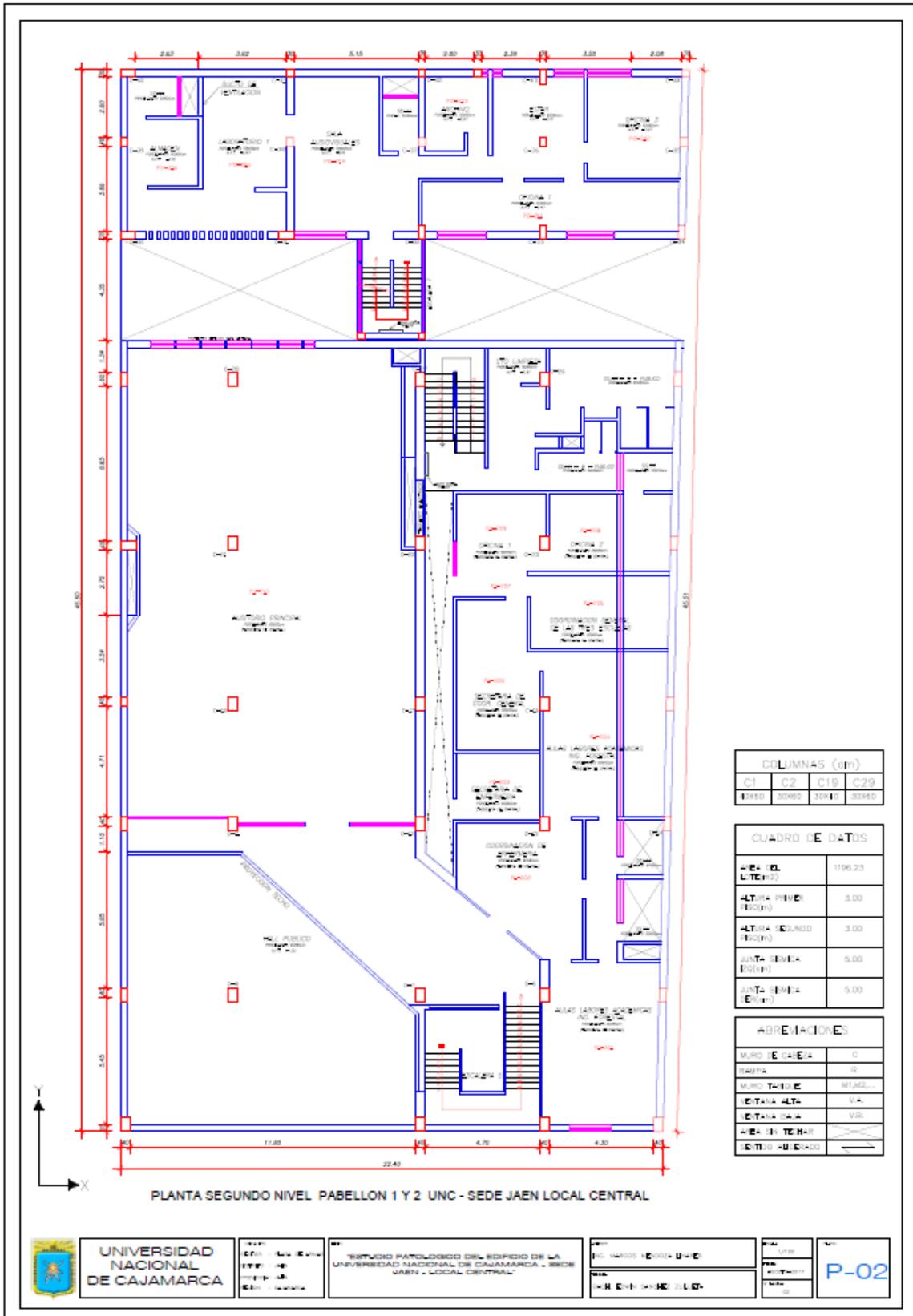
ANEXO - N°05

**“Planos del Edificio de la Universidad
Nacional de Cajamarca - Sede Jaén Local
Central”**

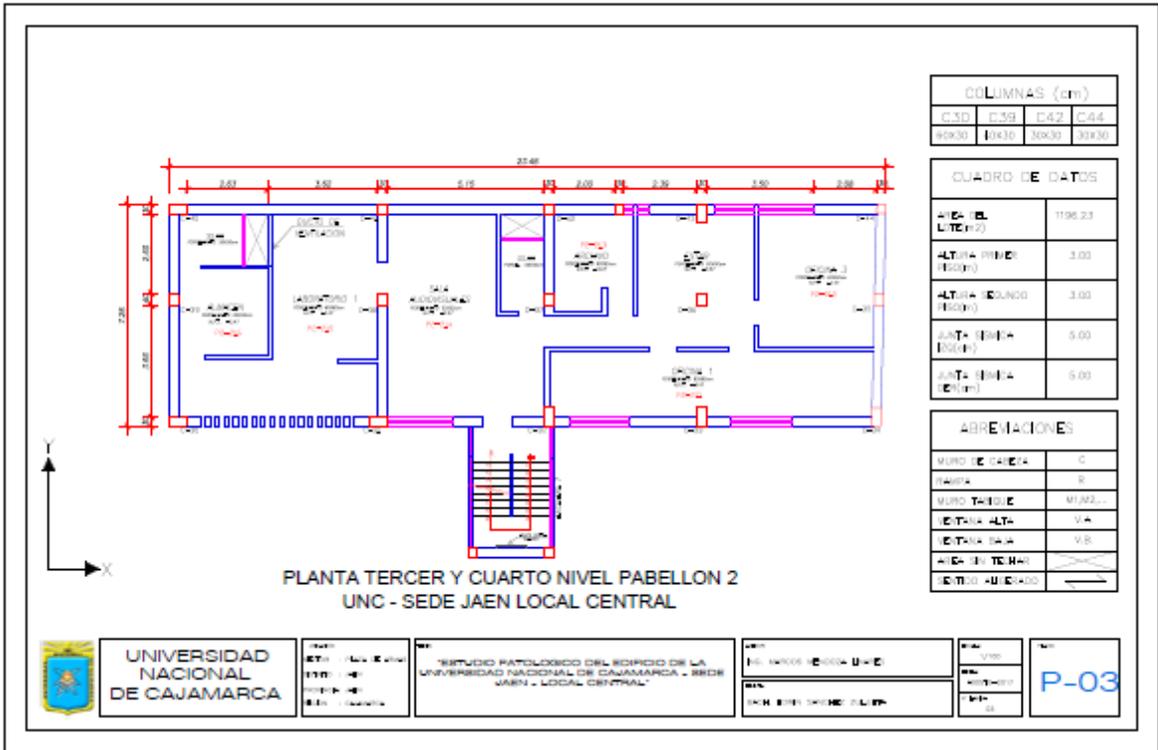
PLANO 1. PLANTA PRIMER NIVEL PABELLON 1 Y 2 UNC – SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL



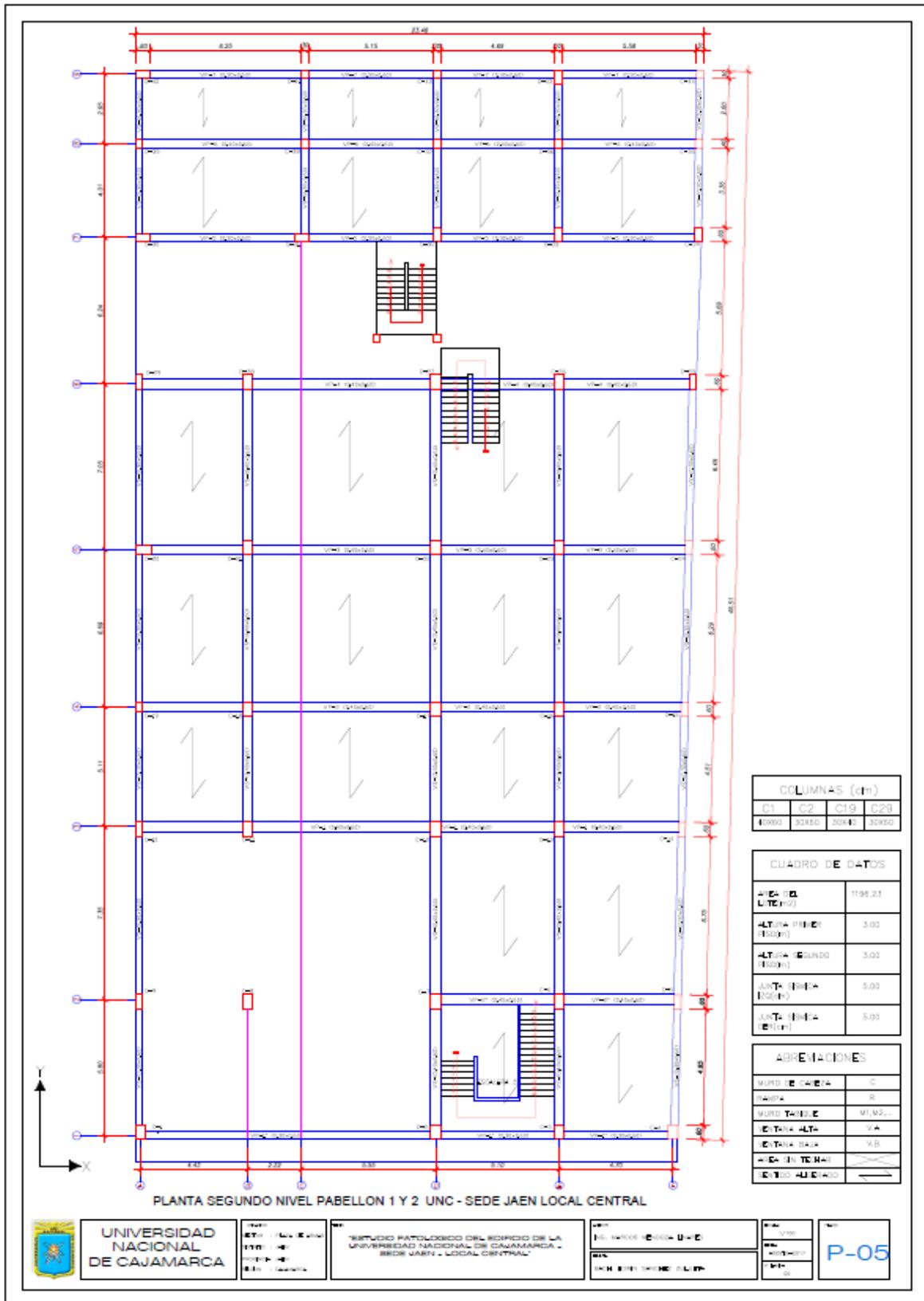
PLANO 2. PLANTA SEGUNDO NIVEL PABELLON 1 Y 2 UNC – SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL



PLANO 3. PLANTA TERCER Y CUARTO NIVEL PABELLON 2 UNC – SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL



PLANO 5. PLANTA SEGUNDO NIVEL PABELLON 1 Y 2 UNC – SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL



PLANO 6. PLANTA TERCER Y CUARTO NIVEL PABELLON 2 UNC – SEDE JAÉN LOCAL CENTRAL

