

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Estando en pleno siglo XXI, no se comprende cómo a pesar del desarrollo de las tecnologías constructivas, del conocimiento del comportamiento de las estructuras y de los materiales de construcción, aparezcan tan rutinariamente fallas y daños en las edificaciones de las Unidades Educativas de Bermejo; la principal causa de defectos en la construcción se debe a la falta de personal calificado en las fases que comprende la ejecución del proyecto, en las edificaciones. Las edificaciones están sometidas no solo al medio ambiente (lluvia, humedad, viento, calor, heladas, entre otros), sino también a sollicitaciones permanentes y variables a lo largo de su vida útil que pueden causar daños; así mismo la falta de mantenimiento hace que estas edificaciones en las Unidades Educativas de Bermejo se deterioren. En conjunto, estos factores pueden llegar a causar daños de importancia promoviendo la manifestación de todo tipo de patologías asociadas entre sí.

La diversidad de lesiones que se manifiestan en las edificaciones de las Unidades Educativas de Bermejo es muy diversa; 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; en muchos casos, ni siquiera la experiencia de un experto es suficiente para dar una respuesta totalmente certera.

Los edificios de las Unidades Educativas de Bermejo, presentan una serie de lesiones, las cuales no han sido evaluadas, desconociéndose en la actualidad su estado, sus características y el origen de éstas.

Educación

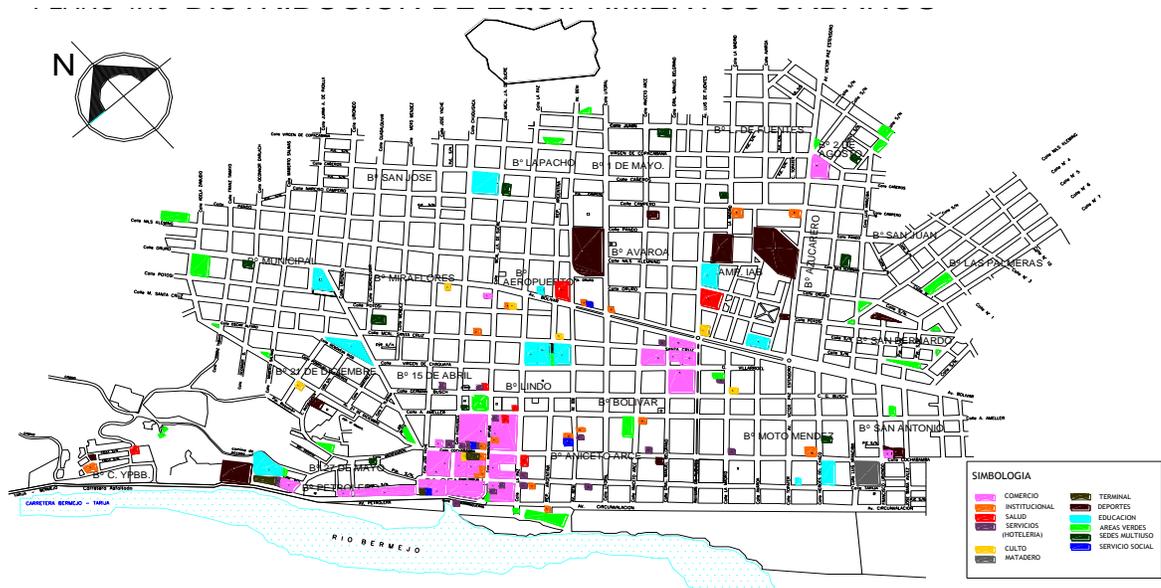
El sector educación es el que más atención ha recibido, tanto del Gobierno Municipal como de los privados. Sin embargo, no se ha logrado una cobertura óptima, por ejemplo los jardines de niños son insuficientes en cantidad y calidad deberá considerando la cantidad de población infantil que debe asistir al nivel inicial del sistema formal de educación, la cobertura beneficia solo al 30% de la población

infantil a pesar de que el 60% de las aulas existentes se utiliza solo en un turno, por lo que se tiene una capacidad instalada ociosa.

En nivel primario se ha logrado una buena cobertura, el 98% de la población en edad escolar está beneficiada, sin embargo solo el 25% de las aulas de primaria que equivale a 1380, se utilizan en un solo turno, nuevamente se advierte de sub-utilización de la infraestructura.

Analizando la calidad de la infraestructura se concluye que esta no es la adecuada en un 100%, sea de tamaño, espacios complementarios o estado físico de las mismas, solo el 38% de las unidades educativas cuenta con una biblioteca, el 7% con laboratorios y el 50% de ellas carece de espacios para juegos y actividades deportivas.

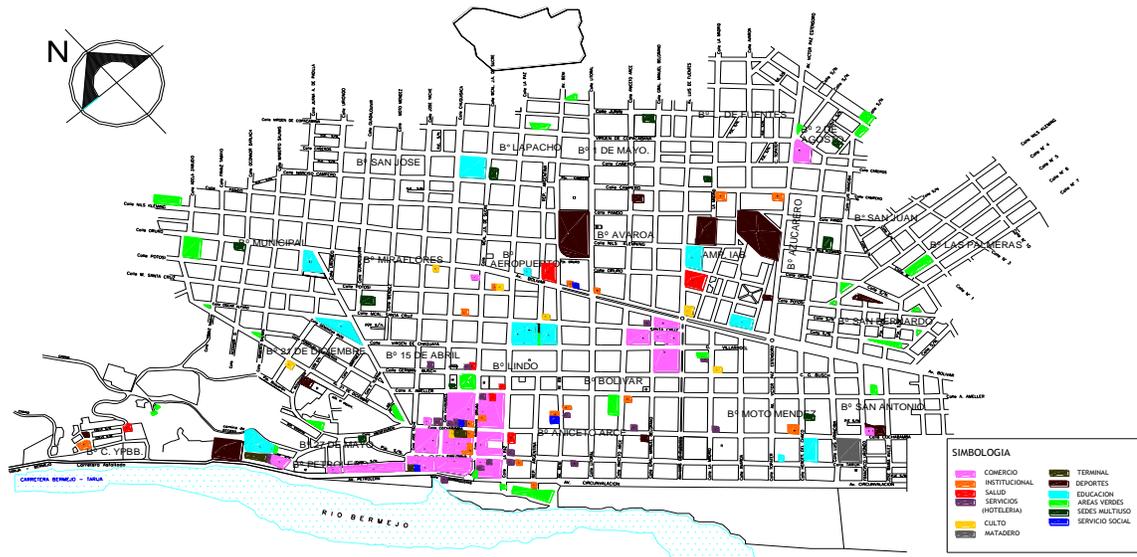
Figura N° 1. DISTRIBUCIÓN DE ESCUELAS NIVEL PRIMARIO EN BERMEJO



La educación secundaria tiene una situación diferente, pues la escasa inscripción, aunada a la ineficiente conclusión, muestra una difícil realidad que los jóvenes

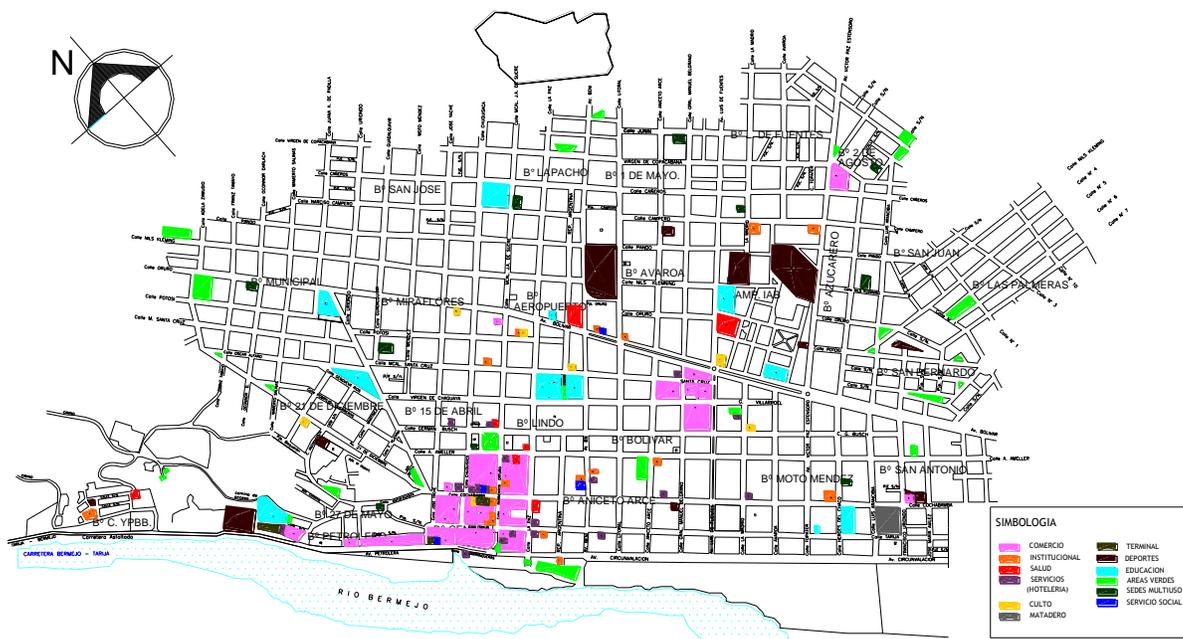
enfrentan. Las complicaciones económicas impiden que muchos jóvenes complementen de manera adecuada su educación. Las instalaciones existentes ofrecen una cobertura territorial deficiente y aún una menor cobertura poblacional. Para el año 2015, solamente 10.149 alumnos se encontraban inscritos en este nivel, lo cual representa el 70% de quienes debieran asistir.

Figura N° 2. DISTRIBUCIÓN DE ESCUELAS SECUNDARIAS BERMEJO



La educación superior presenta un panorama difícil de evaluar, pues aunque existen parámetros que permiten definir la capacidad de las instalaciones, no existe un estudio que permita evaluar la cantidad de alumnos por carrera, ni la calidad de los estudios que se ofrecen. Son muchos los esfuerzos y también los buenos resultados que se tienen en algunas de las carreras universitarias que se dictan en la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”, pero no son generalizados. En ese mismo sentido, las instalaciones no siempre son las adecuadas y carecen de los espacios complementarios. Los alumnos inscritos en la U.A.J.M.S. en el año 2015 eran alrededor de 1500 quienes cuentan con infraestructura en cantidad adecuada.

Figura N° 3. DISTRIBUCIÓN OTROS CENTROS EDUCATIVOS



2. Formulación del problema

¿Cuáles son las lesiones de mayor incidencia en los edificios de las Unidades Educativas de Bermejo?

3. Objetivo

Determinar cuáles son las lesiones de mayor incidencia en los edificios de las Unidades Educativas de Bermejo.

Objetivo General:

Determinar cuáles son las patologías de mayor incidencia y formular las posibles soluciones en los edificios de las Instituciones educativas de la zona urbana de la Ciudad de Bermejo.

Objetivos Específicos:

- 1.- Investigar sobre las Patologías que afectan la estructura de Hormigón Armado sobre las edificaciones en general.

- 2.- Analizar las posibles patologías a la cual se ve enfrentada una edificación de Hormigón Armado en las Unidades Educativas de Bermejo.

- 3.- Investigar acerca de los métodos de reparaciones de patologías existentes para las Unidades Educativas.

- 4.- Aplicar el método de inspección visual en las Unidades Educativas de la ciudad de Bermejo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. BASES TEÓRICAS

2.1.1. Patología de la construcción

La palabra **patología**, etimológicamente hablando, procede de las raíces griegas pathos y logos, y se podría definir en términos generales, como el estudio de las enfermedades; por extensión, la patología constructiva de la edificación es la ciencia que estudia los problemas constructivos que aparecen en el edificio o en alguna de sus unidades Educativas de la ciudad de Bermejo con posterioridad a su ejecución, sus causas, sus consecuencias y sus remedios.

Todo problema existente en una Unidad Educativa tiene un proceso patológico; es decir, tiene una causa, una evolución y presenta determinados síntomas en su estado actual. Para proceder al estudio del problema se debe recorrer este camino pero en sentido inverso; es decir a partir de una lesión observable, se estudia sus características y su evolución para llegar a determinar la causa o causas que han dado origen al problema. Para ello es necesario y fundamental considerar al edificio en cuestión como un objeto físico, compuesto por 4 elementos con unas características geométricas, mecánicas, físicas y químicas determinadas y que pueden sufrir procesos lesivos o patológicos.

2.2.2. TIPOS DE PATOLOGÍAS Y SUS CAUSAS

Como se mencionó anteriormente las patologías son cada una de las manifestaciones de un problema constructivo, es decir el síntoma final del proceso patológico y es a partir de éstas que se inicia un estudio patológico; es por ello la importancia de conocer la tipología de los daños que se pueden presentar en las Unidades Educativas de Bermejo para su correcta identificación, ya que en muchas ocasiones las patologías pueden ser origen de otras y no suelen aparecer aisladas sino confundidas entre sí. Por ello además de saber identificar cada, tipo de lesión, también es conveniente hacer una distinción entre las lesiones que surgen primero y las secundarias, las que son consecuencia de las anteriores.

Debido a que la tipología de daños que pueden aparecer en las edificaciones de las Unidades Educativas es muy extensa, existen diversas clasificaciones, pero la más estándar consiste en agruparlas en tres grandes familias en función del carácter y la tipología del proceso patológico, éstas son: patologías físicas, mecánicas y químicas.

2.2.2.1. Patologías Físicas

Una Unidad Educativa se encuentra sometida desde su construcción y a lo largo de su vida útil a diversos agentes climáticos como la lluvia, el viento, el calor, el frío. Como resultado de la acción de estos agentes las patologías que se producen son:

A. Humedad

Se produce cuando hay presencia de agua en un porcentaje mayor al considerado como normal en un material o elemento constructivo. La humedad puede llegar a producir variaciones de las características físicas de dicho material. En función de la causa podemos distinguir cinco tipos 6 distintos de humedades:

./ De obra: es la generada durante el proceso constructivo, cuando no se ha propiciado la evaporación mediante un elemento de barrera .

./ Humedad capilar: es el agua que procede del suelo y asciende por los elementos verticales .

./ Humedad de filtración: es la procedente del exterior y que penetra en el interior del edificio a través de fachadas o cubiertas .

./ Humedad de condensación: es la producida por la condensación del vapor de agua desde los ambientes con mayor presión del vapor, como los interiores, hacia los de presión más baja, como los exteriores .

./ Humedad accidental: es la producida por roturas de conducciones y cañerías y suele provocar focos muy puntuales de humedad.

B. Erosión

Hablamos de erosión física, cuando se produce pérdida o transformación superficial de un material, ya sea total o parcial, producida por la acción destructora de agentes atmosféricos como la lluvia, el sol y el viento. Estos deterioros se producen de manera progresiva, mediante procesos físicos, sin que se modifique la composición química del material.

- ✓ Erosión producida por el agua de lluvia. Las gotas de lluvia que caen sobre la superficie de un material, desgastan y provocan desprendimientos y arrastres de partículas del mismo, "se considera que una gota de agua depositada en un plano vertical de un material absorbente y con alto grado de saturación, recorre, hasta que agota su velocidad y es absorbida, entre 40 y 60 cm arrastrando polvo".
- ✓ Erosión producida por la acción del sol. El sol calienta la superficie de los materiales componentes de un elemento constructivo, los cambios de temperatura producen cambios de volumen y tensiones internas en el material, lo que ocasiona que la capa más superficial se separe del resto.
- ✓ Erosión producida por la acción del viento. El viento transporta partículas sólidas que chocan contra la fachada de los edificios, también hace que la lluvia choque con más fuerza, provocando el desprendimiento de partículas del material de recubrimiento como la pintura y el tarrajeo.

Las zonas más vulnerables de las Unidades Educativas de Bermejo que pueden sufrir erosión por acción de los agentes atmosféricos son la azotea y las partes altas de la fachada.

2.2.2.2. PATOLOGIAS MECÁNICAS

Las patologías mecánicas son deterioros que se manifiestan en una edificación, a causa de acciones que implican esfuerzos mecánicos sobre los elementos constructivos que componen el edificio. Los edificios y sus elementos componentes son diseñados para soportar determinados esfuerzos que producen su peso propio, cargas vivas impuestas a lo largo de su vida útil y los esfuerzos producidos por sismos y se espera que tengan un comportamiento adecuado; pero cuando los elementos son sometidos a esfuerzos que no han sido previstos o porque resultan superiores a los calculados, provocan movimientos, aberturas o separaciones, deformaciones y roturas que aparecen cuando al material o elemento constructivo le resulta incapaz de soportar tales esfuerzos.

Los esfuerzos mecánicos a los que pueden verse sometidos los elementos de un edificio son: cargas concentradas en exceso, la mala calidad de los materiales, tensiones provocadas por los cambios de temperatura, fallos en la cimentación y el mal uso que le pueden dar la personas. Las patologías que se manifiestan son deformaciones, grietas y fisuras.

A. DEFORMACIONES

Una deformación en un elemento constructivo se produce ya sea en el momento de su construcción o durante su etapa de servicio como consecuencia de un esfuerzo mecánico. Las formas en que se manifiesta una deformación mecánica son diversas, pero entre las más comunes tenemos:

- Flechas en elementos horizontales (vigas y losas aligeradas). Se produce a consecuencia de la flexión, inducida por la aplicación directa de una carga vertical excesiva en el elemento, éste se deforma produciéndose un descenso

de su eje neutro. La deformación alcanza su valor máximo en el tramo central del elemento.

- Pandeos en elementos verticales (columnas y muros). Se producen como consecuencia de un esfuerzo de compresión que sobrepasa la capacidad de deformación de un elemento vertical, tanto lineal como superficial, superior a su capacidad de carga.
- Deformaciones ocasionadas por cambios en la naturaleza del suelo de cimentación. La retracción y expansión del terreno que está en contacto con los cimientos de una edificación, ocasiona deformaciones en los elementos que no son capaces de asimilar los movimientos que se generan.

Es importante tener en cuenta que las deformaciones antes descritas, a su vez, se convierten en causa de otras lesiones como fisuras, grietas y desprendimientos, que aparecen de manera progresiva conforme aumenta la deformación en el elemento.

B. FISURAS

Son aberturas que tienen una anchura inferior al milímetro y que afectan solo a la superficie del elemento constructivo o al acabado superficial superpuesto y se desarrollan de forma longitudinal, transversal o diagonal en relación sección de éste.

Las causas y la manera como se desarrollan difieren tanto en los elementos estructurales, no estructurales y en los acabados. Es el caso del concreto armado, gracias a su armadura tiene la capacidad para retener los movimientos deformantes y lograr que sean fisuras lo que en el caso de un muro de albañilería acabaría siendo una grieta.

Para su estudio detallado y un mejor entendimiento de la tipología de las fisuras y cómo se desarrollan, es necesario clasificarlas, de acuerdo a sus características y a las causas que las producen:

b.1) Clasificación

Según su amplitud, las fisuras pueden ser:

- Microfisuras, éstas son aberturas muy pequeñas que tienen un espesor menor a los 0.05 mm.
- Fisuras, son aberturas que afectan a un elemento constructivo y tienen un espesor entre 0.1 mm y 1 mm.

Según su movilidad, las fisuras se clasifican en:

- Fisuras muertas, se denominan así cuando sus dimensiones: longitud, espesor y profundidad, no varían a lo largo de la vida útil de una edificación, es decir aparecen en un momento dado por determinados esfuerzos, pero al cesar la fisura se estabiliza.
- Fisuras vivas, se denominan así cuando conforme transcurre el tiempo, sus dimensiones aumentan, debido a los esfuerzos que se siguen dando en el elemento.

Según su incidencia estructural, se tiene los siguientes tipos de fisuras:

- Fisuras estructurales, son las que se producen en elementos de soporte (columnas, vigas, losas, muros portantes), y son debidas a la presencia de esfuerzos excesivos, ya sea de tracción o compresión y estos esfuerzos son ocasionados por la acción de cargas o deformaciones impuestas a la estructura.
- Fisuras no estructurales, se producen por causas intrínsecas al comportamiento de los materiales constituyentes de los elementos.

b.2.) Causas

La aparición de fisuras en un elemento constructivo, es consecuencia de la deficiente respuesta del mismo frente a las exigencias de resistencia y elasticidad; es decir, a los esfuerzos mecánicos a las que se ve sometido.

Los esfuerzos que ocasionan la fisuración de un elemento constructivo pueden agruparse en cuatro categorías en función del tipo de esfuerzo mecánico al que se vean sometidos los elementos estructurales o y no estructurales de una edificación:

Fisuras por esfuerzos mecánicos de flexión. La localización de fisuras de flexión no indica necesariamente el agotamiento o la certeza de insuficiente capacidad resistente de la pieza. Para anchos de fisura, menores de 0,3 mm, la abertura tiene poca incidencia en la durabilidad del elemento estructural, pero si en elementos de hormigón armado, desde el punto de vista de la seguridad estructural, fisuras superiores a 0,4 mm, podrían ser un indicio de insuficiencia de armadura inferior de tracción o de sobrecargas excesivas y, en consecuencia, se consideran lesión de carácter grave, aceptando como leves las de menor amplitud.

Las fisuras más frecuentes, son las fisuras que se producen en la cara inferior de las vigas, a su vez estos esfuerzos se dan de dos formas:

- ❖ *Fisuración transversal en vigas debido a esfuerzos de tracción.* Se presentan en las zonas de máximo esfuerzo, debido a cargas verticales, esto es en la zona central de la viga, en la cara inferior y además en la parte superior de la viga cerca de la unión viga-columna, aunque éstas son difícil de observar debido al acabado del piso. En la cara inferior se presentan repartidas más o menos uniformemente a lo largo de toda la longitud de la viga (ver figura 4).

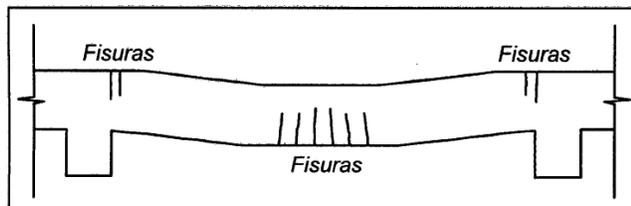


Figura 4. Fisuración por esfuerzos de tracción en vigas

- ❖ *Fisuración longitudinal en vigas debido a esfuerzos de compresión.* Este tipo de fisuración se da en vigas, debido a cargas verticales. Es posible de detectar

realizando inspecciones específicas al elemento (ya que en general no son visibles) y aun así, presentan cierta dificultad para encontrarlas y reconocerlas, salvo en el caso de que el elemento hubiese fallado. Las fisuras debido a esfuerzos de compresión se dan en la zona central y parte superior de la viga, como se muestra en la figura 5.

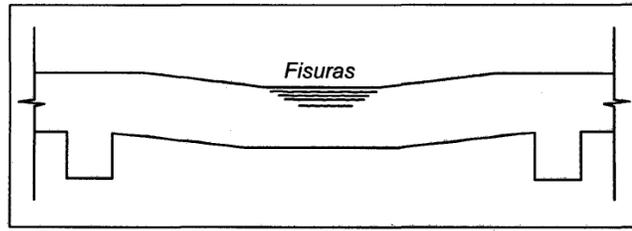


Figura 5. Fisuración por compresión en vigas

❖ *Fisuración inclinada en vigas debido a esfuerzos cortantes.* Este tipo de fisuras aparecen cuando se produce el agotamiento del elemento, por esfuerzo cortante debido a algunos de los siguientes mecanismos:

- Compresión oblicua del alma.
- Fallo del anclaje de la armadura transversal.
- Agotamiento por tracción de la armadura transversal.

Se producen cerca de los apoyos, en las caras laterales de las vigas por falta de resistencia a esfuerzos cortantes. Este tipo de lesiones son de carácter grave o muy grave, sobre todo en piezas sin armadura transversal.

Las fisuras por esfuerzo cortante se dan de las siguientes formas (Ver figura 6):

- (a) Fisuración por agotamiento de la armadura transversal de tracción.
- (b) Fisuración por combinación de corte y flexión.
- (e) Fisuración por compresión oblicua del alma.
- (d) Fisuración por fallo de anclaje.

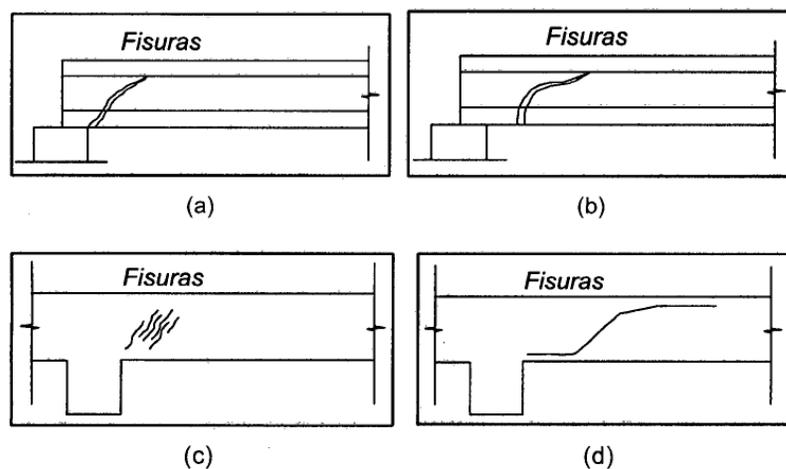


Figura 6: Tipología de las fisuras en vigas debido a esfuerzos de corte

- ❖ *Fisuración longitudinal en losas.* Esta lesión se produce, en la zona de momentos negativos, debido a una insuficiente resistencia a flexión, por no disponer de armadura negativa o, aunque esté colocada, se ha desplazado hacia abajo durante vaciado del concreto. Las fisuras se presentan en la cara superior de la losa a ambos lados de las vigas. Esta lesión se considera de carácter muy grave (ver figura 7).

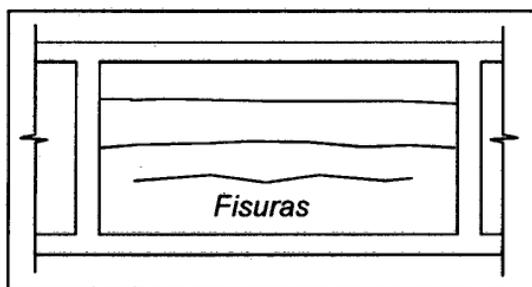


Figura 7: Fisuras longitudinales en losas.

Fisuras por esfuerzos mecánicos de flexocompresión. Se producen sobre todo en columnas, al ser elementos estructurales que suelen trabajar a esfuerzos de compresión combinados con los de flexión. Puede provocar la rotura de la columna y el colapso de toda la estructura, ya que tienen poca capacidad de aviso.

Las fisuras por esfuerzos de flexocompresión pueden darse de las siguientes formas:

- *Fisuración longitudinal en columnas (Fisuras por compresión)*. Se produce en columnas sometidas a importantes esfuerzos axiales y a reducidos momentos flectores. Se caracteriza por la aparición de fisuras verticales (ver figura 8), siguiendo la dirección de las armaduras principales, de muy poco ancho y difíciles de ver. Si aparecen en la zona superior de la columna, pueden ser debido al desplazamiento de los estribos hacia abajo durante la fase de vaciado del concreto. Este tipo de lesión constituye el mecanismo usual de agotamiento de columnas; es decir que los esfuerzos de compresión actuantes son superiores a lo que puede resistir la columna. Es considerada como una lesión de carácter muy grave y, por lo tanto, conlleva intervenciones inmediatas.
- *Fisuración inclinada en columnas (Fisuras por cortante)*. A diferencia del tipo de fisuración longitudinal por compresión, no suele presentarse a la vista, salvo cuando el elemento está muy cerca al colapso. Las fisuras se caracterizan por seguir el plano oblicuo (ver figura 8), también es considerada como una lesión de carácter muy grave y, por lo tanto, se debe poner máxima atención, ya que al ser las columnas el soporte de la estructura y si llegan a fallar, la estructura completa se verá afectada y también colapsará.

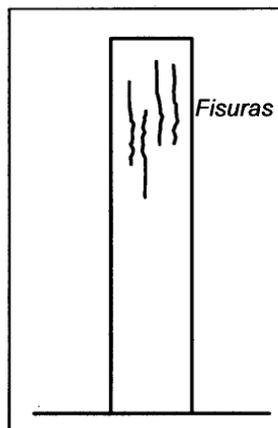


Figura 8: Fisuración longitudinal en columnas por compresión

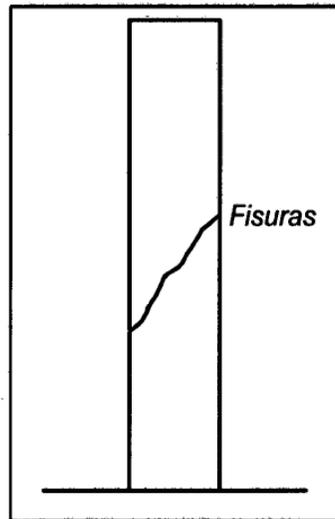


Figura 9: Fisuración inclinada en columnas por cortante

- *Fisuración transversal en columnas (Fisuras por pandeo).* Se produce en columnas que soportan importantes momentos flectores y a reducidos esfuerzos axiales (tracción), como son las columnas de última planta o las situadas en esquina. Se caracteriza por la aparición de fisuras horizontales, siguiendo la dirección perpendicular de las armaduras principales (ver figura 10), de ancho variable, cerrándose en la zona comprimida y abriéndose en la traccionadas.

Desde el punto de vista de la durabilidad, anchos de fisura, menores de 0.3 mm, se consideran daños leves y graves para valores superiores.

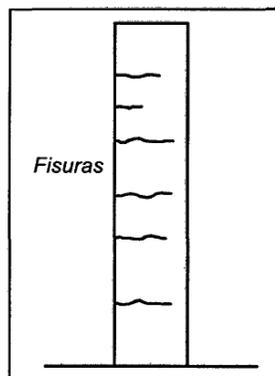


Figura 10: Fisuración transversal en pilares debida al pandeo

C. GRIETAS

Las grietas son aberturas longitudinales incontroladas y no deseadas producidas en un material o elemento constructivo, ya sea estructural (columnas, vigas, losas, muros portantes) o de simple cerramiento (muros no portantes y tabiques de albañilería).

Ponen de manifiesto la existencia de esfuerzos excesivos o a un mal comportamiento del edificio que puede ser debido a fallos de proyecto o de ejecución o a un mal uso o conservación.

Se habla de grietas cuando las aberturas existentes en un elemento estructural o no estructural, tienen más de un milímetro de ancho y afectan a todo el espesor del material o del elemento constructivo, lo que provoca la pérdida de su consistencia y la integridad del elemento.

Dentro de las grietas, y en función del tipo de esfuerzos mecánicos que las originan, distinguimos dos grupos:

- ✚ Por esfuerzos excesivos o no previstos. Son las grietas que afectan a elementos estructurales o no estructurales al ser sometidos a cargas para las que no estaban diseñados. Este tipo de grietas requieren, generalmente, un refuerzo para mantener la seguridad de la unidad constructiva.
- ✚ Por dilataciones y contracciones higrotérmicas. Son las grietas que afectan sobre todo a elementos que se encuentran sometidos a cambios de temperatura, como los que se encuentran en la fachada y la parte superior del edificio, pero que también pueden afectar a las estructuras cuando no se prevén las juntas de dilatación entre tabiques y columnas.

2.2.2.3. LESIONES QUÍMICAS

Estas lesiones se presentan cuando se producen reacciones químicas, entre los elementos constituyentes de los materiales y agentes externos que penetran en el material al estar expuesto al medio ambiente. Aunque éste tipo de lesiones no tiene relación alguna con las lesiones de origen físico, su sintomatología en muchas ocasiones se confunde.

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

A. EFLORESCENCIAS

Se trata de un proceso patológico que suele tener como causa directa previa la aparición de humedad, por causa de la infiltración de agua en los materiales, éstos contienen sales solubles que son arrastradas por el agua hacia el exterior durante su evaporación y se cristalizan en la superficie del material. Las eflorescencias se manifiestan en forma de manchas de color blanco en la superficie del material, que tienen formas geométricas que en cierto modo se parecen a flores, de ahí el nombre de la lesión. Esta lesión afecta con más frecuencia a los materiales más porosos o con texturas más abiertas donde el agua se infiltra con más facilidad, como el ladrillo, el concreto y los morteros cemento-arena (ver figura 11).



Figura 11. Eflorescencias en muros de ladrillo

El agua que se infiltra, disuelve las sales presentes en los materiales y luego los arrastra hacia el exterior. La presencia de agua en un material puede ser muy variada, aunque las fuentes más habituales son:

- Agua de construcción, o agua de obra, que va saliendo al exterior a medida que se seca el edificio y que da lugar a las primeras eflorescencias. Agua de

lluvia, que se infiltra desde el exterior por absorción (debido a la porosidad del material) o a través de fisuras y grietas y luego, cuando la temperatura sube, se evapora y se vuelve hacia el exterior.

- Vapor de agua, que procede del interior del edificio y que, cuando se condensa, disuelve las sales del material de los muros y las arrastra hacia el exterior.
- Agua procedente de roturas de tuberías o de otras fugas. Su efecto es similar al que se ha descrito en los tres casos anteriores.

a.1) Tipología de las eflorescencias. Las eflorescencias se clasifican en función del tipo de agua que arrastre las sales:

- **Por humedad de obra.** En la vida del edificio, son las primeras que se desarrollan y deben considerarse casi como inevitables, ya que prácticamente todos los materiales tienen siempre un mínimo de eflorescibilidad.
- **Por humedad de infiltración.** Es consecuencia del agua de lluvia que realiza un recorrido de ida y vuelta. Se suelen desarrollar en los materiales más eflorescibles y son temporales.
- **Por humedades de condensación intersticial.** Aparecen, principalmente, en los materiales de excesiva eflorescibilidad que se encuentran en los puentes térmicos de los cerramientos exteriores.
- **Por humedades accidentales.** Es decir, por el agua que aparece a causa de roturas o fugas. Por supuesto, también dependen de la eflorescibilidad del material, pero en general resulta sencillo encontrar la causa de la lesión.

2.2.3. PATOLOGÍA DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

2.2.3.1. CIMENTACIONES

A. LOS FALLOS: DESCRIPCIÓN Y SINTOMATOLOGÍA

Todo edificio con problemas en la cimentación ofrece, tarde o temprano y de forma más o menos manifiesta, unas lesiones o síntomas apreciables a simple vista.

Hay casos en los que se sabe que el edificio puede tener problemas, con lo que se pueden tomar las precauciones oportunas. Pero en la mayoría de los casos, el conocimiento de los fallos en la cimentación se produce cuando ya existen daños en el edificio, a veces de gran importancia, con la aparición de patologías sintomáticas claramente apreciables y detectables por cualquier persona no especializada.

Las fisuras y grietas son, casi sin lugar a dudas, los primeros síntomas de algún fallo o problema en la cimentación. Son las primeras en aparecer seguidas, tarde o temprano, por otras sintomatologías.

Al estudiar las grietas y fisuras producidas en una edificación, se hace las siguientes consideraciones:

./ Su situación y su forma .

./ Hacia dónde se abren o se cierran .

./ Si las partes a los costados de la grieta o fisura conservan el mismo plano, o bien una baja más que la otra, o incluso si se registra una pérdida de la verticalidad .

./ Si está o no estabilizada, o sea, si sigue creciendo o no.

Las lesiones o síntomas de fallos en una cimentación, pueden adoptar la siguiente tipología:

a.1) Asentamientos

Es el movimiento más común de un edificio afectado por fallos en su cimentación. Los asentamientos se producen cuando el terreno que se encuentra soportando a la estructura se consolida, bajo carga, las cargas impuestas por ésta. Esta consolidación dependerá del tipo de suelo y, por tanto, de la deformación máxima a asumir por éste, y del tiempo necesario para alcanzar la misma.

La sintomatología típica de los asentamientos son las grietas o fisuras que puedan aparecer tanto en estructuras de muros de carga como en estructuras de pórticos (Ver figuras 12 y 13).

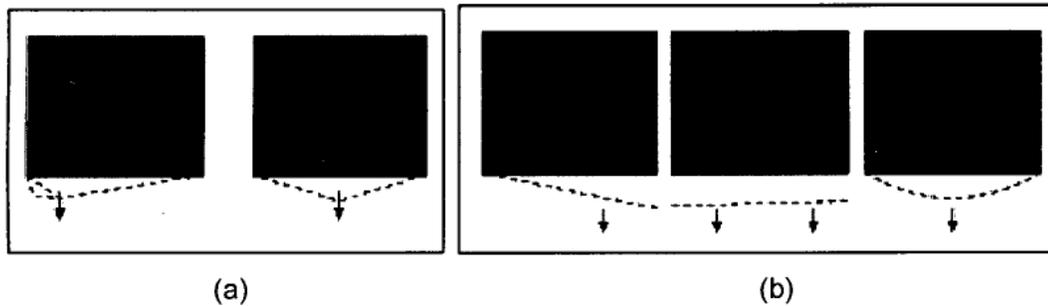


Figura 12. (a) fisuras en muros debido a un asentamiento puntual en la cimentación. (b) fisuras en muros debido a un asentamiento uniforme en la cimentación

Los asentamientos se dan de dos formas: los de conjunto o totales y los diferenciales o parciales. Estos últimos se refieren a la diferencia de asentamientos entre los cimientos de una misma edificación o estructura.

Los asentamientos diferenciales producidos en zonas localizadas del edificio, son los que ocasionan mayor cantidad de lesiones (ver figuras 13), ya que al quedar parte de los cimientos sin el apoyo suficiente, el edificio debe deformarse y adaptarse a su nueva forma para encontrar equilibrio.

Generalmente, la estructura no tolerará esta deformación y se producirá la rotura, manifestada en grietas y fisuras.

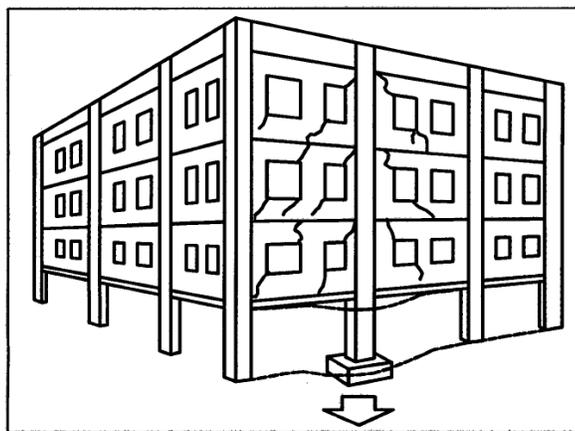


Figura 13. Asentamiento diferencial de una zapata en una edificación

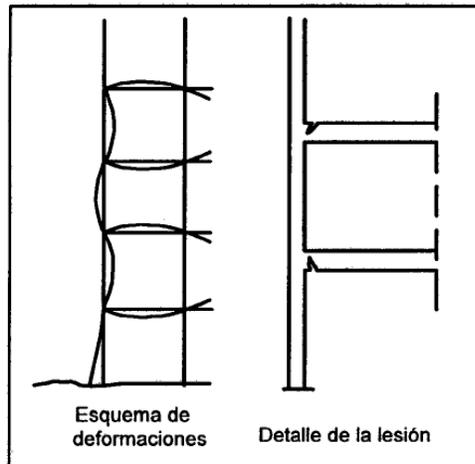


Figura 14. Deformaciones y lesiones producidas por el asentamiento diferencial de una zapata en una estructura aporticada.

B. CAUSAS DE LOS FALLOS EN LAS CIMENTACIONES

b.1) Edificios vecinos construidos en distintos momentos. Si se construye un edificio unido a otro levantado con anterioridad, el efecto de asentamiento del suelo bajo la acción de las cargas del nuevo puede, por interacción, provocar el descenso del terreno en que descansan los cimientos del edificio existente con consecuencias negativas (ver figura 15).

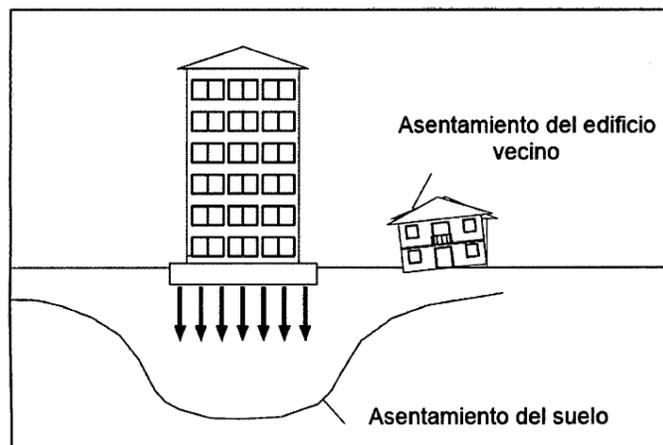


Figura 15. Asentamiento producido por la construcción de una nueva Estructura

b.2) Daños por cimentación heterogénea de una construcción. Construcciones de cierta envergadura es frecuente que algunas posean sus cimentaciones a cotas por debajo de otras, de manera que se encuentren suelos de distinta naturaleza (ver figura 16). Por lo tanto, se plantea una heterogeneidad que es la correspondiente al terreno en relación con la obra construida.

b.3) Daños provocados por el agua. El agua es uno de los elementos componentes del suelo y tiene especial relevancia en ciertos casos.

La variación del contenido de humedad hace que cambien las características del suelo, cuya alteración por este motivo puede producir daños en el edificio por asientos o empujes no previstos.

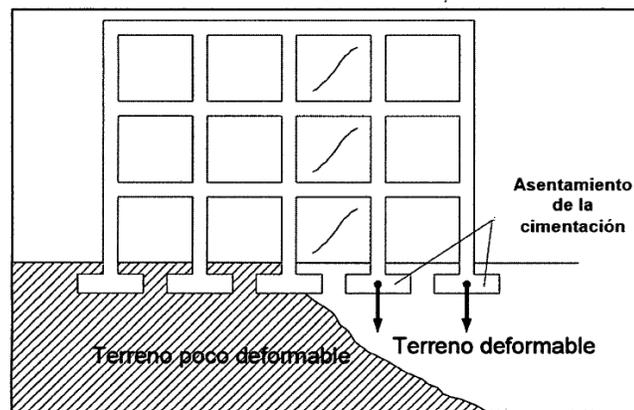


Figura 16. Asentamiento debido a suelos de distinta naturaleza

2.2.3.2. ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Los elementos estructurales o portantes, es decir, aquellos que integran la estructura resistente y que soportan los esfuerzos originados por las cargas y sobrecargas propias de cada construcción, manifiestan una sintomatología muy variada ante la aparición de lesiones, desde la formación de fisuras y grietas hasta cambios de coloración, deformaciones, aplastamientos, erosiones, etc.

A. PÓRTICOS

En calidad de sistema unidireccional formado por columnas y vigas, el pórtico se caracteriza por una diferencia de canto entre la viga y la losa aligerada, que implica además una desigualdad en la rigidez.

En cuanto a las lesiones relacionadas con las alteraciones del hormigón, la aparición de fisuras anulares, siempre de la misma anchura, perpendiculares a la dirección principal de la viga, son normalmente debido a la retracción hidráulica del material y acostumbran a mantener una cadencia si los elementos estructurales se repiten. Aunque se trata de una lesión estructural leve, puede llegar a afectar a la durabilidad del elemento.

Todo elemento de hormigón armado modifica sus dimensiones en función de la temperatura ambiental a que se halla expuesto, aumentando de volumen cuando se produce un incremento de ésta y disminuyendo cuando la temperatura decrece.

En los pórticos, las fisuras por salto térmico aparecen en las zonas traccionadas de las cabezas y las bases de las columnas, induciendo a las vigas y losas a movimientos de contracción o de dilatación.

Ello se produce cuando la estructura se encuentra coartada en su movimiento y el hormigón no puede resistir, debido a su módulo de elasticidad de dichas deformaciones. El consecuente desarrollo de tensiones adicionales genera además una sobresolicitación a flexión en los pilares en que se sustenta el pórtico.

También son muy propias de este tipo de estructuras las lesiones introducidas por el descenso diferenciado de un punto de la cimentación con respecto al conjunto del edificio. Ello provoca una desviación angular que se traslada a la estructura flexible de pórticos, imponiéndole deformaciones y generando roturas en las vigas, normalmente por cortante.

Estas evolucionan hacia formas romboidales con la consecuente aparición de fisuras motivadas por el alargamiento de la diagonal que une el pie o vértice del lugar del descenso con el opuesto.

Las fisuras debido a asientos diferenciales no aparecen de manera inmediata, sino de forma paulatina, mostrándose los síntomas en los muros de cerramiento antes que en la propia estructura, salvo en los casos de asentamientos bruscos.

En los pórticos de hormigón armado por ser las columnas y viga un elemento continuo, el cedimiento de una zapata produce esfuerzos excepcionales que, por esta misma continuidad, repercuten en toda la estructura. Ello da lugar a tensiones no toleradas en determinadas secciones, tracciones adicionales en las armaduras o un deslizamiento de las mismas por adherencia insuficiente.

También pueden aparecer grietas de aplastamiento del hormigón en la zona comprimida por la viga. Cuando existe tabiquería en el plano del pórtico, ésta no tolerará la deformación y romperá en la dirección perpendicular a las tracciones aparecidas en los tabiques.

Un caso curioso el de los elementos estructurales solicitados fundamentalmente a esfuerzos de compresión que, en determinadas circunstancias provocadas por asientos diferenciales, terminan trabajando a tracción. Ello se produce cuando una columna de planta baja presenta un cuadro de fisuración motivado por esfuerzos de tracción. Este hecho exige una colaboración del resto de los elementos estructurales, que creando los mecanismos pertinentes producirán una redistribución de los esfuerzos. La consecuencia de ello puede ser una sobresolicitud de algunos elementos, sometidos a esfuerzos para los que no fueron concebidos.

Columnas de concreto armado. Los soportes verticales de una construcción, entre los cuales se incluyen las columnas, son los elementos esenciales que garantizan la

estabilidad general de la misma. Una viga, una losa o un voladizo pueden fallar localmente en una estructura sin que, en general, ello implique la ruina total del edificio. Sin embargo, no son excepcionales los colapsos que acontecen bruscamente, sin que se detecte a tiempo el problema, debido a la fragilidad de las columnas, elementos que trabajan de forma dominante a compresión.

a.1) Lesiones debido a acciones mecánicas. Los diferentes tipos de fisuras originadas por acciones de tipo mecánico en pórticos manifiestan frecuentemente diversas combinaciones entre sí, dando lugar a cuadros patológicos de complicado diagnóstico. Por ello, se precisará de un estudio detallado de cada patología.

a.1.1) Debido a la flexión. Los mecanismos de rotura en los pórticos sometidos a flexión manifiestan un comportamiento complejo, derivado de la intervención de varios elementos en su formación.

En pórticos con nudos rígidos en sus extremos, las fisuras en vigas apoyadas sometidas a cargas verticales suelen producirse por flexión pura (ver figura 17). En función de la cuantía de armadura de tracción, se originan en una primera fase fisuras inferiores aisladas o en grupo.

Los esfuerzos de flexión adicionales que dan origen a daños en las columnas puede deberse a asientos diferenciales, retracción de las vigas, empujes horizontales, sobrecargas no previstas, deficiencias en el cálculo, mala resistencia del hormigón o una disposición inadecuada de las armaduras verticales, con anclajes deficientes.

La formación de planos de fisuras ortogonales en la parte inferior o superior de la columna, que no llegan a seccionarlo plenamente, son indicio casi seguro de la existencia de momentos flectores que actúan sobre éste, claramente superiores a la capacidad resistente de las armaduras de tracción que posee.

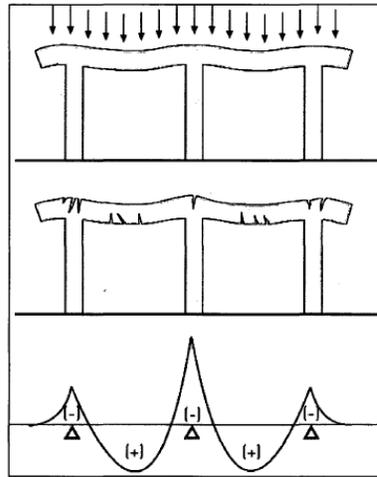


Figura 17. Esquema de fisuración de las vigas de un Pórtico de concreto armado debido a la flexión

Momento flector en columna por excentricidad.

Características de las fisuras por momento flector en una columna con gran excentricidad.

- ✓ Fisuras de ancho variable.
- ✓ Aparecen normalmente varias fisuras.
- ✓ Generalmente ortogonales a la directriz del esfuerzo de compresión.
- ✓ En la mayoría de los casos se cierran al llegar a la cabeza comprimida, pero en caso de esfuerzos alternativos importantes pueden afectar a la sección completa.

La causa es el excesivo alargamiento de la armadura en la cara traccionada.

Son pilares con gran valor relativo de M con respecto a N (ver figura 18).

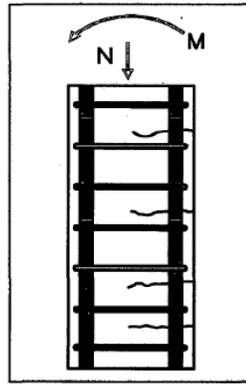


Figura 18. Esquemas de fisuración de una columna sometida a Flexión compuesta con excentricidad

a.1.2) Debido a la tracción. En la zona central de la luz de la viga, una fisura que se desplaza de abajo hacia arriba, perdiendo anchura hasta desaparecer en la parte superior, indica una superación de las tensiones de tracción en la zona correspondiente al momento máximo y se trata igualmente de una lesión estructural grave.

Si la carga está repartida y se forma un arco de descarga, las diversas fisuras se manifiestan sensiblemente verticales.

En las secciones laterales con momento negativo, hay que tener en cuenta que la posición de las tensiones normales traccionadas y comprimidas se invierte, por lo cual la aparición de fisuras de tracción se manifiesta en la parte superior de las vigas del pórtico.

En columnas de hormigón armado que soportan estructuras porticadas, las fisuras horizontales que se manifiestan en una cara y se alargan en las caras perpendiculares hasta desaparecer, puede deberse a un fallo por tracción del hormigón en esta zona, derivado de situaciones de flexocompresión.

Las columnas traccionadas dejan de transmitir las cargas al terreno. Por consiguiente, otros pilares han de asumir esta función, aumentando el esfuerzo para el que fueron dimensionados y recalculando para ello la estructura.

a.1.3) Debido a la compresión. Los fallos por compresión se manifiestan solo cuando la columna se halla próximo a la rotura, por medio de fisuras en general poco acusadas, verticales y paralelas (ver figura 19), no coincidentes con los armados. En hormigones de baja resistencia, puede aparecer también una fisura principal, más ancha y profunda.



Figura 19. Fisuras características de una columna
Sometida a un exceso de compresión

a.1.4) Debido a cortante. En vigas, la aparición de fisuras a 45° cercanas a sus apoyos sobre los pilares, con máxima abertura en la zona de la fibra neutra, son indicio de un fallo por esfuerzo cortante, ocasionado por falta o insuficiencia de las armaduras transversales y/o por baja resistencia del hormigón.

Se trata de una lesión estructural de extrema gravedad, que se manifiesta en pórticos con nudos rígidos en sus extremos. En la primera fase de su formación, las fisuras siguen la dirección de las tensiones principales de tracción, coincidentes con las llamadas líneas isostáticas de compresión.

En columnas el fallo a cortante es poco frecuente. No obstante, puede producirse en la planta baja de edificios sometidos a fuertes empujes horizontales o en pilares extremos de última planta, donde acometen vigas de grandes luces y fuertes cortantes.

Las fisuras a 45°, producidas por una sección o armadura transversal insuficientes, generan el desplazamiento de una parte del pilar sobre la otra cuando el estado es muy avanzado.

a.2) Lesiones debido a las características del material. Una buena cantidad de las lesiones producidas en estructuras aperticadas y columnas de concreto armado pueden tener su origen en las propias características del material empleado. La corrosión de las armaduras es una de las causas más comunes y estudiadas. Pero además, es frecuente hallar problemas relacionados con el concreto: retracción, desagregación; asientos plásticos, baja resistencia generalizada y exceso de agua de mezclado.

a.2.1) Falta de resistencia del concreto. La baja resistencia del concreto es un inconveniente que afecta con mayor frecuencia a las columnas que a las 32 vigas. Y es que, en los primeros, debido a su carga continuada, hay que tener en cuenta la fluencia del concreto con el tiempo. Una menor resistencia de la requerida puede ocasionar la pérdida de adherencia entre concreto y acero y un descenso de capacidad de la armadura.

En las cabezas de columnas, es muy frecuente la aparición de zonas mal compactadas, llenas de coqueras y, por lo tanto, formadas por hormigón de débil resistencia.

a.2.2) Exceso de agua en el mezclado. El empleo de altas relaciones agua-cemento genera efectos perjudiciales en el concreto, provocando un incremento importante de la permeabilidad del material y, como consecuencia, una mayor exposición a la entrada de agentes oxidantes.

Además, puede llegar a relacionarse con disminuciones drásticas de la resistencia del concreto y con el incremento en la retracción de las columnas.

a.2.3) Retracción hidráulica de columnas. Cuando el concreto se halla en fase de fraguado o principio de endurecimiento, es decir, en estado plástico, puede producirse un acortamiento de la columna por retracción hidráulica. Si el elemento se ve imposibilitado de deformarse, esto se traduce en la creación de una serie de tracciones y en la formación de fisuras o grietas. Estas suelen ser finas y horizontales, distribuidas por toda la superficie de la columna (ver figura 20).

En elementos verticales, la peligrosidad de la retracción es pequeña, siendo su trascendencia mayor desde el punto de vista de la durabilidad de la estructura que de su resistencia. Pero sí puede motivar un cuadro de fisuras importante en elementos horizontales que funcionen hiperestáticamente con las columnas, dando lugar a un estado tensional en las vigas y losas que puede llegar a tener tanta gravedad como el producido por un asentamiento diferencial del terreno.

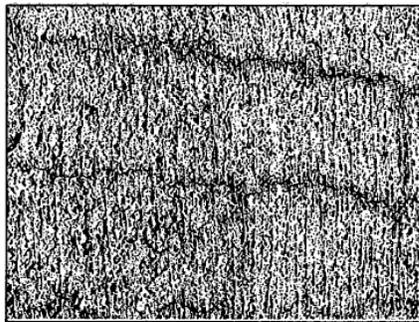
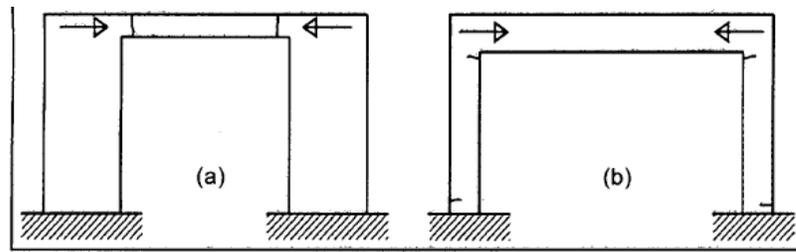


Figura 20. Fisuras características debido a la retracción
Hidráulica del concreto

Por lo tanto, el fenómeno de la retracción hidráulica juega un papel importante no solo en la rigidez de la columna, sino también en la de la estructura afectada por ella, en este caso, el pórtico.



(a) Columna con mucha rigidez: rompe la viga por tracción.

(b) Columnas con poca rigidez: rompen los pilares por flexión

Figura 21. Fisuras por retracción hidráulica del concreto en los pórticos

a.2.4) Asientos plásticos en cabeza de columna. Es frecuente que en las cabezas de las columnas se produzcan fisuras y grietas horizontales denominadas asientos plásticos, debido a un deficiente asentamiento del concreto que se encuentra en cabeza de columna y que es consecuencia de una mala colocación y vibrado del concreto. Mientras que el material que se encuentra debajo desciende normalmente, el superior puede quedar suspendido por los estribos. Ello produce una discontinuidad en la columna, dando lugar a fisuras y grietas de diferentes anchuras. Aunque estas fisuras no tienen una gran trascendencia, deben ser reparadas antes de que la columna entre en carga.

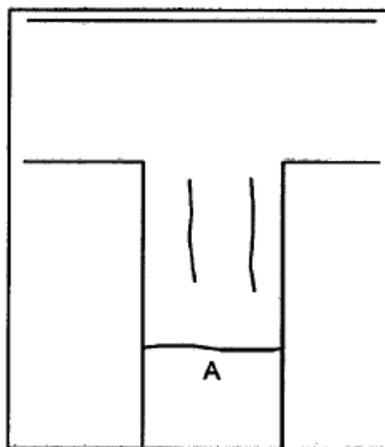


Figura 22. Fisuras por retracción plástica en cabeza de columnas

B. VIGAS Y LOSAS ALIGERADAS

El proceso patológico de una losa aligerada o entrepiso, mediante el cual este elemento estructural manifiesta a través de síntomas la existencia de una lesión, suele comenzar con la aparición de fisuras o de deformaciones.

La observación del cuadro de fisuración en una losa muy valiosa. En ocasiones, es suficiente el análisis de esta sintomatología para llegar a conclusiones bastante exactas.

La gran superficie de exposición de los aligerados facilita el proceso de diagnóstico, pero la presencia de falsos pisos puede oponer una barrera importante, ya que a menudo ocultan lesiones que, en su ausencia, hubiesen sido fáciles de detectar.

b.1) Patologías debido a acciones mecánicas.

Las lesiones que no son ocasionadas por la propia constitución del material suelen manifestarse en forma de fisuras, grietas y deformaciones. Se debe a fenómenos de tipo mecánico que afectan al estado tensional del elemento o incluso de toda la estructura, siendo usual que un mismo efecto sea debido a varias causas.

Por ejemplo, a la formación de las lesiones ocasionadas por la acción de las cargas contribuye, además de las sollicitaciones físico-mecánicas asociadas a las acciones exteriores verticales, el peso de los propios elementos estructurales.

b.1.1) Debido a la Tracción. Las fisuras producidas por la acción de esfuerzos de tracción axial se distribuyen perpendicularmente a la dirección del esfuerzo. Se trata de una lesión poco frecuente en los aligerados. De aparición súbita, estas fisuras se manifiestan sobre todo cuando existen importantes deformaciones de las armaduras.

b.1.2) Debido a la Compresión. Los esfuerzos de compresión simple pueden fisurar el hormigón cuando se producen tensiones elevadas como consecuencia del esfuerzo.

Al contrario que las fisuras de tracción, que aparecen de repente, las de compresión se manifiestan al principio débilmente, con esfuerzos inferiores a la rotura, y van aumentando de forma progresiva. Generalmente, dibujan líneas paralelas a la dirección del esfuerzo, siendo la separación entre ellas variable y su trazado irregular, llegando en ocasiones a cortarse unas a otras en ángulos agudos.

b.1.3) Debido a la Flexión. Se trata de las fisuras más comunes en vigas de hormigón armado. Aparecen distribuidas de forma profusa, aunque no suelen ir más allá de la armadura inferior, y se caracterizan porque su anchura decrece a medida que se acercan a la línea neutra. Es un tipo de lesión que no reviste peligro inminente, dado que avisa con tiempo suficiente para proceder a la anulación de la causa.

Las fisuras de flexión presentan formas diferentes según se trate de flexión pura o combinada con esfuerzo cortante. La rotura debido a flexión simple es similar a la producida por la tracción simple, pero localizada en la zona en que se produce el estado tensional. En este caso, las fisuras aparecen próximas a las armaduras sometidas a tracción y progresan verticalmente, buscando siempre la línea neutra, desapareciendo en la zona de compresión.

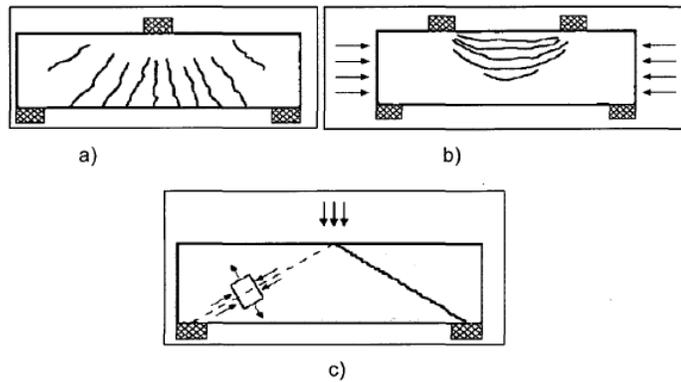
Si la flexión es compuesta, probablemente la fibra más comprimida será la que primero sufra la fisuración.

En el parte inferior del aligerado, las fisuras se dibujan en el centro de los vanos, sobre todo en los de mayor luz, lugar de máximo momento positivo.

Mientras que en el paramento superior se ubican en los lugares de máximo momento negativo, siguiendo las alineaciones de las columnas. En este caso, suelen pasar desapercibidas bajo el acabado del piso. En algunos casos, esta lesión va acompañada o precedida por el deterioro de la zona de compresión. Ello puede provocar fisuras paralelas a la directriz de la barra, similares a las de compresión simple.

b.1.4) Debido a Cortante. En vigas, la aparición de fisuras a 45° cercanas a sus apoyos sobre las columnas, con máxima abertura en la zona de la fibra neutra, son indicio de un fallo por esfuerzo cortante, ocasionado por falta o insuficiencia de las armaduras transversales y/o por baja resistencia del hormigón.

Se trata de una lesión estructural de extrema gravedad, que se manifiesta en pórticos con nudos rígidos en sus extremos. En la primera fase de su formación, las fisuras siguen la dirección de las tensiones principales de tracción, coincidentes con las llamadas líneas isostáticas de compresión (ver figura 23).



a) Fisuras de flexión simple, (b) Fisuras de flexión compuesta,
(c) Fisuras de cortante

Figura 23. Fisuras características en vigas de concreto armado

b.1.5) Debido a Torsión. Los esfuerzos de torsión dan lugar a fisuras inclinadas a 45° que aparecen en varias de las caras de la viga, formando siempre el mismo ángulo con el eje de las barras y describiendo un trazado helicoidal (ver figura 24). Aunque suelen presentarse en gran número y pueden llegar a ser muy importantes, se les resta en general poca atención.

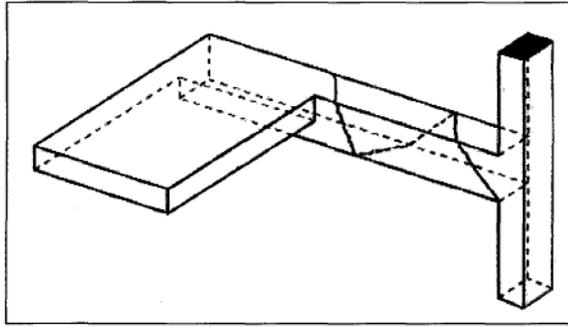


Figura 24. Fisuración por torsión en viga: de tipo helicoidal, con anchos de hasta 0.1mm

b.2) Patologías debido a la alteración del material.

b.2.1) Fisuras por retracción hidráulica del concreto. Las fisuras denominadas de retracción hidráulica aparecen en los aligerados durante el fraguado cuando el hormigón se ve imposibilitado de deformarse, debido a que se encuentra coaccionado por vigas o columnas.

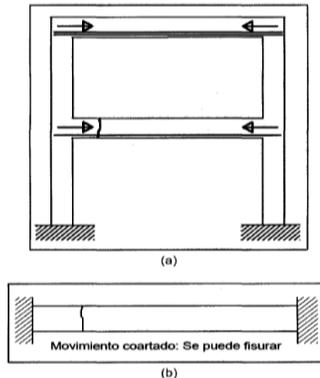
En las vigas la retracción hidráulica se presenta con mayor frecuencia en vigas extremas o con escasa armadura de montaje y suelen ubicarse donde termina la armadura positiva o negativa.

Las fisuras de retracción pueden ser también debido a deficiencias en la homogeneidad de la mezcla de concreto, mala dosificación, empleo de hormigones superpuestos de diferentes características, etc. El resultado es una fisuración superficial producida como consecuencia de la heterogeneidad del hormigón y de la segregación de los áridos.

Características generales de las fisuras de retracción hidráulica:

- ✓ Se trata de fisuras estabilizadas, que se detienen cuando desaparecen las causas que las producen.
- ✓ Aparecen en cualquier momento, incluso a las pocas horas de concluido el hormigonado de la losa.

- ✓ Las fisuras en elementos rectilíneos estructurales son limpias, rectas, de espesor constante y perpendicular al eje de la pieza, aunque buscando las zonas de menor resistencia.
- ✓ La disposición de las fisuras es en líneas paralelas y coinciden con la ubicación de las viguetas. En el caso de losas macizas, las fisuras suelen coincidir con las armaduras de negativos y con las de reparto.



(a) Retracción Hidráulica en vigas de pórtico

(b) Mecanismo de fisuración en viga

Figura 25. Fisuras por retracción hidráulica en vigas.

b.2.2) Fisuras de afogado. Con frecuencia aparecen en las losas aligeradas fisuras superficiales que dibujan formas caprichosas, que no siguen líneas determinadas, sino que se ramifican, presentan sinuosidades, adaptándose al contorno de los agregados que han de atravesar, y se cortan unas a otras.

Las fisuras se producen por desecación superficial del concreto cuando este se encuentra en su estado plástico y aparecen durante las primeras horas de haberse vaciado el concreto y pueden ser evitadas con un buen curado del concreto.

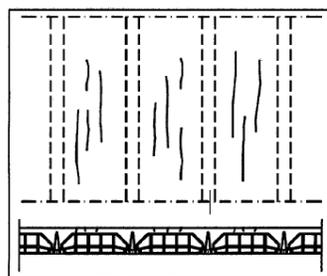


Figura 26. Fisuras de afogado en aligerados.

B. MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA

c.1) Muros y Tabiques de Cerramiento exterior

La degradación de los cerramientos exteriores se debe, en buena parte de los casos, a la acción de diversos factores de origen externo.

Ello es consecuencia directa del hecho de ser la fachada un elemento constructivo expuesto permanentemente a la intemperie. De este modo, las causas ambientales y de tipo fisicoquímico se superponen a menudo con las de origen técnico y mecánico.

2.2.4. ESTUDIO PATOLÓGICO

La diagnosis de una estructura exige seguir un proceso ordenado en su reconocimiento. Es conveniente trabajar con una metodología que nos permita ir avanzando por etapas sucesivas hasta llegar a las conclusiones finales.

Las tres etapas esenciales de todo proceso de diagnosis suelen ser la observación, la toma de datos y el diagnóstico.

2.2.4.1. OBSERVACIÓN

Se trata de la primera fase del proceso de estudio patológico, mediante una simple observación visual in situ, se puede obtener bastantes datos, los cuales se complementarán y ampliarán con posteriores análisis. Mediante la observación detectaremos el efecto o daño producido en el edificio.

Esta primera etapa del proceso, consiste en hacer un reconocimiento inicial del edificio y en particular de sus componentes estructurales, con el objetivo de identificar sus características fundamentales y detectar la presencia de síntomas o lesiones.

Las lesiones se manifiestan como síntoma de un proceso patológico y a partir de las cuales podemos conocerlo. Se trata, pues, de:

- *Detectar la lesión.* En realidad se suele iniciar el estudio justamente porque se ha detectado alguna lesión.

- *Identificar la lesión* de que se trate, para poder dar los pasos adecuados.

Cuando nos enfrentamos a un edificio también se debe realizar un estudio histórico del mismo para determinar la época de construcción, estilo arquitectónico y tipología utilizada, fases en que se ha realizado, sistemas de construcción y de cimentación utilizados, posibles restauraciones y modificaciones realizadas, materiales y dosificaciones utilizadas, origen y fuentes de dichos materiales.

Así pues, la etapa de observación del proceso patológico es la primera en la que se va desarrollando el estudio y diagnóstico del proceso de identificación de la lesión.

2.2.4.2. TOMA DE DATOS

Una vez identificada la patología, se inicia el proceso de la *toma de datos*, ello implicará, en ocasiones, un mínimo repetido de visitas; en otros casos la aplicación y seguimiento de una serie de instrumentos de análisis y evolución de la lesión; en ocasiones, el uso de aparatos diversos de medidas, y siempre, la utilización de fotografías que permitan plasmar gráficamente la lesión (el síntoma) en un momento determinado, tanto para poder seguir su evolución, como para poder continuar el análisis. De este modo, se puede obtener una serie de datos físicos, e incluso muestras de materiales, que serán elementales para proceder al análisis posterior.

A. TOMA DE DATOS DE LAS LESIONES

La recopilación de información relativa a lesiones comprende el levantamiento de croquis que refleje la situación y el tipo de lesión observada, también se tomará datos como su ubicación, dimensiones y sus características principales, así como la realización de un reportaje fotográfico.

Finalidad de las fotografías. La técnica fotográfica puede ser de gran utilidad en las diferentes fases que componen el desarrollo y ejecución de los proyectos de intervención.

C. ENSAYOS SOBRE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

b.1) Ensayos físicos. La determinación de las características físicas permite definir y comprender mejor las propiedades de los materiales a estudiar. Nos permite determinar un conjunto de propiedades tales como, por ejemplo, la densidad aparente y real, la porosidad, dureza y color de la muestra.

b.2) Ensayos mecánicos. Estos ensayos se circunscriben a los elementos que tengan como función primordial el sustento de la estructura, entre los más importantes se tienen: el *ensayo de resistencia a compresión*, para concreto y albañilería y el *ensayo de resistencia a flexión*, para madera, metal y hormigón principalmente.

Ensayo de resistencia del hormigón mediante el Esclerómetro. El artefacto funciona midiendo el rebote de una masa de acero, liberada por un percutor al hacer presión con el aparato sobre la superficie de hormigón. La masa luego de impactar vuelve hacia atrás, arrastrando la aguja de una escala graduada donde se lee el resultado (ver figura 27). El sistema obtiene información del hormigón a través de su dureza superficial, generalmente de los primeros 3 o 4 cm de profundidad, relacionando el índice obtenido con la resistencia cúbica del hormigón, a través de una tabla.

El resultado obtiene el nombre de «índice esclerométrico» o «índice de rebote». La escasa profundidad que permite estudiar hace que los valores obtenidos raramente se corresponden con la realidad. El esclerómetro, a pesar de sus restricciones puede ser una herramienta útil para determinar zonas homogéneas y realizar estimaciones de resistencia del hormigón.

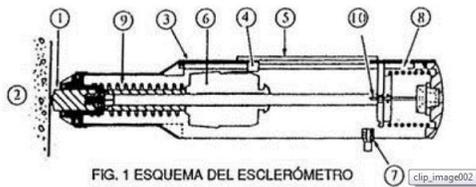
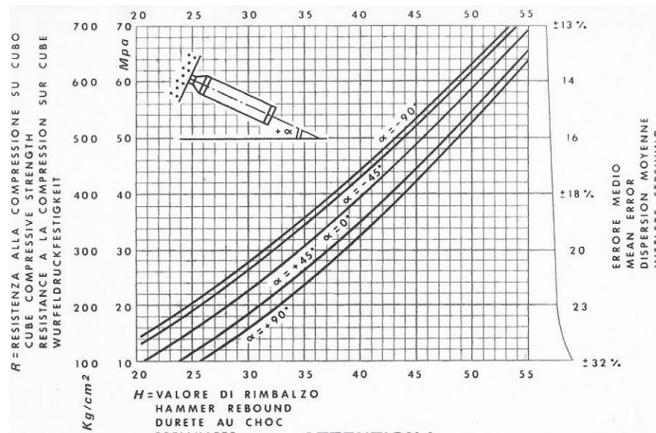


FIG. 1 ESQUEMA DEL ESCLERÓMETRO

1. Percutor, 2. Concreto, 3. Cuerpo exterior, 4. Aguja, 5. Escala, 6. Martillo, 7. Botón de fijación de lectura, 8. Resorte, 9. Resorte, 10. Seguro.



(a)



(b)

a) Esclerómetro.

b) Ábaco para determinar la resistencia del hormigón.

Figura 27: Esclerómetro y su respectivo ábaco.

b.3) Ensayos químicos. Este tipo de estudios persigue el objetivo de poder conocer las transformaciones químicas que sufren los materiales, es decir, se analizan químicamente el material sano y el alterado y se establecen los posibles procesos de alteración.

2.2.4.3. 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 ha sido su origen y sus causas, cuál será su evolución y cuál es su estado actual.

En definitiva, estamos ya en condiciones de iniciar lo que podemos llamar el *análisis del proceso patológico*, con el objeto de alcanzar un diagnóstico definitivo, y por tanto, llegar a unas conclusiones imprescindibles para la posterior actuación profesional que implique la reparación de las unidades afectadas.

2.2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Patología de la construcción. Estudio del comportamiento de las estructuras cuando presentan evidencias de falla o comportamiento defectuoso, investigando sus causas y planteando medidas correctivas para recuperar las condiciones de seguridad en el funcionamiento de la estructura.

Patología del concreto. La Patología del Concreto se define 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 remedios.

Lesiones. Deterioros o defectos recurrentes típicos y caracterizarles que afectan a una edificación, componentes o parte de la misma.

Defecto. Una situación en la que uno o más elementos de una construcción no cumplen con la función para la que han sido previstos.

Fallo. La finalización de la capacidad de un elemento para desempeñar la función requerida.

Fisuras. Son aberturas que solo afectan a la superficie o acabado superficial de un elemento constructivo.

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

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

Grietas. Son aberturas longitudinales que afectan a todo el espesor de un elemento constructivo estructural o de albañilería.

Eflorescencia. Depósito de sales, usualmente blancas que se forman en las superficies.

Durabilidad. Es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción del medio ambiente que lo rodea; los ataques, ya sea químicos, físicos o biológicos, a los cuales puede estar expuesto; los efectos de la abrasión, la acción del fuego y las radiaciones: la acción de la corrosión y/o cualquier otro proceso de deterioro.

Columna. Elemento estructural que se usa principalmente para resistir carga axial de compresión y que tiene una altura de por lo menos 3 veces su dimensión lateral menor.

Viga. Elemento estructural que trabaja fundamentalmente a flexión.

Muro. Elemento estructural, generalmente vertical empleado para encerrar o separar ambientes, resistir cargas axiales de gravedad y resistir cargas perpendiculares a su plano proveniente de empujes laterales de suelos o líquidos.

Tabique. Muro no portante de carga vertical, utilizada para subdividir ambientes o como cierre perimetral.

Losa. Elemento estructural de espesor reducido respecto a sus otras dimensiones usado como techo o piso, generalmente horizontal y armado en una o dos direcciones según el tipo de apoyo existente en su contorno.

Albañilería o Mampostería. Material estructural compuesto por "unidades de albañilería" asentadas con mortero o por "unidades de albañilería" apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido.

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

a) Localización:

PAIS: Bolivia

DEPARTAMENTO: Tarija

PROVINCIA: Arce

SUPERFICIE: 380,90 Km²

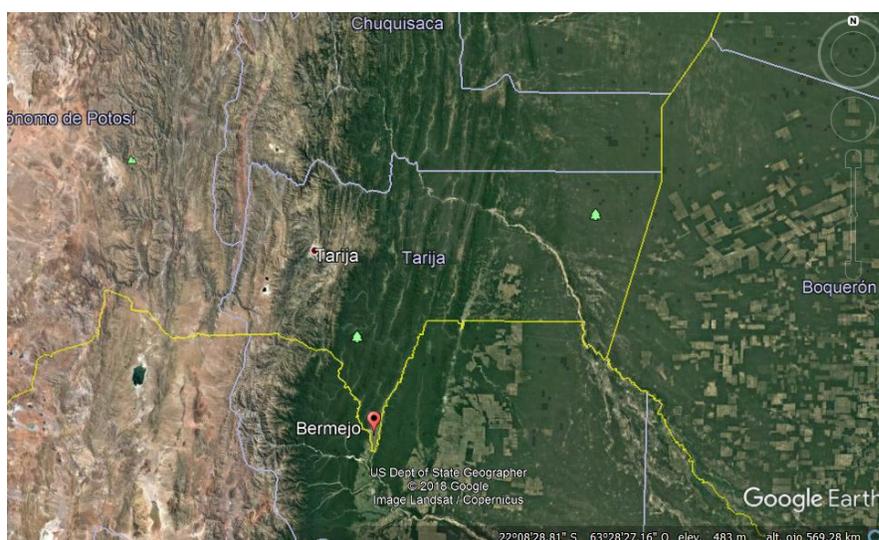


Fig. 28 Mapa de Ubicación

b) Descripción.

El municipio de Bermejo está ubicado en el extremo sur de Bolivia, en el Departamento de Tarija, pertenece a la segunda sección de la provincia Arce, se encuentra entre las coordenadas geográficas 22° 35' 24" y 22° 52' 09" de latitud sur y 64° 26' 30" y 64° 14' 16" de longitud oeste, está rodeado, por el sur –este por el río Bermejo y el sur-oeste por el río Grande de Tarija, con un altura promedio de 419 msnm, de clima caluroso y semiárido, con una media de 22,18 °C y 1.200 mm de precipitación pluvial concentrados en el periodo de lluvias (noviembre-abril). Tiene una extensión territorial de 380.90 km²., que representa 1,01% del territorio departamental, con una mancha urbana aproximada de 26,28 km². Siendo su

ocupación territorial, el resultado de la convivencia de pueblos originarios y de importantes corrientes migratorias.

Limita al Norte con la serranía de San Telmo río Tarija, municipio de Padcaya, al Sur con el río Bermejo y la República Argentina; al Este con el río Grande de Tarija y la República Argentina, al Oeste con la comunidad de San Telmo (río Bermejo) y la República Argentina.

Límites territoriales.

El municipio de Bermejo limita:

Al norte, con la primera sección de la provincia Arce (Municipio de Padcaya). Al sur, con el río Bermejo y la República Argentina.

Al este con el río Grande de Tarija y la República de Argentina.

Al oeste con la comunidad de San Telmo Río Bermejo y la República Argentina.

(ver figura 26).

UBICACIÓN DEL MUNICIPIO Y LÍMITES



Fig. 29 Límites Territoriales

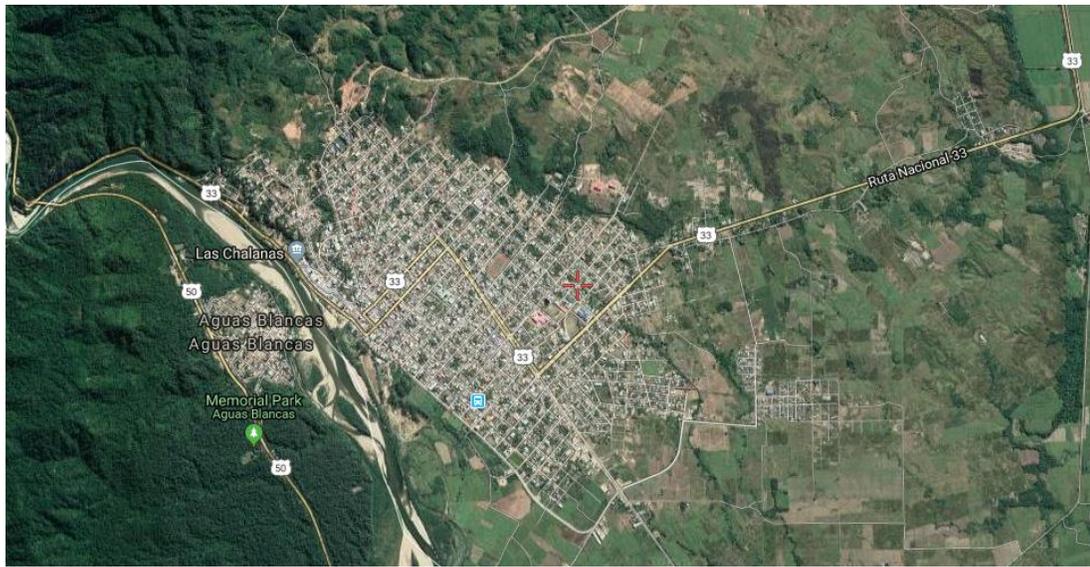


Figura 30. Zona Urbana de Bermejo

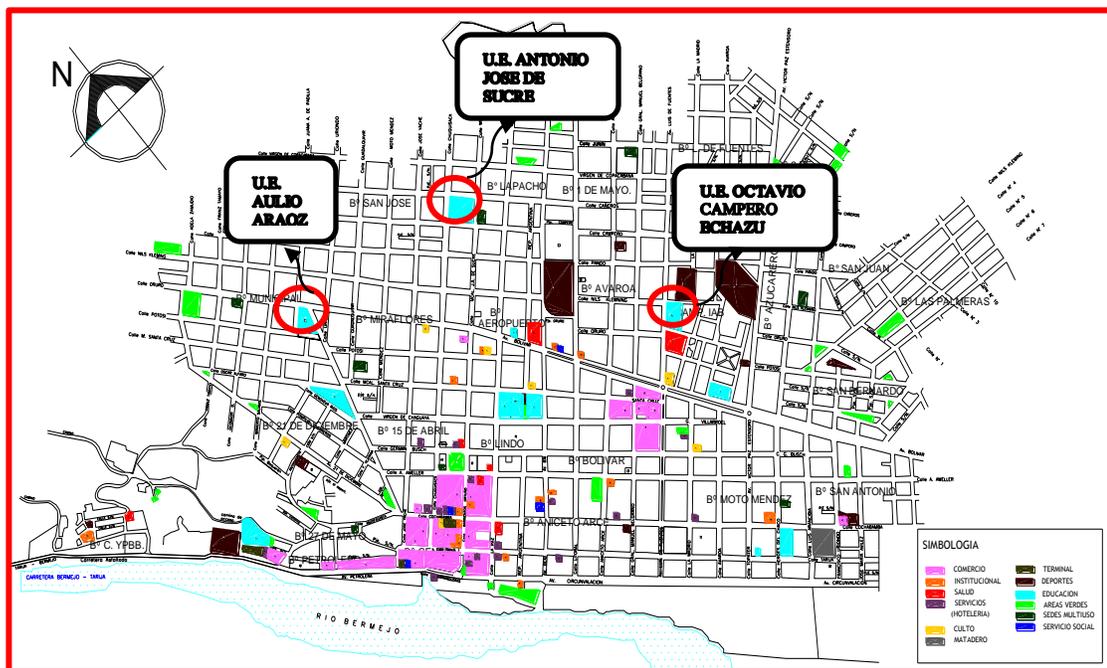


Figura 31. Área donde se ubican las Unidades Educativas de la zona Urbana de Bermejo

Servicios de educación

El sistema de educación en el Municipio de Bermejo, se organiza bajo la Dirección Distrital de Educación; esta institución coordina acciones con todos los directores de los diferentes establecimientos educativos. La educación superior responde a la estructura formal de la U.A.J.M.S.

En el área urbana existen 16 establecimientos educativos, de los cuales 1 es privado y 15 son fiscales; en el área rural existen 20 unidades educativas distribuidas en diferentes comunidades, cuenta con 876 personas entre maestros y personal administrativo, 15 directores y un director distrital.

Tabla 3.1 ESTRUCTURA DE LA EDUCACIÓN EN BOLIVIA

NIVEL	POLÍTICA	NORMATIVA	EJECUTIVA
Nacional	Ministerio de Educación	Viceministerio de Educación inicial, primaria y secundaria Viceministerio de Educación superior Viceministerio de Educación Alternativa	Dirección general de educación.
Departamental	Gobernación Secretaría de Desarrollo Social		Dirección Departamental de Educación (SEDUCA)
Municipal	Consejo Municipal Honorable Alcalde Municipal		Dirección Distrital de Educación de Bermejo Dirección de Núcleo Educativo

FUENTE: SEDUCA – 2016.

La educación en nuestro Municipio de Bermejo, cuenta con una estructura institucional conformada por: Dirección Distrital de Educación, Directores de Establecimientos, Decano y docentes de la casa Superior de Estudios.

En este estudio se analizarán las patologías en 3 Unidades Educativas de la ciudad de Bermejo.

En cuanto a establecimientos educativos, en el área Urbana existen 16 de los cuales 1 es privado y 15 son fiscales; en el área Rural existen 20 distribuidos en las diferentes Comunidades. La Población Educativa que se Cuenta es 1 director Distrital de

Educación, 15 Directores de Establecimiento, profesores y personal Administrativo 876 y un Total de alumnos inscritos para la gestión 2019.

**Tabla 3.2 NIVELES Y DEPENDENCIA DE ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS
ÁREA URBANA**

Nº	NOMBRE	NIVEL	ÁREA	DEPENDENCIA
1	INTERMEDIO 15	Inicial y primario	Urbana	Fiscal o estatal
2	TARIJA	Inicial	Urbana	Fiscal o estatal
3	ANTONIO JOSÉ DE SUCRE	Inicial-primaria-secundaria	Urbana	Fiscal o estatal
4	GUIDO VILLAGÓMEZ	Inicial-primaria-secundaria	Urbana	Fiscal o estatal
5	INTERMEDIO 7	Primaria	Urbana	Fiscal o estatal
6	MCAL. ANDRÉS DE SANTA CRUZ	Primaria y secundaria	Urbana	Fiscal o estatal
7	AULIO ARAOZ	Inicial-primaria-secundaria	Urbana	Fiscal o estatal
8	25 DE MAYO	Secundaria	Urbana	Fiscal o estatal
9	BOLIVIA DIURNO	Secundaria	Urbana	Fiscal o estatal
10	BOLIVIA NOCTURNO	Primaria y secundaria	Urbana	Fiscal o estatal
11	8 DE SEPTIEMBRE	Inicial-primaria-secundaria	Rural	Fiscal convenio
12	C.E.A BERMEJO	Primaria y secundaria	Urbana	Fiscal o estatal
13	OCTAVIO CAMPERO ECHAZU	Inicial-primaria-secundaria	Urbana	Fiscal convenio
14	EDUARDO ABAROA	Inicial-primaria-secundaria	Urbana	Privada
15	SAN ANTONIO	Capacidades diferenciales	Urbana	Fiscal convenio
16	C.E.A. CLARET	Alternativa	Urbana	Fiscal Estatal

FUENTE: DISTRITAL DE EDUCACIÓN DE BERMEJO – 2016

ESTADO Y CALIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS BÁSICOS POR ESTABLECIMIENTO

El cuadro a continuación menciona de manera referencial, el estado de la infraestructura educativa con la que cuenta el Municipio.

No todas las unidades educativas cuentan con el mobiliario y equipamiento necesario, es evidente la falta de espacios adecuados para el funcionamiento, laboratorios de física y química, salas de computación. En el cuadro que sigue, presentamos las nuevas incorporaciones a las unidades educativas en lo concerniente a equipos tecnológicos.

**Tabla 3.3 ESTADO DE LAS UNIDADES EDUCATIVAS Y
NÚMERO DE AULAS (p)**

Nº	UNIDAD EDUCATIVA	ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA	TOTAL AULAS
1	KINDER TARIJA	Regular	6
2	MSCAL. ANDRÉS DE SANTA CRUZ	Bueno	20
3	GUIDO VILLAGÓMEZ	Bueno	15
4	AULIO ARÁOZ	Regular	17
5	8 DE SEPTIEMBRE	Bueno	20
6	25 DE MAYO	Bueno	15
7	INTERMEDIO 7	Bueno	17
8	BOLIVIA	Regular	16
9	BOLIVIA DIURNO	Regular	7
10	INTERMEDIO 15	Bueno	16
11	SAN ANTONIO	Regular	9
12	OCTAVIO CAMPERO ECHAZÚ	Bueno	18
13	EDUARDO ABAROA	Bueno	14
14	ANTONIO JOSÉ DE SUCRE	Bueno	22
15	C.E.A. CLARET	Bueno	5
16	C.E.A. BERMEJO	Bueno	3

FUENTE: DISTRITAL DE EDUCACIÓN DE BERMEJO – 2016 (p)
dato preliminar estimado

1.3.1 Clima

Bermejo presenta un clima cálido, semi - húmedo, característico de las llanuras chaqueñas; derivando en temperaturas elevadas casi todo el año, con una temperatura media anual de 29.1 ° C, una temperatura máxima extrema de 46.0 °C con una humedad relativa media de 70% y una humedad relativa máxima de 97 %. La época de lluvia dura 7 meses, entre octubre y marzo alcanzando los 1206 mm. de precipitación anual.

1.3.2 Temperatura

El municipio de Bermejo posee un clima cálido, semi-húmedo, característico de las llanuras chaqueñas; derivando en temperaturas elevadas casi todo el año, con una temperatura media anual de 22.3 °C, como se demuestra en el cuadro que sigue:

Tabla 3.4. Temperatura media anual mensual en °C

Índice	Unidad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
Temp. Max. Media	°C	33.5	32.6	30.8	27.0	23.9	22.4	23.2	26.8	30.2	32.7	33.1	33.5	29.1
Temp. Min. Media	°C	20.7	20.3	19.4	16.7	12.9	10.0	7.7	9.3	12.0	17.2	18.7	20.1	15.4
Temp. Media	°C	27.1	26.5	25.1	21.8	18.4	16.2	15.5	18.1	21.1	24.9	25.9	26.8	22.3
Temp. Max. Extrema.	°C	44.3	42.5	40.5	36.8	36.0	32.0	35.5	43.5	44.5	46.0	45.5	45.8	46.0
Temp. M in. Extrema.	°C	11.1	11.2	10.0	0.9	1.5	-1.0	-4.0	-2.0	0.2	3.0	9.5	9.0	-4.0

FUENTE: SENAMHI, ESTACIÓN DE BERMEJO AÑO 2012

Un fenómeno climático natural que predomina en la región, es el “surazo”, que se manifiesta en fuertes vientos provenientes del sur, generando cambios bruscos de temperatura y humedad ambiental; originando que la temperatura baje rápidamente, llegando en algunos casos por debajo de 0 °C; frecuentemente se presenta en los meses de junio, julio, agosto y esporádicamente en septiembre.

1.3.3 Humedad relativa

La humedad relativa varía ligeramente de una zona a otra y según la estación del clima, como por ejemplo: en los meses de enero a julio la humedad relativa es aprox. 83% y de agosto a diciembre fluctúa entre el 60% al 75%; sin embargo, mayormente su media anual es del 75-77% como puede observarse en cuadro que sigue

Tabla 3.5. Humedad relativa media mensual (%)

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MEDIA
2011	81.5	81.2	82.8	84.8	85.1	83.4	75.8	66.6	56.7	63.0	63.1	75.5	75.0
2012	75.4	80.4	81.3	88.4	85.2	82.7	75.7	71.5	67.2	67.9	77.5	69.3	76.9
2013	76.4		80.0	74.1	76.2	80.4	71.3	57.1	57.2	64.3	58.1	70.1	

FUENTE: SENAMHI, ESTACIÓN DE BERMEJO AÑO 2012

1.3.4 Vientos

Bermejo se caracteriza por presentar vientos relativamente moderados, provenientes del dirección sur y sureste; de acuerdo a datos registrados, la velocidad media en año 2011 fue de 3.1 km./hora, mientras que en el año 2013 se registró 6.71 km/hora.

Tabla 3.6. Bermejo: Velocidad del viento (km/hora)

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MEDIA
2011	1.6	2.0	1.2	2.4	0.8	2.7	3.6	4.2	5.7	4.4	4.4	4.2	3.1
2012	5.1	4.5	4.2	-	3.0	3.4	4.0	4.7	6.1	6.3	5.4	5.6	4.67
2013	2.5	-	4.9	6.2	5.6	4.4	5.7	7.9	9.4	10.5	10.0	9.5	6.71

FUENTE: SENAMHI, ESTACIÓN DE BERMEJO AÑO 2012

e) Periodo de la investigación.

La investigación se llevó a cabo durante los meses de Agosto y Septiembre del 2018.

3.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. Tipo, Nivel, Diseño y Método de la Investigación

Tabla 3.7. Tipos de investigación según distintos criterios.

<i>Criterio</i>	<i>Tipo de investigación</i>
Finalidad	Aplicada
Estrategia o enfoque teórico metodológico	Cuantitativa, cualitativa
Objetivos (alcances)	Descriptiva
Fuente de datos	Primaria
Control en el diseño de la prueba	No experimental
Temporalidad	Transversal
Contexto donde sucede	Campo
Intervención disciplinaria	Unidisciplinaria

3.2.2. Técnicas e Instrumentos de Recolección de los Datos

Tabla 3.8. Técnica e instrumentos de recolección de los datos.

Fuente	Técnica	Instrumentos
<i>Edificio</i>	Observación directa (Inspección Técnica)	- Ficha técnica - Cámara fotográfica - Wincha - Fisurómetro de regleta - . Esclerómetro

3.2.3. Variables de Estudio

Tabla 3.9. Operacionalización de la variable en estudio

VARIABLE	Definición conceptual	Subvariables	Definición de la Subvariable	Indicadores	Índice
Patologías Que afectan a los edificios de las Unidades Educativas de Bermejo	Deterioros o defectos recurrentes típicos y caracterización que afectan a una edificación, componentes o parte de la misma.	Patologías Físicas	Son todas aquellas en que la problemática patológica que se produce a causa de fenómenos físicos	Humedad	Nº Humedades
				Erosión	Nº Erosiones
		Patologías de Origen mecánico	Aquella en las que predomina un factor mecánico que provoca movimientos, aberturas o separaciones de materiales o elementos constructivos	Deformaciones	Nº Deformaciones
				Fisuras	Nº Fisuras
				Grietas	Nº Grietas
		Patologías de Origen Químico	Son las fallas que se producen a partir de un proceso patológico de carácter químico como presencia de sales, ácidos o álcalis que reaccionan provocando descomposición que afecta a la integridad del material y reduce su durabilidad.	Eflorescencias	Nº Eflorescencias

3.2.4. Población de Estudio

La población de estudio está conformada por las Unidades Educativas que pertenecen a la Ciudad de Bermejo:

- 1) UNIDAD EDUCATIVA OCTAVIO CAMPERO ECHAZÚ
- 2) UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO JOSÉ DE SUCRE
- 3) UNIDAD EDUCATIVA AULIO ARAOZ.

3.2.5. Muestra

La muestra se tomó mediante un análisis no probabilístico por conveniencia, y se evalúa las siguientes Unidades Educativas:

- 1.-) UNIDAD EDUCATIVA OCTAVIO CAMPERO ECHAZÚ
- 2.-) UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO JOSÉ DE SUCRE
- 3.-) UNIDAD EDUCATIVA AULIO ARAOZ.

Estas Unidades Educativas fueron seleccionadas porque son las que presentan mayor cantidad de patologías observables a simple vista, debido a que no han tenido mantenimiento y las patologías se pueden observar mejor.

3.2.6. Unidad de Análisis

La unidad de análisis es el edificio que corresponden a las Unidades Educativas de:

1.-) UNIDAD EDUCATIVA OCTAVIO CAMPERO ECHAZÚ



Figura 32. Vista de la Unidad Educativa Octavio Campero Echazú

2.-) UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO JOSÉ DE SUCRE

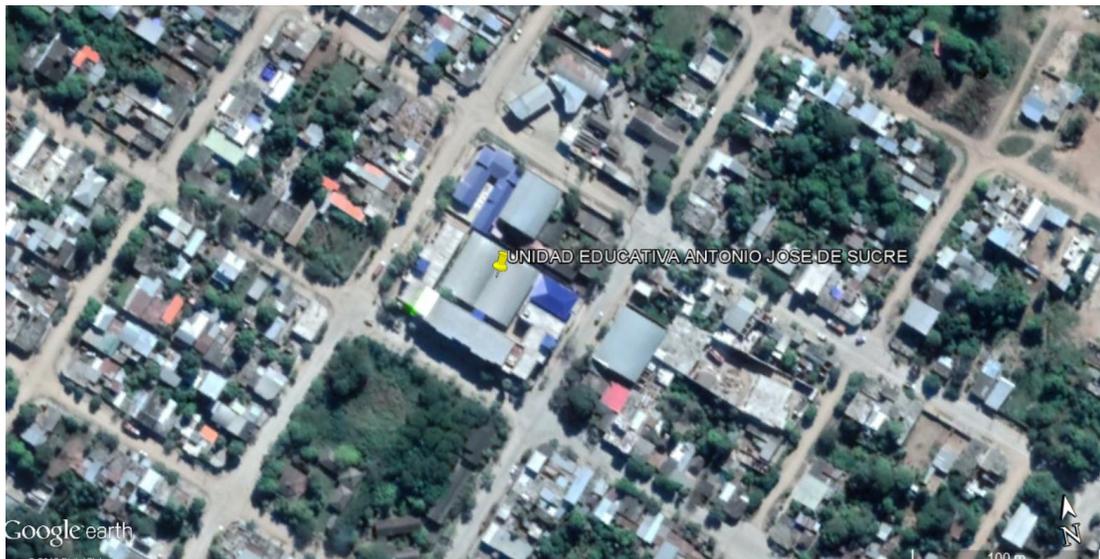


Figura 33. Vista de la Unidad Educativa Antonio José de Sucre

3.-) UNIDAD EDUCATIVA AULIO ARAOZ.

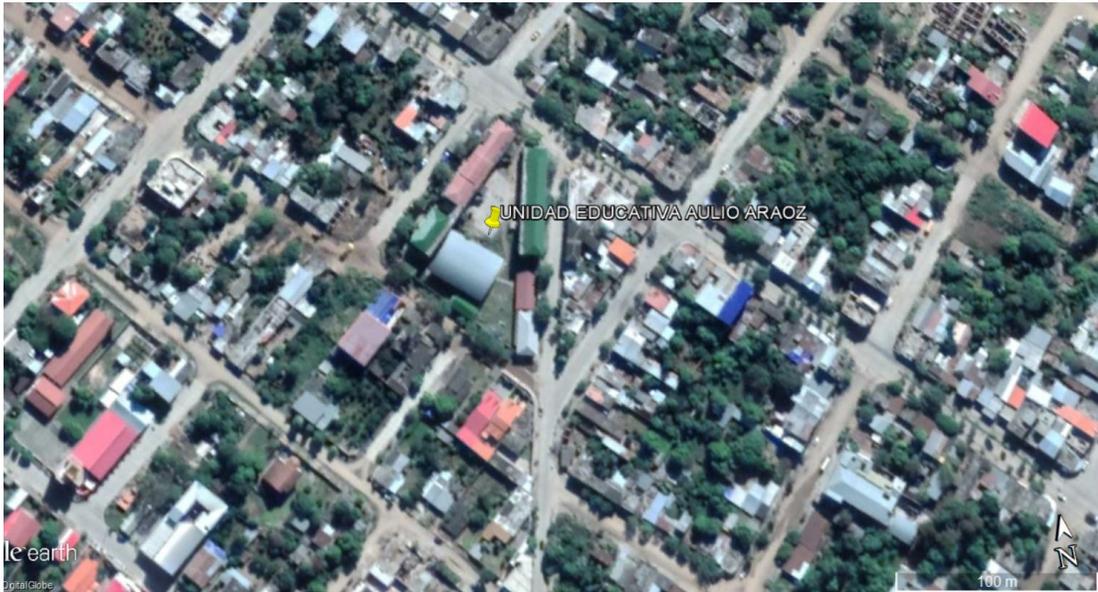


Figura 34. Vista de la Unidad Educativa Aulio Araoz

3.3. MÉTODO DE INSPECCIÓN Y SU APLICACIÓN

Para la mejor comprensión de las causas asociadas con las patologías existentes en las Unidades Educativas de Bermejo bajo estudio, se recomienda la ejecución del levantamiento gráfico de ellas siguiendo una metodología, para cualquier tipo de daños, puede establecerse una convención semejante que de alguna manera asocie el fenómeno físico con la representación gráfica.

Debe quedar claro que para este proceso no es necesario definir la causa del daño. Es decir, se trata de realizar un levantamiento de daños para transcribirlo de la mejor manera posible al dibujo del elemento. Por ejemplo, una viga puede contener un conjunto de fisuras que sin importar si son por causa de la flexión, el esfuerzo cortante u otro motivo, se transcriben de acuerdo con su localización y posición al dibujo del elemento estructural sin asociarlas al fenómeno al que pertenecen. Posteriormente se definirá el patrón de daño y se diagnosticará su causa de acuerdo con el juicio de valor que debe sustentarse.

Para ejecutar este levantamiento no se requiere personal especializado pero sí personas con suficiente criterio y capacidad para distinguir el daño y poderlo reproducir apropiadamente en los dibujos del levantamiento. Se establece que las personas que ejecuten esta labor, utilicen casco y vestimenta apropiada con los recursos necesarios como comparador de grietas, cámara fotográfica, binóculos, lupas, lápices de colores, marcadores, papel engomado, linterna, cinta métrica, hojas y tabla de soporte, etc.

Para realizar el levantamiento de daños y de acuerdo con la magnitud e importancia de ellos, se pueden elaborar, ojala previamente, algunos esquemas axiométricos y otros desarrollados del elemento que se desea reproducir con el fin de soportar el diagnóstico del patrón de daño. Los dibujos deben realizarse a la escala apropiada.

Grietas y fisuras: El levantamiento de grietas y fisuras debe realizarse indicando su dirección, posición, longitud, y dimensión de su ancho.

3.4. PLAN DE INTERVENCIÓN

Para la observación y el registro de datos se seguirá un orden de acuerdo a la distribución de los elementos de la Unidad Educativa; es decir la observación y toma de datos de lesiones y dimensiones reales del edificio y de cada uno de sus elementos que lo conforman (ver figura 35).

1.-) UNIDAD EDUCATIVA OCTAVIO CAMPERO ECHAZÚ



Figura 35. Plano de Intervención Unidad Octavio Campero Echazú

2.-) UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO JOSÉ DE SUCRE

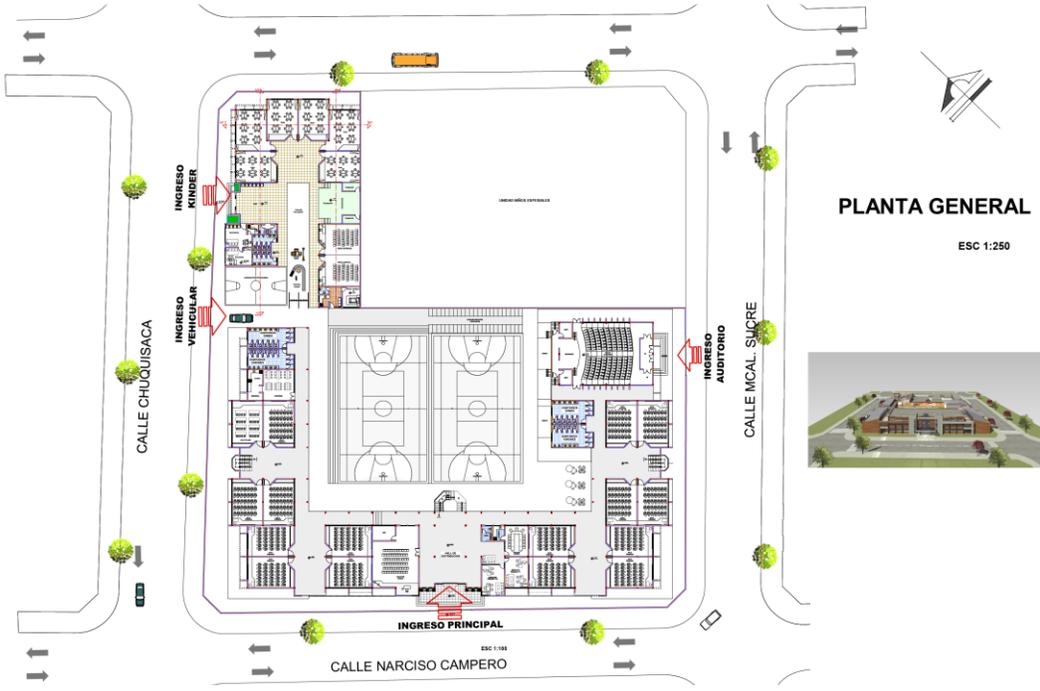


Figura 36. Plano de Intervención Unidad Antonio José de Sucre

3.-) UNIDAD EDUCATIVA AULIO ARAOZ.

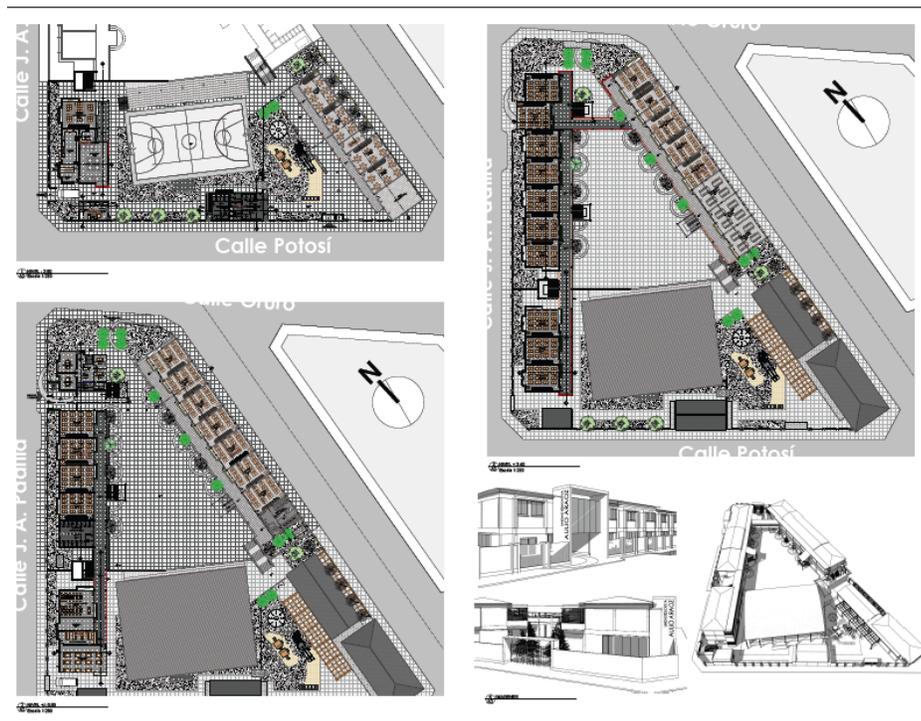


Figura 37. Plano de Intervención Unidad Aulio Araoz

3.5. OBSERVACION Y TOMA DE DATOS

Esta etapa comprende la realización de una inspección detallada de las Unidades Educativas de Bermejo para el registro de la información necesaria: información general del edificio e información detallada de las patologías encontradas.

3.5.1. Datos Históricos.

1.- UNIDAD EDUCATIVA OCTAVIO CAMPERO ECHAZÚ

A continuación, se muestran datos del contrato:

DATOS GENERALES Y FINANCIERO DEL PROYECTO

TABLA 4.0 DATOS GENERALES UNIDAD EDUCATIVA

OCTAVIO CAMPERO ECHAZÚ

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN UNIDAD EDUCATIVA “OCTAVIO CAMPERO ECHAZÚ”	
Localización:	Ciudad de Bermejo
Financiamiento:	Gobernación del Departamento de Tarija – Sección Bermejo
Monto Contrato de Obra:	Bs. 19'656.742,15
Monto Incrementado S/C.M. N° 1:	Bs. 376.804,41
Monto S/Contrato Modif. N° 1:	Bs. 20.033.546,56
Monto Incrementado S/O.C. N° 1:	Bs. 871.546,66
Monto S/Orden de Cambio N° 1:	Bs. 20.905.092,22
Monto Incrementado S/C.M. N° 2:	Bs. 938.612,41
Monto S/Contrato Modif. N° 2:	Bs. 21.843.704,22
Monto S/Contrato Modif. N° 3:	Bs. 648.628,64
Monto S/Orden de Cambio N° 4:	Bs. 105.891,42
Plazo de Ejecución:	550 días calendario
Orden de Proceder:	9 de Marzo del 2011
Nueva Fecha de conclusión Modif.:	3 de Septiembre del 2013
Fecha de paralización de obra:	14 de abril de 2011
Fecha de reinicio de obra:	27 de junio de 2011
Contratista:	ASOC. ACC. EL TRIÁNGULO
Rep. Legal Contratista:	Ing. Edwin Soruco Miranda
Supervisión de Obra:	CONSULTORA UNIÓN S.R.L.
Gerente de Supervisión:	Ing. Adel Gonzalo Cortez Maire

2.- UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO JOSÉ DE SUCRE

La ejecución de la obra, fue adjudicada mediante licitación pública GAMB LP N° 008-2012, Código CUCE: 12-1603-00-336993-1-1 (Primera Convocatoria) a la Empresa Constructora ASOCIACIÓN ACCIDENTAL ALIANZA. El financiamiento del 100% de la ejecución del proyecto, está a cargo del GOBIERNO AUTONOMO del DEPARTAMENTO de TARIJA “SUB GOBERNACIÓN BERMEJO” con un 80% y el 20% le corresponde como contraparte al GOBIERNO AUTONOMO MUNICIPAL de BERMEJO.

**DATOS GENERALES Y FINANCIERO DEL PROYECTO**

2.1. Datos Generales

TABLA 4.1 DATOS GENERALES UNIDAD EDUCATIVA
ANTONIO JOSÉ DE SUCRE

Proyecto:	REMODELACIÓN UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO JOSÉ DE SUCRE BERMEJO
Empresa Constructora:	A.A. ALIANZA
Supervisor:	A.A. RÍO BERMEJO
Entidad Ejecutora:	GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE BERMEJO
Departamento:	TARIJA
Provincia:	ARCE
Lugar:	BERMEJO
Código CUCE:	12-1603-00-336993-1-1
Fecha de inicio:	17/04/2013
Plazo Original:	420 Días
Fecha de conclusión Original:	11/06/2014
Fecha de Recepción Provisional:	09/10/2016
Fecha de Recepción Definitiva:	

2.2. Resumen Financiero. -

Monto Contrato Original:	12.919.880,23 Bs.
Monto Anticipo:	2.583.976,05 Bs.
Monto S/C.M. N° 2:	14.828.339,60 Bs.

La Unidad Educativa Antonio José de Sucre a la fecha desde que fue construido no ha sufrido ningún tipo de mantenimiento.

3.- UNIDAD EDUCATIVA AULIO ARAOZ

La ejecución de la obra, fue adjudicada mediante licitación pública N° 03/2013, Código CUCE: CUCE: 13-1603-00-379983-1-2 a la Empresa Constructora Asociación Accidental IBÉRICA & ASOCIADOS. El financiamiento del 100% de la ejecución del proyecto, está a cargo del GOBIERNO AUTÓNOMO del DEPARTAMENTO de TARIJA “SUB GOBERNACIÓN BERMEJO” con un 80% y

el 20% le corresponde como contraparte al GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL de BERMEJO.

DATOS GENERALES Y FINANCIERO DEL PROYECTO

2.1. Datos Generales

TABLA 4.2 DATOS GENERALES UNIDAD EDUCATIVA
AULIO ARAOZ FASE II

Proyecto:	CONSTRUCCIÓN UNIDAD EDUCATIVA AULIO ARAOZ FASE II
Empresa Constructora:	ASOC. ACC. IBERICA Y ASOCIADOS
Supervisor:	EMPRESA CONSULTORA SERVICIO DE INGENIERIA FERNANDEZ VARGAS
Entidad Ejecutora:	GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE BERMEJO
Departamento:	TARIJA
Provincia:	ARCE
Lugar:	BERMEJO
Código CUCE:	CUCE: 13-1603-00-379983-1-2
Fecha de inicio:	06/02/2014
Plazo Original:	420 Días
Fecha de conclusión Original:	02/04/2015
Aprobación Resolución de Contrato N° 97/2013:	12/08/2017
Resolución de Contrato N° 97/2013:	30/05/2018

2.2. Resumen Financiero. -

Monto Contrato Original: 12.920.390,09 Bs.

Monto Anticipo: 2.584.078,02 Bs.

La Unidad Educativa Aulio Araoz a la fecha desde que fue construida no ha sufrido ningún tipo mantenimiento ya que la obra está a medio construir.

3.5.2. Información existente acerca de la Unidad Educativa

La información existente es el expediente de liquidación de la obra, el cual se encuentra en la oficina del Gobierno Autónomo Municipal de Bermejo. Dentro de la información de importancia para el estudio del edificio se encuentra: la copia del cuaderno de obra, planos en físico (arquitectura, cimentación y estructuras) y fotografías en físico sobre la ejecución de la obra.

3.5.3. Información general

La información general obtenida, comprende los datos generales del edificio, descripción física y dimensiones reales de cada uno de los elementos del edificio y la información del registro de lesiones encontradas.

3.5.5. Documentación de Patologías existentes

Se analizará las Patologías en cada Unidad Educativa estudiada a continuación:

1.- UNIDAD EDUCATIVA OCTAVIO CAMPERO ECHAZÚ

Causas, identificación y soluciones para las fisuras.

A continuación, se presenta de manera muy general, algunos tipos de patologías con las posibles causas de origen, características para reconocerlas y sus posibles soluciones.

En la Inspección técnica se encontraron patologías como a continuación se detallan en el cuadro siguiente:

✚ FISURAS EN MUROS DE CIERRE PERIMETRAL

REPORTE FOTOGRÁFICO

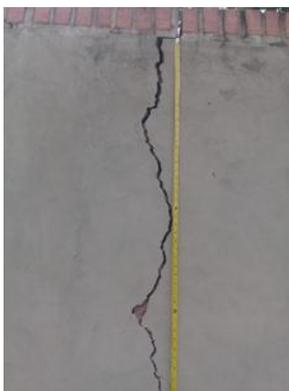
FIG. 38 GRIETA EN ESQUINA MURO CIERRE

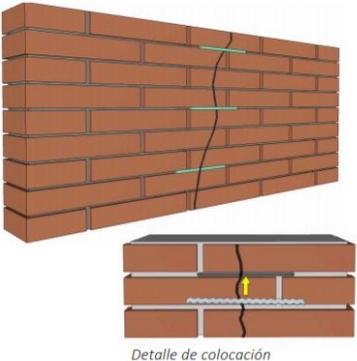


REGISTRO DE PATOLOGÍA			Nº 01
ELEMENTO:	MURO DE CIERRE PERIMETRAL	Exterior	
DESCRIPCIÓN			
Dirección:	Transversal	Patología de Origen Mecánico	GRIETA
Longitud:	2.00m		
Ancho:	0.5MM-1.0MM		
UBICACION	CAUSAS		
CIERRE PERIMETRAL	<p>Fisuras por asentamientos del terreno. Fundaciones mal diseñadas o mala compactación del terreno en uno de los apoyos, pueden provocar movimientos diferenciales excesivos.</p> <p>Si el movimiento es pequeño, el problema será estético. Si se produce un importante asentamiento diferencial, la estructura no ser capaz de redistribuir las cargas.</p> <p>Es debido a que se han producido movimientos que superan a la resistencia del muro. Estas fisuras pueden recorrer tanto una junta vertical u horizontal entre ladrillos como así también pueden atravesar el ladrillo en forma diagonal o vertical.</p>		
CARACTERÍSTICA		POSIBLE SOLUCIÓN	
<p>Se forman grietas cercanas a la columna cuyo apoyo se ha asentado, son fisuras inclinadas que apuntan hacia el lado del terreno que no se ha deformado.</p> <p>En casos más graves se puede observar la grieta y el descenso de la esquina.</p> <p>El muro no ha sido correctamente ejecutado, el menor esfuerzo de tracción produjo una fisura.</p>		<p>Realizar un cosido o grapado, es un procedimiento complementario del método de inyección, y consiste en «coser» las dos partes separadas del muro afectado por la grieta con unos elementos metálicos que pueden ser redondos o pletinas de acero. Es importante que sean de acero inoxidable para evitar que se generen procesos de corrosión en el interior del muro, o bien de algún material al que no le afecte la corrosión. También se pueden usar elementos de fibra de vidrio o de carbono. Estas grapas se deben colocar de forma perpendicular a la grieta.</p>	



FIG. 39 FISURA LADO PORTON INGRESO MURO CIERRE



REGISTRO DE PATOLOGÍA			Nº 02
ELEMENTO:	MURO DE CIERRE	Exterior	
DESCRIPCIÓN			
Dirección:	Transversal	Patología de Origen Mecánico	GRIETA
Longitud:	2.00m		
Ancho:	0.5MM-1.0MM		
UBICACIÓN	CAUSAS		
CIERRE PERIMETRAL	<p>Fisuras por asentamientos del terreno. Fundaciones mal diseñadas o mala compactación del terreno en uno de los apoyos, pudieron provocar movimientos diferenciales excesivos. Si el movimiento es pequeño, el problema será estético. Si se produce un importante asentamiento diferencial, la estructura no ser capaz de redistribuir las cargas.</p>		
CARACTERÍSTICA		POSIBLE SOLUCIÓN	
<p>Se forman grietas cercanas a la columna cuyo apoyo se ha asentado, son fisuras inclinadas que apuntan hacia el lado del terreno que no se ha deformado. En casos más graves se puede observar la grieta y el descenso de la esquina. Puede resultar difícil determinar si la fisura en el muro se produjo por un movimiento excesivo de la estructura o por falta de resistencia de la mampostería.</p>		 <p style="text-align: center;"><i>Detalle de colocación</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aperturar canalizaciones para el alojamiento de los refuerzos metálicos con fierro corrugado de 12mm. Las canalizaciones se realizan en las juntas entre ladrillos. Se realiza una canalización cada cuatro juntas horizontales. Tendrán una longitud de 180mm y una profundidad aproximada de 25mm a ambos lados del muro. 2. Si es necesario realizar orificios de 12mm de diámetro con una profundidad de 100mm. Se sitúan en las juntas horizontales intermedias entre canalizaciones. 	

	3. Realizar una limpieza por soplado de los
REGISTRO DE PATOLOGÍA	Nº 03
	4. Proceder al relleno de taladros y canalizaciones mediante la masilla Teais Fij-FP, introduciendo en cada una de las canalizaciones una pieza de Teais Grap Dentada, tratando que queden situadas como muestra el dibujo y eliminando el exceso que rebose, intentando que la junta entre ladrillos se impregne lo menos posible.

HUMEDAD EN MUROS

FIG. 40 HUMEDAD CIERRE PERIMETRAL MURO CIERRE



ELEMENTO:	MURO DE CIERRE	Exterior		
DESCRIPCIÓN				
Dirección:	Longitudinal		Patología Física	HUMEDAD
Longitud:	15.00m			
Alto:	0.60 m			
UBICACIÓN	CAUSAS			
CIERRE PERIMETRAL EXTERIOR	<p>La humedad por capilaridad se produce por medio de un proceso de manera natural, la cual permite que el agua que se encuentra debajo de la tierra o en el exterior por las inclemencias del clima, traspase los poros de cualquier tipo de material.</p> <p>Este tipo de humedad ocurre cuando hay un exceso de la misma en una base, provocando así un ambiente húmedo, y, por lo tanto, como consecuencia aparecen manchas oscuras en las paredes (sobrecimiento).</p>			
CARACTERÍSTICA			POSIBLE SOLUCIÓN	
Se trata de una propiedad de los líquidos que les permite alcanzar cierta altura cuando están en el interior de tubos o conductos de pequeño diámetro (poros).			Se deberá limpiar las zonas oscuras. Utilizar pintura de antihumedad colocando una capa continua para proteger el sobrecimiento.	

FIG. 41 HUMEDAD EN FACHADAS EXTERIORES



REGISTRO DE PATOLOGÍA				Nº 04	
ELEMENTO:	PARAPETO BALCON	Exterior			
DESCRIPCIÓN					
Dirección:	Longitudinal		Patología Física	HUMEDAD	
Longitud:	12.00m				
Ancho:	1.20M				
UBICACIÓN	CAUSAS				
PARAPETO DE INGRESO	<p>La humedad que más frecuentemente ataca a la fachada es la producida directamente por la filtración del agua de lluvia, que puedo haber sucedido de dos formas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aunque la fachada esté impermeabilizada, el agua encuentra una fisura (una grieta, una junta deteriorada, un encuentro entre paredes y tejado mal hecho...) y penetra por ella, dando lugar a manchas en las paredes interiores y deterioro del revoco o del material de obra exterior. • No hay fisuras, pero la porosidad de los materiales deficientemente impermeabilizados actúa como una esponja, absorbiendo el agua de lluvia y transmitiendo la humedad al interior, que se manifestó con pintura desprendida, moho, revoco suelto. 				
CARACTERÍSTICA			POSIBLE SOLUCIÓN		
<p>Generalmente, los elementos de fachada más amenazados son aquellos que están frente al viento dominante, ya que este último añade fuerza a la caída del agua. Los muros con humedad pierden todo su brillo y estética.</p>			<p>Limpiar las zonas con oquedad, proceder a lijar. Proteger las zonas con pintura impermeabilizante hidrófugo.</p>		



EFLORESCENCIAS EN MUROS

FIG. 42 EFLORESCENCIA EN MUROS BLOQUE A INGRESO BAÑOS



REGISTRO DE PATOLOGÍA				Nº 5	
ELEMENTO:	MURO DE CIERRE	Exterior			
DESCRIPCIÓN					
Dirección:	Longitudinal		Patología Origen Químico	EFLORESCENCIA	
Longitud:	2.00m				
Ancho:	1,60M				
UBICACIÓN	CAUSAS				
MURO INTERNO DE INGRESO DE BAÑOS	<p>Ocasionada por el ingreso de agua a la estructura a través de las cimentaciones por medio de los poros capilares, desde las zonas más húmedas hacia las más secas.</p> <p>Podemos identificarla con el desprendimiento de la pintura, del tarrajeo y aparición de eflorescencia (salitre).</p> <p>Se manifiestan en primavera cuando el viento y el sol secan la mampostería tras el periodo húmedo del invierno. Se dan por la reacción química producida entre el ladrillo y el mortero.</p> <p>Las sales minerales que transporta el agua en su composición se han ido depositando en la estructura de las paredes afectadas. La condensación o la humedad ambiental de la habitación penetra en la pared y estas sales vuelven a salir al exterior.</p>				
CARACTERÍSTICA			POSIBLE SOLUCIÓN		
<p>Hay multitud de efectos en las paredes debido a la presencia excesiva de humedad, como son las manchas negras debido a acumulaciones de moho, los desconchones de pintura, pequeños cerquillos de colores amarillentos y ocres debido a la circulación de aguas filtradas, eflorescencias salinas debido al ascenso de sales del terreno y combinación de las mismas con las paredes.</p>			<ul style="list-style-type: none"> • Retirar toda la parte dañada, luego proceder a limpiar con cepillo de acero. • Utilizar un Impermeabilizante fungicida (Pintura Antihumedad para muros interiores). • Aplicar el Revoque y luego pintar. 		

+ FISURAS EN MUROS

FIG. 43 FISURAS EN MUROS BLOQUE ADMINISTRACIÓN



REGISTRO DE PATOLOGÍA				Nº 6	
ELEMENTO:	MURO INTERIOR	PASILLO			
DESCRIPCIÓN					
Dirección:	Longitudinal		Patología Origen Mecánico	FISURAS	
Longitud:	3,40M				
Ancho:	0,60M				
UBICACIÓN	CAUSAS				
MURO INTERIOR	Han sido originadas por una falla del material o en la ejecución de los revoques y que generalmente solo afectan a los revoques.				
CARACTERÍSTICA			POSIBLE SOLUCIÓN		
Las fisuras que aparecen en las paredes se puede deber a esfuerzos de flexión, corte o torsión a los que estén sometidas. También el cuarteado superficial se origina por las contracciones durante el curado cuando falta humedad en el revoque. También puede ser un defecto de la mano de obra, que no permitió el acople de las fajas con el revoque.			Hay que picar el revoque flojo y hacer un hidrolavado con una presión de entre 50 y 70 Kg/m ² . Luego, aplicar una lechada de cal diluida en agua y agregar en la pasta un polímero acrílico, vinílico o poliuretánico, que actúe como puente de adherencia. Así se forma una retícula que retiene los áridos y le otorga elasticidad al revoque.		

🚧 HUMEDADES EN LOSAS

FIG. 44 HUMEDAD EN LOSAS ALIVIANADAS
BLOQUE ADMINISTRACIÓN



REGISTRO DE PATOLOGÍA			Nº 7	
ELEMENTO:	LOSA ALIVIANADA/CIELO RASO	Interior y Exterior		
DESCRIPCIÓN				
Dirección:	Longitudinal		Patología Origen Físico	HUMEDAD
Longitud:	Toda la losa			
Ancho:	6.00m			
UBICACIÓN	CAUSAS			
LOSA ALIVIANADA	Insuficiente nivel de pendiente en el contrapiso. Falta de mantenimiento. Mala ejecución de la carpeta de hormigón sobre la losa alivianada.			
CARACTERÍSTICA			POSIBLE SOLUCIÓN	
Los problemas en los contrapisos son aislar térmicamente y dar pendiente hacia los desagües. La humedad puede estropear y degradar los materiales de construcción si no es tratada adecuadamente. De esta forma los materiales pierden consistencia y aparecen grietas. La humedad por filtración generalmente se presenta en superficies sin impermeabilizar o con impermeabilización deficiente que permite el paso de agua a través de la fachada.			Picar la carpeta existente. Limpiar y colocar entre el contrapiso y la losa de hormigón una barrera de vapor consistente en una membrana multicapa o manta de polietileno. Colocar una nueva carpeta con pendientes que evacúen de manera rápida las aguas pluviales hacia las bajantes.	

2.- UNIDAD EDUCATIVA ANTONIO JOSÉ DE SUCRE

Causas, identificación y soluciones para las Patologías.

A continuación, se presenta de manera muy general, algunos tipos de patologías con las posibles causas de origen, características para reconocerlas y sus posibles soluciones.



FIG. 45 EMPLAZAMIENTO GENERAL

✓ HUMEDADES EN LOSAS

FIG. 45 HUMEDAD EN LOSAS ALIVIANADAS BLOQUE A Y C





REGISTRO DE PATOLOGÍA				Nº 8	
ELEMENTO:	CIELO RASO	Interior			
DESCRIPCIÓN					
Dirección:	Longitudinal		Patología Origen Físico	HUMEDAD	
Longitud:	Toda la Losa				
Ancho:	5.00m				
UBICACIÓN	CAUSAS				
LOSA ALIVIANADA CIELO RASO BLOQUE 1	<p>Una de las principales causas para verificar que el techo se encuentra deteriorado, son las filtraciones y las goteras.</p> <p>Esto no solo que es molesto para quienes habitan la casa, sino que también es dañino para toda la decoración porque a causa de esta agua la pintura de la pared comienza a salirse y también a aparecer las manchas de humedad.</p>				
CARACTERÍSTICA			POSIBLE SOLUCIÓN		
<p>La primera función del techo de una vivienda es poder cubrir al exterior los cambios de clima, pero cuando estos sufren alguna fisura provocada por el paso del tiempo o por otro motivo, el agua comienza a filtrar hacia el interior haciendo que en los momentos de lluvia también se gotee adentro.</p>			<p>Localizar la grieta, tapparla con un buen producto acrílico antihumedades, secar y pintar usando pintura resistente al agua.</p>		

✓ **FISURAS EN LOSAS ALIVIANADAS (CONTRAPISO SOBRE LOSAS)**

FIG. 46 HUMEDAD EN LOSAS ALIVIANADAS BLOQUE 2





REGISTRO DE PATOLOGÍA				Nº 9
ELEMENTO:	LOSA ALIVIANADA	Exterior		
DESCRIPCIÓN				
Dirección:	Longitudinal		Patología Origen Físico	HUMEDAD
Área:	500.00m2			
Ancho:	-			
UBICACIÓN	CAUSAS			
BLOQUE A LOSA PRIMER PISO (NIVEL TERRAZA)	<ul style="list-style-type: none"> - La falta de pendiente o inclinación conllevó a un mal sistema de drenaje. - Falta de mantenimiento y construcción de un techo apropiado. - La humedad debilitó los elementos estructurales y no estructurales de la losa. - Mala ejecución de impermeabilización de la losa. <p>Curado deficiente del concreto, retracción, variaciones térmicas, errores en la ejecución de la carpeta de nivelación sobre la losa.</p>			
CARACTERÍSTICA			POSIBLE SOLUCIÓN	
La variación de temperatura y humedad ambiental originan cambios en el volumen de los materiales; estos cambios se manifiestan como contracciones y/o expansiones que pueden agrietar el elemento e incidir en su integridad.			Retiro de toda la carpeta. Reponer la carpeta con la determinada pendiente. Impermeabilizar con alquitrán y luego polipropileno. Colocar cerámica encima de la carpeta.	

✓ **FISURAS EN MUROS**

✓ **FIG. 47 FISURA EN MUROS**





REGISTRO DE PATOLOGÍA			Nº 10
ELEMENTO:	MURO DE LADRILLO	Interior	
DESCRIPCIÓN			
Dirección:	Diagonal		Patología Origen Físico HUMEDAD
Longitud:	1.00m		
Ancho:	0.5MM		
UBICACIÓN	CAUSAS		
MURO DE LADRILLO 6H E=18CM	a) Falta de adherencia entre el ladrillo y el mortero adhesivo, consecuencia de no haber liberado el polvo de los ladrillos antes de colocarlos. b) Falta de resistencia del mortero adhesivo debido a una deficiente preparación de la mezcla, consecuencia de una dosificación incorrecta o bien por agregado posterior de agua para su remezclado una vez pasado el tiempo máximo en el balde. c) Exceso de espesor de revoque aplicado > 2cm		
CARACTERÍSTICA		POSIBLE SOLUCIÓN	
Falla por corte y trituración de algunos ladrillos, manifestada por una grieta diagonal.		Se procederá al picado de las fisuras gruesas en la albañilería, para luego limpiarlas, humedecerlas y rellenarlas con mortero 1:3. Los ladrillos triturados serán reemplazados por concreto simple. · El concreto será sustituido por otro de similar característica, empleándose resina epóxica en la unión de ambos materiales	

	con distintas edades.
--	-----------------------

3.- UNIDAD EDUCATIVA AULIO ARAOZ

Causas, identificación y soluciones para las Patologías.

A continuación, se presenta de manera muy general, algunos tipos de patologías con las posibles causas de origen, características para reconocerlas y sus posibles soluciones.

➤ HUMEDADES EN LOSAS

FIG. 48 HUMEDAD EN LOSAS ALIVIANADAS BLOQUE B



REGISTRO DE PATOLOGÍA			Nº 11	
ELEMENTO:	LOSA ALIVIANADA	PASILLO		
DESCRIPCIÓN				
Dirección:	Longitudinal		Patología Origen Físico	HUMEDAD
Área:	60 m ²			
Ancho:	--			
UBICACIÓN	CAUSAS			
CIELO RASO BAJO LOSA ALIVIANADA	Falta de una carpeta de nivelación e impermeabilización. Falta de curado de la losa.			
CARACTERÍSTICA			POSIBLE SOLUCIÓN	
<p>“El Curado del Hormigón, es el proceso por el cual se busca mantener saturado el hormigón hasta que los espacios de cemento fresco, originalmente llenos de agua, sean reemplazados por los productos de la hidratación del cemento”.</p> <p>Hidratar el hormigón es mejor que evitar que éste pierda el agua inicial (agua de amasado), debido a que la duración e intensidad del curado dependen fundamentalmente de la temperatura y la humedad del ambiente, también de los efectos del clima (viento y sol), el tipo y la cantidad de cemento, la relación A/C, etc., porque a mayor intensidad de éstas, se requerirá un curado más prolongado (hasta de 5 días en casos extremos).</p>			<p>Realizar la Carpeta de Nivelación sobre la losa con sus pendientes adecuados para la evacuación de las aguas.</p> <p>Realizar una Impermeabilización con membrana asfáltica.</p>	

✓ **HUMEDADES EN MUROS**

FIG. 49 HUMEDAD EN FACHADAS EXTERIORES



REGISTRO DE PATOLOGÍA				Nº 12	
ELEMENTO:	FACHADAS EXTERIORES	Exterior			
DESCRIPCIÓN					
Dirección:	Longitudinal		Patología Origen Físico	HUMEDAD	
Longitud:	21.0 M				
Ancho:	0.40 M				
UBICACIÓN	CAUSAS				
FACHADA FRONTAL MUROS DE LADRILLO Y VIGAS	Humedades y oquedades por falta de pendientes, revoques. Agentes atmosféricos y contaminación que van erosionando la fachada por obra abandonada por falta de ejecución. Las humedades por filtración en la fachada ocasionaron desconchones en las paredes, manchas de salitre y moho en techos y paredes ofreciendo un aspecto disgregado				
CARACTERÍSTICA			POSIBLE SOLUCIÓN		
El agua puede penetrar las muros, paredes o techados por una fisura, por una grieta o a través de materiales porosos aumentando el nivel de humedad capilar y provocando la aparición de humedades.			En primer lugar se deberá limpiar las zonas oscuras con cepillos de acero, luego proceder a picar con puntas		

	<p>todo el ancho de las vigas y columnas. Posteriormente revocar, el mortero será el que corresponda para que quede con un acabado perfecto y con goteros.</p>
--	--

✓ **FISURAS EN MUROS**

FIG. 50 FISURAS EN UNION DE COLUMNA Y MURO DE LADRILLO



REGISTRO DE PATOLOGÍA				Nº 13	
ELEMENTO:	MURO INTERIOR				
DESCRIPCIÓN					
Dirección:	Vertical		Patología Origen Mecánico	FISURAS	
Longitud:	3.40m				
Ancho:	0.05MM				
UBICACIÓN	CAUSAS				
BLOQUE C MURO INTERIOR	Fisura producida por falta de adherencia entre el muro de ladrillo y la columna de HªAª.				
CARACTERÍSTICA			POSIBLE SOLUCIÓN		
Los muros no tienen problemas para resistir esfuerzos de compresión, pero no ocurre lo mismo cuando tienen que soportar esfuerzos de tracción mínimos que siempre se producen debido al primer asentamiento de la construcción.			Se deberá colocar fierro que sirva de unión entre el muro y la columna, el mismo deberá colocarse cada 3 filas de ladrillo sujetos a los estribos de la columna, que sirva de trabazón.		

3.6. Presentación de resultados

Resultados estadísticos de las patologías

Los resultados de las Patologías existentes se presentan a continuación.

~ PATOLOGIAS: CUADRO GENERAL

Tabla 4.3 Cantidad de lesiones existentes en el edificio

PATOLOGIAS EXISTENTES		
PATOLOGÍA	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
HUMEDADES EN MUROS	3	23,08 %
FISURAS	4	30,77 %
GRIETAS	1	7,69 %

HUMEDADES EN LOSAS	4	30,77 %
EFLORESCENCIAS	1	7,69 %

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Patologías encontradas

Las Patologías existentes en las distintas Unidades Educativas que se pudieron observar son humedades, fisuras, grietas y eflorescencias, sumando un total de 13 patologías.

TABLA 4.4 CANTIDAD DE PATOLOGÍAS POR TIPO

ELEMENTO	TIPO DE PATOLOGÍA				
	PATOLOGÍAS FÍSICAS		PATOLOGÍAS MECÁNICAS		PATOLOGÍAS QUÍMICAS
	HUMEDADES	EROSIONES	FISURAS	GRIETAS	EFLORESCENCIAS
Muro de Cierre Perimetral				2	
Muro de Cierre Perimetral	1				
Fachada Exterior	2				
Muros Interiores			3		1

Cielo Raso Bajo Losa	4				
SUBTOTAL	7	0	3	2	1
TOTAL	13				

Las Patologías encontradas se distribuyen de la siguiente manera:

- Patologías físicas (Humedades y erosiones): 53.85%.
- Patologías mecánicas (grietas y fisuras): 38.46%, de las cuales el 23.08% son fisuras y el 15.38% son grietas.
- Patologías químicas (eflorescencias): 7.69%

Tabla 4.5 DISTRIBUCIÓN DE PATOLOGÍAS POR TIPO

DISTRIBUCION DE PATOLOGÍAS POR TIPO		
TIPO DE PATOLOGÍA	CANTIDAD	%
FÍSICAS	7	53.85
MECÁNICAS	5	38.46
QUÍMICAS	1	7.69
TOTAL	13	100,00

4.2. Análisis de Patologías

4.2.1. Humedades.

- Las humedades existentes suman un total de 7 que representan el 53.85% del total de Patologías encontradas.
- Las humedades existentes son a causa de la infiltración de agua de lluvia por la azotea y por los muros laterales. También se producen humedades en la base de columnas en época de lluvias por la saturación del suelo de fundación.
- La causa principal de estas Patologías es la ausencia de cobertura del edificio.

4.2.2. Erosiones.

- No se encontró erosiones existentes.

4.2.3. Fisuras

- Las fisuras existentes suman un total de 3 que representan el 23.08% del total de patologías existentes.
- En muros interiores se desarrollan de forma vertical, llegando hasta un ancho de 0.5 mm.
- En las losas se desarrollan longitudinalmente, en la dirección de las viguetas y un ancho máximo de 0.3mm.

4.2.4. Grietas

- Las fisuras existentes suman un total de 2 que representan el 15.38% del total de patologías existentes.
- Una de ellas se encuentra en un muro de Cierre Perimetral, se desarrolla en dirección vertical, alcanzando toda la altura de mismo y con un ancho máximo de 1mm.
- La segunda se encuentra en la unión de muro de cierre perimetral y portón de ingreso con una longitud de 2.00m y ancho máximo de 1 mm.

4.2.5. Eflorescencias

- Las eflorescencias existentes suman un total de 1 que representa el 7.69% del total de patologías existentes.
- Se encuentran ubicadas en la parte inferior del muro de Ingreso a los Baños en Planta baja del Bloque a causa de la infiltración del agua de lluvia que arrastra las sales del concreto.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se realizó la investigación sobre las Patologías, el mismo identifica que existen diversas clasificaciones como: patología física, mecánica y químicas.
- Se analizó las diferentes Patologías en cada Unidad Educativa, las patologías de mayor incidencia en las Unidades Educativas son:
 - **Fisuras: 23.08%** y sus causas principales son la baja resistencia del concreto y la retracción hidráulica que se ha producido en los elementos estructurales.
 - **Humedades: 53.08%** y la causa de estas es la infiltración de agua de lluvia debido a la ausencia de cobertura en el edificio.
 - **Eflorescencias: 7.69%**, su causa es la humedad por la infiltración de agua en el aligerado del segundo piso, debido a la ausencia de cobertura.
 - **Grietas: 15.38%**, la grieta en el muro es a causa del soporte de la carga transmitida por la viga y la grieta en el tabique es a causa de la separación entre el tabique y su base.
 - Según el diagnóstico preliminar las Patologías encontradas se originan en el uso de la estructura, también a la antigüedad de la misma, algunas lesiones pueden ser causadas por el contacto directo con las personas que han hecho uso de la edificación, pero con algunos procesos de rehabilitación de la fachada y mantenimiento preventivo se pueden mitigar estos daños.
 - Con base a las diferentes referencias bibliográficas estudiadas y analizadas, se logró construir un documento con información clasificada por temas que permitió desarrollar un estudio patológico en fase de investigación preliminar, para aplicarlo al caso de estudio.
 - En la metodología aplicada, en la fase de toma de datos y registro fotográfico, se observa que las Patologías más representativas fueron las Humedades con un 53,85%

y las Fisuras con un 23,08%, estas últimas lesiones son de tipo mecánico provocada por agentes climáticos como: la lluvia, el viento y cambios bruscos de temperatura, ya que hacen que el material genere desprendimientos, erosiones y deformaciones.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda que en un estudio patológico preliminar se debe clasificar el tipo de lesión ya sea bueno, regular, malo, para así tener un mayor grado de importancia a la hora de intervenir en la estructura.
- Se recomienda que como profesionales del área se debe tener en cuenta la aplicación de las normas constructivas, el buen diseño, los adecuados procesos constructivos, la correcta utilización de los materiales, las características del terreno, los controles de calidad, con el fin de prever todas y cada una de las situaciones que podrían generar patologías.