



**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**"EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE PATOLOGÍAS EN LAS COLUMNAS DE  
CONCRETO ARMADO DE LOS PABELLONES I Y II DE LA INSTITUCIÓN  
EDUCATIVA "LA UNIÓN"-DISTRITO LA UNIÓN-PROVINCIA PIURA-  
DEPARTAMENTO PIURA."**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL**

**AUTORA:**

**SERNAQUE RIVAS DONNA CELINA**

**ASESOR:**

**ASALDE VIVES JUAN**

**PIURA – PERÚ**

**2016**

**JURADO EVALUADOR DE TESIS**

Mgtr. Miguel Ángel Chan Heredia  
PRESIDENTE

Ing. Wilmer Oswaldo Córdova Córdova  
SECRETARIO

Ing. Gilberto Regulo Sánchez Gamarra  
MIEMBRO

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por haberme permitido culminar satisfactoriamente los estudios en esta universidad. Agradezco a mis padres, por todo el apoyo moral y material que me dieron durante mis estudios, por todo lo que hicieron y aún siguen haciendo por mí.

Asimismo, agradezco a mi hermana, por todo el apoyo incondicional que siempre me ha brindado. Agradezco en forma especial al Ing. Juan Asalde Vives, por su disponibilidad para el asesoramiento y supervisión de la presente tesis durante todo el tiempo en que se desarrolló. También quiero agradecer a los profesores de la Facultad de Ingeniería Civil, por todos los conocimientos brindados en el transcurso de la carrera universitaria.

## DEDICATORIA

A Dios nuestro creador, por  
brindarnos el don de la vida su  
sabiduría, amor, justicia y fortaleza  
para poder continuar en nuestro camino.

A mis padres y hermana por el apoyo,  
incondicional brindado.

A mis compañeros y amigos  
por brindarme su apoyo  
y compañía durante estos  
años de carrera universitaria.

A todos los que han contribuido con  
sus enseñanzas en mi formación  
profesional.

## RESUMEN

El siguiente trabajo nace ante el deseo de resolver un problema actual como incidencias patológicas en la vida útil en las columnas de concreto armado de los pabellones I y II en la institución educativa La Unión, distrito de Piura-Piura, conociendo que las columnas son elementos que sostienen principalmente cargas a compresión. En general la columna también soportan momentos flectores con respecto a uno o a los dos ejes de la sección transversal y esta acción puede producir fuerzas de tensión sobre una parte de la sección transversal. En nuestra investigación a estudiar observaremos muchos problemas en la cual vamos a determinar, evaluar y definir un estudio sistemático y ordenado de los daños y fallas que se presentan en las columnas de concreto armado, analizando el origen de las causas y consecuencias de ellos para que mediante la formulación de procesos se generen las medidas correctivas. La fragilidad de la estructura de las columnas de los pabellones I y II, de la institución educativa La Unión; ocasionan varios defectos en dichas estructuras, ya sea en el acero o en el concreto. Estos problemas pueden ser: Grietas, fatiga, pandeo, corrosión en el acero o en el mal diseño en las columnas, también en flexionamiento en la misma mencionada. Sí, estamos hablando de las columnas, que son todo un hallazgo en la ingeniería moderna, y es de esto que vamos a referirnos, para tener la posibilidad de conocerlas y dar marcha a nuestro proyecto. Muchas veces es posible de identificarla fácilmente, pero otras veces no lo es. La investigación a realizarse es de tipo descriptiva, cuantitativa, no experimental y de corte transversal. Este estudio se da con el fin de encontrar el problema patológico que afecta en las columnas de concreto armado, mediante un estudio empírico no experimental, realizando un análisis de 10 columnas por cada pabellón y

condicionándolas mediante cuadros estadísticos para poder visualizar el grado de condición de cada estructura, para una futura solución ya sea en beneficio o en oposición del conjunto estructural que presenta dicha institución educativa. Palabras clave: Patologías, columnas de concreto armado,



## ABSTRACT

The next job comes before the desire to solve a current problem and pathological incidents in the life of reinforced concrete columns of the pavilions I and II in the school's Union district of Piura-Piura, knowing that the columns are elements holding primarily compressive loads. In general the support column also bending moments about one or both axes of the cross section and this action can produce tension forces on a portion of the cross section.

In our research study we will observe many problems in which we will determine, assess and define a systematic and orderly study of the damage and faults that occur in the columns of reinforced concrete, analyzing the root causes and consequences of them to by formulating corrective action processes are generated. The fragility of the structure of the pillars of the pavilions I and II, the educational institution of marriage; They cause several defects in the structures, either on steel or on concrete.

These problems include: cracks, fatigue, buckling steel corrosion or bad design in the columns, also mentioned in the same flexing. Yes, we are talking about the columns, which are a real find in modern engineering, and it is this that will refer to be able to know and to turn our project. Often it is possible to easily identify it, but sometimes it is not.

The research conducted is descriptive, quantitative, non-experimental and cross-sectional. This study is given in order to find the pathological problem that affects columns of reinforced concrete by a non-experimental empirical study, analyzing 10 columns per pavilion and conditioning them through statistical tables to display the degree of condition each structure to a future solution either benefit or opposition structural assembly having such educational institution.

## CONTENIDO

<b>1. Título</b>	<b>i</b>
<b>2. Jurado Evaluador de Tesis</b>	<b>ii</b>
<b>3. Hoja de Agradecimiento y Dedicatoria</b>	
3.1. Agradecimiento	iii
3.2. Dedicatoria	iv
<b>4. Resumen y Abstract</b>	
4.1. Resumen	v
4.2. Abstract	vi
<b>5. Contenido</b>	<b>vii</b>
<b>6. Índice de Gráficos Tablas y Cuadros</b>	<b>viii</b>
<b>I. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>II. Revisión de Literatura</b>	
2.1. Antecedentes	
2.1.1. Antecedentes Internacionales	2
2.1.2. Antecedentes Nacionales	9
2.1.3. Antecedentes Locales	13
2.2. Bases Teóricas	15
<b>III. Metodología</b>	
3.1. Diseño de la Investigación	27
3.2. Población y Muestra	28
3.3. Definición de Operacionalización de Variables	28
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	30
3.5. Plan de Análisis	30
3.6. Matriz de Consistencia	31
3.7. Principios Éticos del Proyecto	32
<b>IV. Resultados</b>	
4.1. Resultados	33
4.2. Análisis de Resultados	54

<b>V. Conclusiones</b>	56
5.1. Aspectos Complementaros	57
5.2. Referencias Bibliográficas	58
5.3. Anexos	60
<b>6. Índice de Gráficos Tablas y Cuadros</b>	
<b>6.1. Índice de Gráficos</b>	
Grafico N° 01: Disposición de columnas en edificación de Venezuela	4
Grafico N° 02: Fallas por columnas cortas	10
Grafico N° 03: Falla por columnas cortas y falla también porque no se ha puesto la cuantía necesaria de acero	10
Grafico N° 04: Vista interior del Colegio Víctor Rosales Ortega- Piura	14
Grafico N° 05: Diferencia en el comportamiento ante la acción de fuerzas.	16
Grafico N° 06: Columna cargada axialmente.	20
Grafico N° 07 – N° 26: Grado y clasificación de las columnas de los pabellones I y II	53
<b>6.2 Índice de Tablas.</b>	
Tabla N° 01: Clasificación de fallas	23
Tabla N° 02: Clasificación de condición de fallas	23
Tabla N° 03: Errores en la fase de encofrado y colocación de armaduras	25
Tabla N° 04: Errores en la fase de replanteo de obra	26
Tabla N° 05: Errores en la construcción de estructuras de acero	26

Tabla N° 06: Errores en la construcción de elementos no estructurales.	27
--	----

### **6.3 INDICE DE CUADROS**

Cuadro N° 01: Cuadro de operacionalizacion de las variables	29
Cuadro N° 02: Matriz de consistencia	31
Cuadro N° 03 – Cuadro N° 12 Cuadro De Clasificación de Resultados de Patologías del Pabellón N° 01 de la Institución Educativa “La Unión”	43
Cuadro N° 13 – Cuadro N°22 Cuadro De Clasificación de Resultados de Patologías del Pabellón N° 02 de la Institución Educativa “La Unión”	53
Cuadro N° 23: Cuadro De Análisis De Resultados Pabellón N° 01 de la Institución Educativa “La Unión”	54
Cuadro N° 24: Cuadro De Análisis De Resultados Pabellón N° 2 de la Institución Educativa “La Unión”	55

## **Introducción**

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar y determinar las patologías en las columnas de concreto armado de los pabellones I y II de la I.E La Unión del Distrito de la Unión Piura, además así conocer si presentan patologías como grietas o fisuras.

La importancia de este trabajo de investigación es prevenir algún riesgo ya sea hacia los alumnos o personas que se encuentren en dicha institución.

Como ya se sabe las patologías del concreto consiste en el estudio de los problemas constructivos que se presenten en alguna estructura, así mismo la inspección preliminar de las columnas de concreto armado tiene por finalidad analizar el estado actual de dicha estructura, establecer la presencia de lesiones o fallas en la estructura principal o secundaria del mismo y la presencia de factores de deterioro en el concreto. Stuardo Pérez Karem J.<sup>1</sup> (2008)

En la actualidad, muchas estructuras de Concreto armado con pocos años de servicio o muy antiguas requieren ser evaluadas estructuralmente debido a su deterioro, a causa de la corrosión, defectos constructivos, catástrofes naturales, u otro factor; cuya finalidad es prevenir riesgos para las personas y determinar el nivel de daño que presenta la estructura para adoptar una propuesta de actuación acorde con los intereses del propietario o mandante.

De forma que este trabajo de investigación tiene como tema central la evaluación y determinación de las patologías del concreto, caracterizada por ser una investigación de tipo cuantitativo, con un nivel descriptivo y un diseño no experimental descriptivo de corte transversal, de la misma forma la población está dado por la Institución Educativa “La Unión” del distrito de La Unión - Provincia Piura – Departamento Piura, y en la muestra se ha seleccionado los pabellones I y II de dicha institución.

Es así que esta investigación permitirá conocer de manera directa la realidad de las columnas de concreto armado de esta institución y al mismo tiempo determinar las patologías del concreto.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

- Hernández, Alejandro <sup>2</sup> (2012) de Guatemala considera la esbeltez en columnas externas como reductores de energía sísmica en estructuras de baja altura de concreto armado concluye que Proporcionándole columnas esbeltas en los bordes a una estructura se obtiene un buen valor de período aproximado, lo que indica que al colocar estas columnas se puede mejorar la respuesta estructural a la solicitud de un sismo y que así no se produzcan patologías en estas.
- También Carrasco, Sebastián <sup>3</sup> (2010) de Colombia da Recomendaciones de Diseño de Columnas Compuestas de Acero-Hormigón Sometidas a Esfuerzos Básicos concluye que en base a los resultados obtenidos en la presente memoria de título. Se recomienda llevar a cabo estudios experimentales, de tal forma de obtener en base a datos reales el comportamiento de las columnas compuestas sometidas principalmente a esfuerzos de corte y de flexión pura, esto conlleva a tener resultados realista que ayudaran a no incurrir en fallas y que estas ocasionaran futuras patologías en las estructuras
- Así mismo Muñoz M Harold Alberto.<sup>4</sup> (2011) de Colombia evalúa patologías en estructuras de concreto, de los procesos de rehabilitación de una edificación, la evaluación y el diagnóstico constituye el paso quizá más importante puesto que de acuerdo con su definición vendrá la decisión de la intervención. Acertar en el diagnóstico representa el éxito de la inversión y por supuesto en la solución de las patologías causantes del problema.

No resulta fácil definir una metodología expresa y única para realizar la evaluación y diagnóstico contrario a lo que se sucede por ejemplo en el caso del diseño estructural de una edificación nueva, donde se sigue un flujo coherente y sistemático con mayor o menor énfasis en algunas etapas dependiendo de las características propias del edificio en particular. Por otro lado, para la evaluación de patologías en estructuras de concreto no resulta fácil

señalar una indicación única para la interpretación de un deterioro en particular ya sea por la presencia de una fisura, deterioro, mancha o anomalía. Una misma manifestación de daño en un caso puede interpretarse asociada a una causa que puede variar en circunstancias diferentes dentro de la mecánica estructural.

- De igual forma Pérez Jiménez Marcos.<sup>5</sup> de Venezuela asegura que no existe una forma estructural ideal, pero sí existen ciertos principios básicos que pueden guiar un buen desempeño en cuanto a su configuración. Es importante destacar que existen condiciones necesarias, pero no suficientes para lograr una configuración y una forma estructural sana y adecuada. Lo que se debería evitar siempre al llevar a cabo una construcción son las columnas débiles que tienen configuración de “columna corta” (columna parcialmente arriostrada por algún elemento rígido), o cuando su resistencia es inferior a la resistencia de las vigas que se apoyan en ella. En un diseño sísmo resistente adecuado, se debe garantizar que las columnas sean más fuertes que las vigas, y no el caso contrario. De esta manera, se prefiere que, de ocurrir una falla, esta se genere en las vigas y no en las columnas. Columnas débiles, conllevan a pisos débiles; falta de paredes o muros en una planta, conlleva a un piso débil; irregularidades en el terreno sin el adecuado diseño para cada columna, conlleva también a columnas débiles. La falla principal de las columnas y pisos débiles, es que se excede la resistencia por cortante, antes que por flexión. En casos de sismos o sobrecargas, se originan severos daños en la edificación, generalmente la inutilización y/o colapso de la misma.



Grafico N°1 disposición de columnas en edificación de Venezuela Fuente:  
Análisis de las condiciones de fisuración en las estructuras de hormigón  
armado- Pérez Jiménez

- Del mismo modo Rodríguez Mario E.<sup>6</sup> (2009) de México en su investigación Recomendaciones para el control de agrietamiento en columnas de concreto, muestra que el agrietamiento en estructuras de concreto reforzado es en general una condición natural en ellas y puede ocurrir por flexión o por cambios volumétricos. El agrietamiento por ejemplo es común en columnas y no necesariamente se le debe asociar a problemas estructurales; sin embargo, cuando no se tiene control del agrietamiento, éste puede ser un factor relevante que afecte no sólo la apariencia del elemento estructural, sino también la pérdida de capacidad resistente o la permeabilidad del concreto. Esta pérdida de capacidad resistente puede ocurrir por deterioro del concreto o por corrosión del refuerzo. Esta corrosión puede afectar el área efectiva de la barra de refuerzo o producir pérdida de longitud de anclaje de la barra debido al desprendimiento de la superficie de la barra. La permeabilidad del concreto puede facilitar el ataque de sulfatos o reacciones alkali-agregado que afectan la durabilidad del concreto. El agrietamiento en elementos de concreto reforzado causado por cambios volumétricos se origina principalmente por contracción del concreto restringida y no restringida. La contracción del concreto ocurre por la reducción de volumen causada por la pérdida de agua

durante el proceso de secado y también por las reacciones químicas que ocurren en la pasta de cemento. En el caso de contracción restringida se desarrollan esfuerzos en tensión en el concreto debido a restricción a la contracción en la columna. La restricción a la contracción en columna de concreto reforzado ocurre cuando la losa debe experimentar cambios volumétricos debido a la contracción y está conectada a elementos estructurales rígidos, como pueden ser muros. Se debe hacer énfasis que el criterio de solución del problema del agrietamiento por contracción en elementos de concreto se basa en el control del agrietamiento y no en la eliminación de éste. El objetivo de colocar por ejemplo acero de refuerzo por cambios volumétricos no es en realidad el de eliminar el agrietamiento, sino controlar el ancho y número de grietas que ocurren debido al fenómeno de cambios volumétricos. Se han observado casos de agrietamientos indeseables en losas de edificaciones construidas recientemente en nuestro país, lo que sugiere el estudio de este problema y en su caso la revisión de la normativa existente para el control del agrietamiento. En este trabajo se evalúa el problema de control de agrietamiento por contracción en elementos de concreto, haciendo énfasis en el caso de contracción restringida por ser común en la práctica y por qué, como se muestra en este trabajo, no es resuelto de manera adecuada por normativas existentes. Como resultado de este estudio se dan ayudas de diseño que permiten al ingeniero de la práctica tener un mejor control y conocimiento del agrietamiento en losas de concreto reforzado.

- Así como también Carlos Augusto Montoya Gómez<sup>7</sup> (2012) de Medellín - Colombia en su proyecto “Análisis de Patologías de la Estructura en el Centro Educativo rural la Helida, manifiesta que una vez analizada todas las patologías que se identificaron dentro de la inspección se llega a la conclusión de que la estructura del CER se encuentra severamente afectada a causa de asentamientos producidos por el propio peso de la estructura. El sistema de fundación de la edificación no se aprecia a simple vista, pero al parecer es una losa en concreto simple, lo que indica que es un sistema de cimentación

superficial generando más preocupación por la alta composición orgánica del suelo presente en el terreno. Esto quiere decir que la capacidad portante del mismo es inferior al peso de la edificación, ocasionando de esta manera agrietamientos diagonales y escalonados en la mampostería. A parte de los problemas causados por el terreno, se debe agregar que la estructura de la edificación es insuficiente para transmitir las cargas a la fundación. No figuran elementos verticales ni horizontales de amarre o confinamiento, se limita únicamente a la conformación de mampostería simple, convirtiéndose los ladrillos en elementos de transmisión de cargas, para lo cual no fueron diseñados.

➤ De igual manera Alfredo Leyton<sup>8</sup> (2014) de Colombia (Santiago de Cali) afirma que en la hidratación del cemento (reacción entre el cemento y el agua) se forman entre otros, cantidades importantes de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , llamado también portlandita, que otorga el conjunto un carácter eminentemente básico y que oscila entre 12 y 13 en valor de PH (protector de armadura).

Con el tipo de  $\text{CO}_2$  de la atmosfera pasa a través de los poros del hormigón, se combina con los compuestos químicos de este, principalmente con el hidróxido cálcico, y llega a formar carbonatos cálcicos, siguiendo la conocida reacción de adormecimiento de cal aérea.

La corrosión se produce a lo largo de toda la superficie de la armadura y esto aplica el consiguiente aumento de volumen del acero y, posteriormente, la aparición de grietas en el elemento constructivo.

Hay que hacer constar que la carbonatación comporta una serie de mejoras que serían excelentes si se tratara de un hormigón sin armar. Estas características favorables son la mayor resistencia mecánica del hormigón, el aumento de la impermeabilidad superficial y mejor comportamiento respecto las disoluciones agresivas. Para diagnosticar elementos de hormigón sospechosos de presentar carbonatación, se suelen emplear diversos métodos. Desde un simple inspección ocular, a la utilización de análisis químico y microscópico. Para detectar a primera vista, la patología causada por la carbonatación será necesario buscar en principio manchas de óxido y grietas longitudinales que

sigan en dirección probables en la armadura. La manera más clara de detectar esta patología es mediante un procedimiento químico, basado en la reacción de la fenolftaleína con el hidróxido cálcico.

➤ Así también Ricardo Oroasco Paramo<sup>9</sup> (2003) de México en su tesis titulada “Patologías del concreto”, elaborada para obtener el título de Ing. Civil en la universidad de Michoacana - México. Concluye lo siguiente:

Existen varias patologías que se presentan en el concreto, algunas de ellas se pueden evitar desde el momento en que se está elaborando un concreto hidráulico tomando en cuenta que los materiales empleados son un factor importante sin olvidar el factor del recurso humano que es quien elabora el concreto.

El conocimientos del origen de las patologías en concreto vistas en este trabajo nos pueden ayudar esencialmente para evitarlas, pues estos daños afectan en gran medida desde el punto de vista económico y también en lo constructivo ya que se puede perder un tiempo considerable en la reparación de los daños (cuando se producen durante la ejecución de la obra).

Los métodos de análisis no destructivos son muy importantes ya que se pueden realizar pruebas directamente a las estructuras sin dañar o modificar sus condiciones mecánicas y a partir de ahí conocer qué tipo de daño presenta y la magnitud del mismo.

También se puede observar que el tipo de cemento que se va a emplear en la construcción de cualquier obra va estar en función del tipo de clima que existe en la localidad de ejecución, pues de no hacerlo así el responsable de la obra estaría influyendo para que se propague un daño en la estructura. Así mismo el hecho de realizar inspección periódica nos puede ayudar a detectar a tiempo un posible daño en el concreto de manera que se le pueda dar un mantenimiento correctivo y evitar daños mayores en la estructura.

- Asimismo Raúl Nicolás Monroy Martín<sup>10</sup> (2007) de Chile en su tesis denominada “Patologías en estructuras de hormigón armado aplicado amarquesina del parque Saval”. Esta estructura fue construida aproximadamente en el año 1950, ubicada en el parque Saval de la ciudad de Valdivia en Chile de la Que de acuerdo a lo observado y analizado se llega a las siguientes conclusiones:

El ensayo de fenoftaleína arrojó una profundidad de carbonatación de 1.5 cm. De aquí se concluye que el avance del frente de carbonatación se produce desde la superficie expuesta hacia el interior del hormigón armado. La profundidad de carbonatación es pequeña, debido a que la mayor parte del tiempo algunas zonas de la estructura están protegidas por la humedad relativa del aire en Valdivia (humedad media > 80%<sup>31</sup>), que da pie a que los poros en el hormigón estén llenos de humedad y no permitan el paso del dióxido de carbono hacia el interior del hormigón. Otra razón puede ser la baja concentración de CO<sub>2</sub> en la zona.

El edificio podría estar en mejores condiciones con un mínimo mantenimiento. Se recomienda un tratamiento superficial, con algún tipo de mortero sellante (Sika) y pintura para proteger el hormigón. El edificio presenta patologías en alrededor de un 20% de su totalidad.

El edificio en general presenta un estado de conservación aceptable para las intenciones de ser remodelado para cualquier uso que se le quiera dar, sobre todo el edificio en sí, es decir, excluyendo el sector de la marquesina.

El edificio en sí, sólo necesita de reparaciones menores a excepción de algunas zonas puntuales donde existe corrosión localizada, lo que ha producido en este tensiones internas que son causales de fisuras o descascaramiento en el hormigón. Estas patologías presentes se deberán reparar con resinas Epoxi o morteros estructurales del tipo Sika de acuerdo a especificaciones del fabricante, sin embargo la oxidación localizada se deberá tratar con el picado del hormigón para un posterior limpiado por medio de bombeo de arena y luego aplicar una película protectora a las armaduras para su posterior hormigonado.

### 2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

- Blanco Blasco Antonio <sup>11</sup> de Arequipa en su investigación de criterios y conceptos de las estructuras de edificaciones de concreto armado en el Perú dice que en las columnas no solo hay que lograr resistencia, sino que estos elementos estructurales deben tener ductilidad. Hay que tener rigidez lateral en dos direcciones y además tener rigidez torsional. A partir de los años 70, se comienzan a usar muros de concreto armado, para rigidizar edificaciones. Si son edificios de pocos pisos, se usan muros de ladrillo, portantes de carga vertical y de carga sísmica, comenzándose a desarrollar la albañilería confinada. No es posible pensar que las edificaciones no necesitan ser calculadas para, al tratarse de uno o dos pisos. Recordemos los colegios, de dos pisos son seriamente afectados con el pasar del tiempo. Otro problema que puede generar una anomalía en la columna son los suelos blandos. Desde el punto de vista de los suelos interesa conocer que hay suelos duros (de mayor capacidad portante), suelos intermedios y suelos blandos (de menor capacidad portante). En los suelos blandos la cimentación será de mayor área y la estructura sentirá mayores aceleraciones sísmicas. Existen colegios nuevos que tienen serios daños. Porque tienen el problema de columna corta. Estamos obligados a hacer estructuras con mayor rigidez lateral. Esto se logra con columnas más grandes, con muros de concreto o con muros de ladrillo. comienza una nueva transformación en el diseño estructural: mayor preocupación por deformaciones y cada vez mayor longitud de muros o placas.



Grafico N°2 Falla por columnas cortas

Fuente: Estructuración Y Diseño De Edificaciones De Concreto Armado – Blasco  
Blasco



Grafico N°3 Falla por columnas cortas y falla también porque no se ha puesto la  
cuantía necesaria de acero.

Fuente: Estructuración Y Diseño De Edificaciones De Concreto Armado – Blasco  
Blasco

- Asimismo, Urrutia Vargas Segundo <sup>12</sup> de Huaraz realiza un estudio analítico para contrarrestar las patologías en estructuras de concreto armado y contribuir en la vida útil de las edificaciones de centros educativos en la ciudad de Huaraz, de los procesos de rehabilitación de una edificación, la evaluación y el diagnóstico constituye el paso quizá más importante puesto que de acuerdo con su definición vendrá la decisión de la intervención. Acertar en el diagnóstico representa el éxito de la inversión y por supuesto en la solución de las patologías causantes del problema. No resulta fácil definir una metodología expresa y única para realizar la evaluación y diagnóstico contrario a lo que se sucede por ejemplo en el caso del diseño estructural de una edificación nueva, donde se sigue un flujo coherente y sistemático con mayor o menor énfasis en algunas etapas dependiendo de las características propias del edificio en particular. Por otro lado, para la evaluación de patologías en estructuras de concreto no resulta fácil señalar una indicación única para la interpretación de un deterioro en particular ya sea por la presencia de una fisura, deterioro, mancha o anomalía. Una misma manifestación de daño en un caso puede interpretarse asociada a una causa que puede variar en circunstancias diferentes dentro de la mecánica estructural.
- De la misma manera C. Sáenz Vilca de Chimbote <sup>13</sup> en su tesis denominada “Evaluación del estado actual y diseño de las estructuras de concreto armado de las plantas pesqueras en el Distrito de Chimbote”. Dicho estudio fue de carácter descriptivo que se aplicó a una muestra de 3 plantas pesqueras, cuyas construcciones se realizaron en distintos años y cuyos constructores fueron diferentes, concluyéndose lo siguiente:

Se clasificó cada estructura según la función que realizaba, como estructuras de almacenamiento para el caso de la posa de pescado y el poso barométrico, estructuras de soporte en el que se considera a las bases de prensa, bases de cocina, bases de secador y bases de tanque de aceite, y finalmente las estructuras de contención en el que se encuentran el muro de contención contra derrames.

Se evaluaron las estructuras mencionadas de forma individual encontrándose en la mayoría, daño en el concreto y corrosión del acero, así como baja resistencia del concreto por tratarse de concretos expuestos a un medio agresivo, además se observó que el concreto sufre adiciones de elementos tales como la soda cáustica que alteran el comportamiento del concreto.

Es importante un correcto diseño y un buen control en la construcción de estas estructuras, puesto que de ello depende un correcto funcionamiento de todos los equipos de la planta procesadora de harina y aceite de pescado y con ello asegure la vida útil de la fábrica.

Se determinó que los agentes que afectan la durabilidad del concreto en las plantas pesqueras se deben principalmente a las que causan corrosión en la armadura de las estructuras, y estos agentes son: la humedad, cloruros y sales del medio, las cuales atacan su estructura cuando su ingreso se ve favorecidos por las manifestaciones de enfermedades como las fisuras, las grietas, permeabilidad del concreto, la porosidad, poco recubrimiento y la elevada relación agua/cemento.

Mediante la evaluación se determinó la situación actual de las estructuras tales como bases para prensas, bases para secadores, bases para cocinas, bases para tanques de aceite, pozo barométrico, poso de pescado y muro de contención para tanques y nos permitió dar a conocer las condiciones reales en las que se encontraban las estructuras de concreto armado en las 3 plantas procesadoras de harina y aceite de pescado en donde se realizó la investigación, observándose que los daños que presentaban no afectaban al funcionamiento de las estructuras evaluadas ni de los equipos a pesar de la antigüedad y de la exposición al medio marino, es decir no se observó daño estructural, solo daños superficiales y en los acabados, sin embargo se encontró corrosión en los elementos metálicos complementarios a las estructuras y en algunos casos en el refuerzo interior de la estructura de concreto armado lo cual podría traer problemas a futuro si no se toman medidas para reducir o evitar este daño.

### 2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

└ Arellano Gómez Edgardo <sup>14</sup> refiere que van cambiando las costumbres de análisis y diseño, interesando cada vez más, no solo el cálculo de esfuerzos (momentos, cortantes y axiales) sino el nivel de las deformaciones laterales. Por otro lado ya no solamente interesa obtener una determinada resistencia por flexión o cortante sino que se va introduciendo el concepto de ductilidad. El ing. Edgardo Arellano Gómez, Luego de varias inspecciones realizadas durante los últimos seis años, ha comprobado que en Piura existen 339 colegios con deficiente infraestructura educativa. La estadística fue posible gracias a las denuncias que realizaron cientos de padres de familia, y que después fueron constatadas por la Defensoría del Pueblo. “Hay más de 200 instituciones educativas que no serán atendidas. Además hay colegios que tienen entre 50 y 70 años de antigüedad, cuyas estructuras están deterioradas, y solo se les hará trabajos preventivos”. Como resultado se han identificado tres colegios en alto riesgo. Estos son el Miguel Cortés, Víctor Rosales y el colegio Virgen del Carmen. Estos establecimientos cuentan actualmente con aulas prefabricadas. “Sé que hay proyectos para su reconstrucción, pero por los menos este año los alumnos tendrán que estudiar en aulas prefabricadas”, comentó. Añadió que hay colegios que no recibirán dinero para mantenimiento debido a que sus directores no rindieron cuentas del presupuesto asignado el año pasado.



GRAFICO N°4 Vista interior del Colegio Víctor Rosales Ortega- Piura

Fuente : Análisis de las deficiencias en la infraestructura educativa – Arellano

Gomez

- También C. Peña Palomino<sup>15</sup> en su tesis de nivel descriptivo correlacional titulada “Determinación de los tipos de patologías y evaluación del grado de las mismas en las Instituciones Educativas del Distrito de Catacaos – Provincia de Piura, año 2010”, que se aplicó a una muestra de 10 Instituciones Educativas, llega a las siguientes conclusiones:

Para el Distrito de Catacaos el mayor nivel de incidencia es la presencia de salitre en el nivel de moderado; en las instituciones educativas: I.E Mariano Díaz, I.E. Virgen Del Carmen, I.E. Juan de Mori, I.E Genaro Martínez Silva, I.E. N°14041 - Narihuala, I.E N° 14031 - Simbila, producto de tipo de suelo donde se encuentran las edificaciones.

En columnas se presenta menor porcentaje de fisuras, entre ellas tenemos las instituciones educativas: I.E. Juan Jacobo Cruz Villegas, I.E. N°14042 Mariano Díaz, I.E N° 14031 -Simbila, I.E N° 14037 Artemio Requena Castro. En mínimo porcentaje las fisuras en vigas, a excepción de las I.E. José Cayetano Heredia, I.E. Juan de Mori, I.E N° 15143 – Pedregal Chico.

La incidencia de las patologías depende de las condiciones constructivas, calidad de los materiales, y al entorno en el que se encuentra la infraestructura educativa

## 2.2. Bases Teóricas

Morales Morales Roberto<sup>16</sup> define **columnas** como elementos verticales que transmiten cargas de compresión, generalmente acompañadas de un momento. Las cargas son transmitidas por la placa de entrepiso a las vigas, de estas a las columnas, y por último a la cimentación y suelo fundación.

Las columnas reforzadas con estribos o espirales, confinan el núcleo aumentando la resistencia entre menor espaciamiento halla en los estribos.

En la siguiente gráfica se presentan diagramas de deflexión en columnas. Los máximos se presentan cuando empieza a agrietarse el recubrimiento por fuera de los flejes, después la capacidad resistente del núcleo se reduce. La columna no falla súbitamente porque los esfuerzos triaxiales en el núcleo son mejorados, resultantes del confinamiento. Después la columna alcanza una segunda carga máxima cuando las espirales fluyen y la columna falla. Esta falla es dúctil y avisa, permitiendo redistribuir las cargas sobre otros elementos.

Irregularidad vertical en una edificación, pueden ser los cambios bruscos de masa, de dimensiones, de rigidez, a lo largo de su altura; recordando que siempre deben preferirse estructuras simples, simétricas, no muy esbeltas, y que a simple vista no parezcan inestables.

Se recomienda concentrar los elementos más pesados de la edificación, cerca del suelo; ya que las aceleraciones de respuesta de una estructura ante un sismo, van incrementándose con la altura de la misma.

Las irregularidades verticales aumentan la susceptibilidad al volcamiento e incrementan y redistribuyen los esfuerzos sobre los distintos elementos estructurales.

Una columna se considera débil cuando tiene configuración de “columna corta” (columna parcialmente arriostrada por algún elemento rígido), o cuando su resistencia es inferior a la resistencia de las vigas que se apoyan en ella.

En un diseño sismo resistente adecuado, se debe garantizar que las columnas sean más fuertes que las vigas, y no el caso contrario. De esta manera, se prefiere que de ocurrir una falla, esta se genere en las vigas y no en las columnas.

Columnas débiles, conllevan a pisos débiles; falta de paredes o muros en una planta, conlleva a un piso débil; irregularidades en el terreno sin el adecuado diseño para cada columna, conlleva también a columnas débiles.

La falla principal de las columnas y pisos débiles, es que se excede la resistencia por cortante, antes que por flexión. En casos de sismos o sobrecargas, se originan severos daños en la edificación, generalmente la inutilización y/o colapso de la misma.

Columnas con grandes esfuerzos de cortante y de tensión.

Las edificaciones deben contar con una capacidad de deformación suficiente para soportar las fuerzas sísmicas, sin que esto afecte su resistencia.

Cuando la edificación presenta una respuesta sísmica dúctil, es capaz de soportar elevadas deformaciones.

El acero proporciona ductilidad a la estructura. Se debe colocar el acero transversal (estribos) necesario y estrechamente separado, ya que los estribos sirven para mantener confinado al concreto, y cuando éstos son insuficientes el concreto se desconcha, se astilla, y el acero longitudinal se pandea, ocasionando la inestabilidad de la estructura.

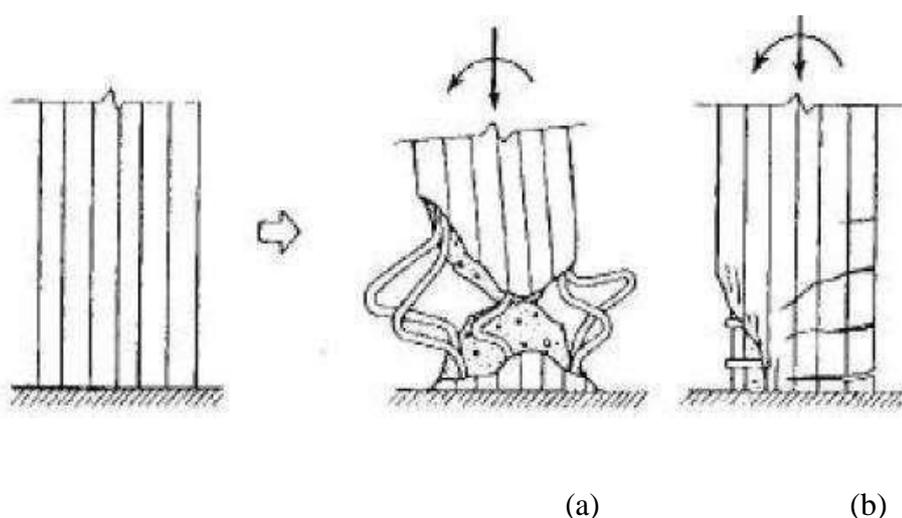


Grafico N° 05: Diferencia en el comportamiento ante la acción de fuerzas.  
Fuente: Diseño en Concreto Armado - Morales Morales.

Diferencia en el comportamiento ante la acción de fuerzas.

Columna sin estribos (a) y columna con estribos (b)

Este tipo de fallas ocurren por la gran concentración de esfuerzos originados por las distintas cargas y fuerzas que induce el sismo.

Las fuerzas cortantes impuestas por los sismos, originan fallas por tensión diagonal. La manifestación típica es la formación de grietas inclinadas, en ángulos de aproximadamente  $45^\circ$ .

Cuando no hay suficiente acero transversal, o éste se encuentra muy separado, el concreto no tiene el confinamiento necesario y hay muy poca resistencia a la tensión diagonal.

El colapso de los edificios se debe generalmente a la poca resistencia que tienen las columnas para resistir cargas laterales.

Las columnas deben tener un área transversal suficiente que les permitan resistir las fuerzas cortantes inducidas por los sismos.

Según

Morales Morales Roberto considera:

### **Espaciamiento y requisitos de construcción para refuerzo transversal en columnas.**

Estribos

Los estribos se utilizan en las columnas por las siguientes razones.

1. Restringen las barras longitudinales al pandeo.
2. Sostienen el refuerzo longitudinal durante la construcción permitiendo la armada del castillo.
3. Confinan el núcleo de concreto, aumentando la ductilidad.
4. Sirven como refuerzo para cortante.
5. Para estructuras con capacidad especial de disipación de energía DES, el refuerzo transversal de confinamiento debe separarse a lo largo del eje del elemento, una separación. Menor a:
  - 5.1.  $1/4$  de la dimensión mínima de la sección del elemento.
  - 5.2. 100 mm.
  - 5.3. El primer estribo debe colocarse a 50 mm de la cara del nudo.

La separación del refuerzo transversal a lo largo del eje longitudinal del elemento no debe exceder la menor de (a), (b), y (c):

- (a) La cuarta parte de la dimensión mínima del elemento.
- (b) Seis veces el diámetro de la barra de refuerzo longitudinal menor, y
- (c)  $s_o$ , según lo definido en la ecuación (C.21-5).

El valor de  $s_o$  no debe ser mayor a 150 mm y no es necesario tomarlo menor a 100 mm.

Se pueden usar ganchos suplementarios del mismo diámetro de barra o con un diámetro menor y con el mismo espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento. Cada extremo del gancho suplementario debe enlazar una barra perimetral del refuerzo longitudinal. Los extremos de los ganchos suplementarios consecutivos deben alternarse a lo largo del refuerzo longitudinal. El espaciamiento de los ganchos suplementarios o ramas con estribos de confinamiento rectilíneos,  $h_x$ , dentro de una sección del elemento no debe exceder de 350 mm centro a centro.

El refuerzo transversal, debe colocarse dentro de una longitud  $L_o$ , medida a partir de la cara del nudo en ambos extremos de la columna y en cualquier lugar donde se presente plastificación por flexión,  $L_o$  no puede ser menor a:

El refuerzo transversal en las cantidades que se especifican en hasta debe suministrarse en una longitud  $L_o$  medida desde cada cara del nudo y a ambos lados de cualquier sección donde pueda ocurrir fluencia por flexión como resultado de desplazamientos laterales inelásticos del pórtico. La longitud  $L_o$  no debe ser menor que la mayor de (a), (b) y (c):

- (a) La altura del elemento en la cara del nudo o en la sección donde puede ocurrir fluencia por flexión.
- (b) Un sexto de la luz libre del elemento, y
- (c) 450 mm.

El área total de los estribos rectangulares de confinamiento, deben ser como mínima de  $f_3/8''$  o 10 mm y no puede ser menor a al área que se obtiene con las siguientes ecuaciones para las dos direcciones de las secciones de la columna.

S: Espaciamiento del refuerzo transversal.

$h_c$ : Dimensión de la sección del núcleo de una columna, medida centro a centro del refuerzo transversal de confinamiento.

$f_{yh}$ : Resistencia nominal a la fluencia del refuerzo transversal.

$S$ : Arrea total del refuerzo transversal, incluyendo estribos suplementarios, que existe en una distancia  $S$  y perpendicular a  $h_c$ , en

$A_{CH}$ : Área de la sección del elemento medida hasta la parte exterior del refuerzo transversal.

El descascaramiento del concreto de recubrimiento, que es posible que ocurra cerca de los extremos de la columna en los pórticos de configuración normal hace vulnerables los empalmes por traslape de esas ubicaciones. Cuando se hace necesario emplear empalmes por traslape, estos deben estar ubicados cerca de la mitad de la altura, donde las inversiones de esfuerzos probablemente estén limitadas a un rango menor de esfuerzos que en los lugares cercanos a los nudos. Se requiere de refuerzo transversal especial a lo largo de los empalmes por traslape debido a la incertidumbre respecto a la distribución de momentos a lo largo de la altura y la necesidad de confinar los empalmes por traslape sometidos a inversiones de esfuerzos.

Más allá de la longitud  $L_o$ , especificada en C.21.6.4.1, el resto de la columna debe contener refuerzo en forma de espiral o de estribo cerrado de confinamiento, que cumpla con, con un espaciamiento,  $s$ , medido centro a centro que no exceda al menor de seis veces el diámetro de las barras longitudinales de la columna o 150 mm., a menos que requieran mayores cantidades de refuerzo transversal.

A continuación se transcriben algunas consideraciones adicionales del C.21.4 del NSR-98.

El refuerzo transversal de confinamiento puede consistir en estribos sencillos o múltiples. Pueden utilizarse estribos suplementarios del mismo diámetro de barra y con el mismo espaciamiento. Cada extremo del estribo suplementario debe abrazar una barra longitudinal de la periferia de la sección. Los estribos suplementarios deben alternar sus extremos a lo largo del eje longitudinal de la columna.

Los estribos suplementarios, o las ramas de estribos múltiples, no deben estar separadas a más de 350mm centro a centro, en la dirección perpendicular al eje longitudinal del elemento estructural. Si el núcleo del elemento tiene suficiente

resistencia para las diferentes combinaciones de carga, incluyendo efectos sísmicos, no hay necesidad de cumplir lo exigido por las ecuaciones

(c) Alternativamente a lo indicado en (a) y (b), pueden colocarse estribos de confinamiento de diámetro N° 4 (1/2") ó 12M (12 mm), con  $f_{yh}$  de 420 MPa, con una separación  $s$  de 100 mm. Si la distancia horizontal entre dos ramas paralelas de estribo es mayor que la mitad de la menor dimensión de la sección de la columna ó 200 mm, deben utilizarse cuantos estribos suplementarios de diámetro N° 4 (1/2") ó 12M (12 m), con  $f_{yh}$  de 420 MPa, sean necesarios para que esta separación entre ramas paralelas no exceda la mitad de la dimensión menor de la sección de la columna ó 200 mm. Este procedimiento alterno solo puede emplearse en columnas cuyo concreto tenga un  $f'_c$  menor o igual a 35 MPa.

#### Refuerzo en Espiral

El refuerzo en espiral debe resistir la máxima carga del núcleo y el refuerzo longitudinal igual a la máxima carga de toda la sección sin agrietarse. Para un paso, la cuantía de refuerzo  $S_r$  es:

“Ningún material es durable o no durable por sí mismo, es su interacción con el medio ambiente que lo rodea durante su vida de servicio la que determina su durabilidad” - LARRY MASTERS

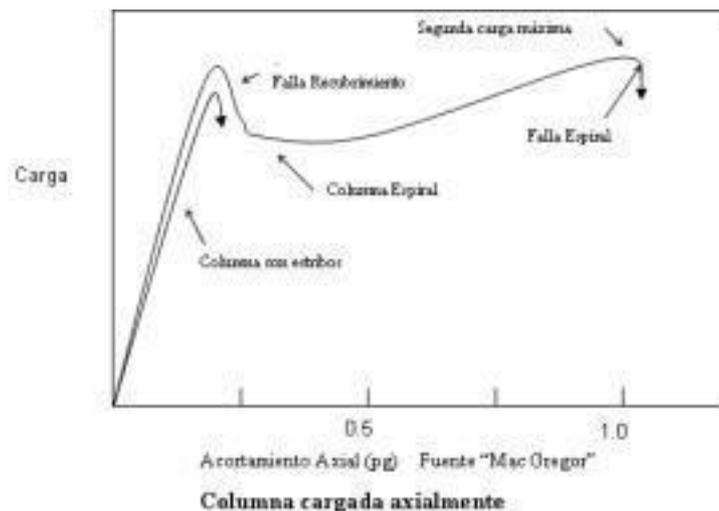


Grafico N° 06: Columna cargada axialmente.  
Fuente: Diseño en Concreto Armado - Morales Morales

## **Inspección**

Otiniano, R<sup>17</sup> 2006, define: inspección al conjunto de acciones de gabinete y campo, desde recopilación de información (historia, expedientes técnicos del proyecto, planos post construcción, inspecciones previas, etc.), hasta la toma de datos en campo, a fin de conocer el estado en un instante dado. La inspección tiene dos objetivos, asegurar el tráfico sin riesgo sobre la estructura, y detectar las deficiencias existentes, recomendando las acciones para corregirlas. Una es inspección de seguridad y la otra para mantenimiento. Los tipos de inspección son:

- a) Inspección inicial (de inventario)
- b) Inspección rutinaria (periódica)
- c) Inspección de daños
- d) Inspección especial

Asimismo, refiere que el rol del Ingeniero Inspector es el de proveer información amplia y detallada sobre el estado del puente, como resultado de la inspección, documentando sus condiciones y deficiencias, alertando sobre los riesgos que sus hallazgos tengan en la seguridad del usuario y la integridad de las estructuras, debiendo estar constantemente alerta para que los pequeños problemas no se conviertan en costosas reparaciones.

## **Frecuencia**

Con respecto a la Inspección, el Ing. Ricardo Otiniano Moquillaza, (2006, P8), recomienda que los puentes en servicio deben ser evaluados, por lo menos, una vez al año, por parte de personal adiestrado específicamente para la identificación y evaluación de daños.

## **Requisitos y Obligaciones del Personal de Inspección**

Otiniano, R refiere lo siguiente:

Ingeniero Inspector: Ingeniero civil, colegiado y habilitado para el ejercicio de la profesión, con 5 años de experiencia en vialidad y 3 años como mínimo en diseño,

evaluación y/o inspección de puentes, tener conocimiento de los materiales y el comportamiento estructural de sus elementos. Obligaciones del Ingeniero Inspector:

- a) Organizar la Inspección.
- b) Ejecutar la Inspección.
- c) Preparar el informe pertinente con las recomendaciones debidamente sustentadas y/o justificadas.

### **Seguridad del Personal durante la Inspección**

Para efectos de seguridad, Otiniano Moquillaza Ricardo, (2006, P9), generalmente las estructuras de las columnas están a la vista, pero en muchos casos será imposible la observación detallada sin los medios auxiliares de acceso a los distintos puntos de la misma.

Así mismo de la investigación de Gallardo Zevallos German se extrae: **Sintomatología en las estructuras de concreto armado**, las estructuras de concreto armado pueden presentar numerosos tipos de problemas, que muchas veces rebasan los simples límites de los fallos resistentes. Así fenómenos como la corrosión o la desagregación química pueden ser incluso más peligrosos y difíciles de reparar que un fallo en la armadura, que normalmente es el que nos parece más grave. Las causas que pueden provocar lesiones en una estructura de concreto armado pueden ser muchas y muy variadas y pueden estar relacionadas con el propio proyecto, con los materiales, con la ejecución y con el uso o explotación de la estructura. Desarrollaremos a continuación las más comunes.

#### **Fisuración:**

Rotura en la masa de concreto que se manifiesta exteriormente con un desarrollo lineal. Suponen una rotura aparente en un elemento constructivo y son una importante fuente de información de los fallos del edificio. Siempre se producen por esfuerzos de tracción o de cortante, que llegan a superar la tensión admisible del material, produciendo la rotura del mismo. Si se manifiestan sólo en la superficie se denominan fisuras, mientras que si se producen en todo el espesor y pasan de una cara a otra, se llaman grietas.

## Clasificación:

Gallardo Zevallos clasifica de la siguiente manera fisuras según su espesor y sus probables causas.

Item	Clasificación	Descripción
1	Microfisuras: $e < 0,05$ mm	En general carecen de importancia
2	Fisuras: $0,1 < e < 0,2$ mm	En general son poco peligrosas, salvo en ambientes agresivos, en los que pueden favorecer la corrosión
3	Macrofisuras $0,2 < e > 0,4$ mm	Estas son las fisuraciones que pueden, tener repercusiones estructurales de importancia
4	Grietas: $0.4 < \text{ancho} < 1.0$ mm	Existe reducción en la capacidad sismorresistente. Debe desocuparse el edificio, proceder a una rehabilitación temporal
5	Fractura: $1.0 < \text{ancho} < 5.0$ mm	Existe una reducción importante en la capacidad sismo resistente. Deberá procederse a una evaluación definitiva urgente, para determinar si se procede a la demolición
6	Dislocación: ancho $> 5.0$ mm	

Tabla 1: Clasificación de los fallas.

Fuente: Sintomatología en las estructuras de concreto armado- Gallardo Zevallos

Calificación	Descripción de la Condición
0	<b>Muy bueno</b> : No se observa problemas
1	<b>Bueno</b> : Hay problemas menores. Algunos elementos muestran deterioro sin importancia.
2	<b>Regular</b> : Los elementos primarios están en buen estado, pero algunos secundarios muestran deterioro, algo de pérdida de sección, grietas, descascaramiento o socavación pérdida de sección avanzada.
3	<b>Malo</b> : La pérdida de sección, deterioro o socavación afectan seriamente a los elementos estructurales primarios. Hay posibilidad de fracturas locales, pueden presentarse rajaduras en el concreto o fatigas en el acero.
4	<b>Muy Malo</b> : Avanzado deterioro de los elementos estructurales primarios. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grietas de fatiga en acero o grietas de corte en el concreto</li> <li>- La socavación compromete el apoyo que debe dar la infraestructura.</li> <li>- Conviene cerrar el puente a menos que este monitoreado .</li> </ul>
5	<b>Pésimo</b> : Gran deterioro o pérdida de sección presente en elementos estructurales críticos. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desplazamientos horizontales o verticales afectan la estabilidad de la estructura</li> <li>- El puente se cierra al tráfico pero con acciones correctivas se puede restablecer el tránsito de unidades ligeras.</li> </ul>

Tabla 2: Clasificación de condición de fallas

Fuente: Sintomatología en las estructuras de concreto armado- Gallardo Zevallos

## **Defectos en la construcción**

El Centro de Investigación en Gestión Integral De Riesgos-CIGIR<sup>19</sup> considera los siguientes conceptos para definir los defectos en la construcción. Generalmente, 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. Muchas veces el desconocimiento, la negligencia, la falta de supervisión y control, la escasez de mano de obra especializada o la rapidez exigida para el cumplimiento de los trabajos, impiden la correcta ejecución de las obras, afectando negativamente el resultado final y originando consecuencias que pueden llegar a ser inaceptables. Todos los individuos involucrados en el proceso constructivo (operadores, maestro de obras, inspectores...) pueden con sus actos o decisiones, afectar el grado de calidad de una construcción. Este problema ocurre principalmente cuando las comunidades llevan a cabo algún proyecto, sin la asesoría e intervención de profesionales calificados.

Comúnmente los daños generados por defectos en la construcción, se originan por:

- Errores en el replanteo

- Modificaciones del proyecto

  - Incumplimiento de las normativas

  - Falta de definición del proyecto

  - Modificaciones en los materiales

Algunos de los incontables errores que pueden cometerse en la fase de construcción de una estructura, se presentan en las siguientes tablas:

Errores en la fase de encofrado y colocación de armaduras	
Defecto	Daño
<p>Recubrimiento excesivo o insuficiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Exceso de recubrimiento en vigas o columnas.</li> <li>Recubrimiento insuficiente</li> </ul>	<p>Conlleva a la corrosión del acero.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El concreto sufrirá mayores retracciones, que en ocasiones pueden llegar a romperlo, dejando expuesto al acero.</li> <li>El acero se encontrará expuesto a las acciones agresivas del medio ambiente.</li> </ul>
<p>Insuficiente longitud de anclaje o falta de ganchos en vigas de extremos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La barra de acero se desliza en el concreto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pueden aparecer pequeñas fisuras verticales en la parte superior de la viga, cerca del encuentro con la columna. existe riesgo de inestabilidad al no colaborar el acero y el concreto.</li> </ul>
<p>Separación inadecuada del acero transversal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cuando los estribos están muy separados entre sí</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Puede originarse el pandeo del acero longitudinal.</li> <li>Se disminuye la resistencia a las fuerzas cortantes y a la torsión. <ul style="list-style-type: none"> <li>El concreto sufre mayores deformaciones y aparecen fisuras verticales en el centro de las caras.</li> </ul> </li> </ul>
<p>Separación inadecuada del acero longitudinal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cuando las barras de acero no están suficientemente separadas entre sí</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La armadura muy junta no permite el paso fluido del concreto a través de la misma, lo que ocasiona una mala distribución de los elementos del concreto y por lo tanto, una distribución inadecuada de la resistencia.</li> </ul>
<p>Falta de acero de retracción</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cuando no se colocan mallas de acero en losas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se producen grietas producto de cambios de temperatura y retracción del concreto</li> </ul>

Tabla 3: Errores en la fase de encofrado y colocación de armaduras  
Fuente: Centro de Investigación en Gestión Integral De Riesgos-CIGIR

Errores en la fase de replanteo de la obra	
Defecto	Daño
<p>Colocación de las columnas en posición incorrecta:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando se coloca el acero de la columna en la cara opuesta a la estimada en el proyecto.</li> <li>• Cuando las columnas se colocan giradas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conlleva a modificaciones de las inercias.</li> <li>• Las columnas tendrán resistencias inferiores a la prevista.</li> </ul>
<p>Falta de alineación vertical:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando el centro de una columna queda desviado con respecto al centro de su columna superior</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genera excentricidades que pueden causar graves problemas en el comportamiento sísmico de la estructura.</li> </ul>

Tabla 4: Errores en la fase de replanteo de obra  
Fuente: Centro de Investigación en Gestión Integral De Riesgos-CIGIR

Errores en la construcción de estructuras de Acero	
Defecto	Daño
<p>Inadecuada protección del acero</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de recubrimiento o material protector del acero (pinturas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expone a los elementos de acero a los efectos del agua, aire, intemperie en general; ocasionando su corrosión, que conlleva a la disminución de su resistencia.</li> </ul>
<p>Defectos en las uniones</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soldaduras defectuosas (grietas, mordeduras, discontinuidad, burbujas, impurezas...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede ocasionar grandes problemas en las estructuras, ya que las uniones representan un elemento fundamental. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desplazamientos indeseados, disminución de la capacidad de resistencia, colapso total o parcial de la estructura.</li> </ul> </li> </ul>

Tabla 5: Errores en la construcción de estructuras de acero  
Fuente: Centro de Investigación en Gestión Integral De Riesgos-CIGIR

Errores en la construcción de elementos no estructurales	
Defecto	Daño
<p>Anclaje inapropiado</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paredes, puertas y ventanas no anclados adecuadamente a la estructura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desprendimiento de los elementos mal anclados.</li> </ul>
<p>Incorrecta ejecución de los techos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocación de pendientes y solapes inadecuados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pueden ocasionar filtraciones de agua, conllevando a daños importantes.</li> </ul>
<p>Ubicación inapropiada de instalaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A veces se comete el error de perforar vigas o columnas para colocar instalaciones u otros elementos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afecta la resistencia del concreto y de las armaduras de acero.</li> <li>• Causa deformaciones y redistribuciones de esfuerzos.</li> </ul>

Tabla 6: Errores en la construcción de elementos no estructurales.  
Fuente: Centro de Investigación en Gestión Integral De Riesgos-CIGIR

### III. Metodología

#### 3.1. Diseño de la investigación del proyecto

Se efectuó siguiendo el método del muestreo en la que se determina la calidad y condición de la patología que alteran el comportamiento adecuado en la vida útil en las columnas de concreto armado , para muestrear la Institución educativa se seleccionó el método de muestreo aleatorio simple o al azar de tal manera que los resultados serán satisfactorios

La evaluación realizada fue de tipo visual y personalizada. El procesamiento de la información se hizo de manera manual, no se utilizó software. La metodología utilizada, para el desarrollo del proyecto fue:

Recopilación de antecedentes preliminares: En esta etapa se realizó la búsqueda el ordenamiento, análisis y validación de los datos existentes y de toda la información necesaria que ayudo a cumplir con los objetivos de este proyecto.

Para la determinación de las muestras se tomó las fotos respectivas en las columnas, este diseño se gráfica de la siguiente manera:



M = Muestra

O = Observación

A = Análisis

E = Evaluación

R = Resultados

### 3.2. Población y Muestra

#### Universo o Población

Para la presente Investigación el Universo está dado por la Institución Educativa “La Unión” del distrito de La Unión - Provincia Piura – Departamento Piura

#### Muestra

Se seleccionaron los pabellones I y II de la Institución Educativa “La Unión” del distrito de La Unión.

### 3.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores

#### Variables Independientes

La determinación y evaluación del tipo de patológicas que afectan las columnas de los pabellones I y II de la Institución Educativa La Unión, Distrito de La Unión-Piura.

#### Variables Dependientes

Grado de daño en las columnas de concreto armado de los pabellones I y II en la Institución La Unión, Distrito de La Unión- Piura.

CUADRO DE OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES.

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores
La determinación y evaluación del tipo de patológicas que afectan las columnas de los pabellones I y II de la Institución Educativa La Unión, Distrito de La Unión-Piura	Es el Establecimiento del grado de daño de las columnas de los pabellones I y II de la institución Educativa La Union, distrito de La Union-Piura, debido a las patologías que afectan a las mismas.	Tipos Incidencias Patologías que se Presentan en la institución educativa La Unión.  Fisuras y grietas. Deterioro en el concreto. Eflorescencia Manchas Oxidación Corrosión	Variabilidad en el grado de afectación.	Tipos de patologías, calificación de severidad.

Cuadro N°1 CUADRO DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Fuente: Propia

### **3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos del proyecto**

#### **Técnica:**

Se utilizó la inspección visual y toma de datos; complemento de los informes de inspección; concerniente a formularios de inventario básico de colegios, cuadros de evaluación/condición del colegio; como instrumento de recolección de datos en la muestra según el muestreo establecido.

#### **Instrumentos:**

La evaluación de la condición incluyó los siguientes aspectos:

Observación directa.

Microsoft office Word 2010, Excel 2010.

Comparador de grietas para establecer las profundidades de los agrietamientos  
De las columnas de concreto armado de la Institución Educativa La Unión.

Wincha para establecer longitudes y profundidades de fisuras o grietas.

Cámara Digital, para las evidencias patológicas de las estructuras y posterior  
formulación del inventario

Norma E020- Cargas

### **3.5. Plan de Análisis**

Identificar el lugar de estudio

Ubicar las patologías existentes

Observa las lesiones encontradas

Clasificar las lesiones encontradas según su tipo

Cuadros estadísticos de las patologías existentes

### 3.6. Matriz de Consistencia

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	MARCO TEORICO	METODOLOGIA
"EVALUACION Y DETERMINACION DE PATOLOGIA: EN LAS COLUMNAS DE CONCRETO ARMADO DE LOS PABELLONES I Y II DE LA INSTITUCION EDUCATIVA "LA UNION"- DISTRITO LAUNION- PROVINCIA PIURA- DEPARTAMENTO PIURA."	¿Cuáles son las tipologías patológicas que alteran el comportamiento adecuado en las columnas de concreto armado de los pabellones I-II en la institución educativa La Unión, Distrito de La Unión-Piura?	<p><b>4.2.1.Objetivo General:</b> Determinar, evaluar y definir un estudio sistemático y ordenado de los daños y fallas que se presentan en las columnas de concreto armado de la institución educativa La Unión.</p> <p><b>4.2.2. Objetivos específicos</b> Evaluar la clasificación patológica que altera el comportamiento adecuado en la vida útil de las columnas de concreto armado de la institución educativa La Unión, para poder determinar el grado de daño que afecta a cada columnas.</p>	<p><b>5.3.1.- Hipótesis General</b> Mediante la evaluación y determinación de las patologías podremos identificar el grado de daño de las estructuras para así, dar un correcto diagnostico que nos muestre la situación actual de estas, y tener claro el nivel de severidad que afectan a estos elementos estructurales</p> <p><b>5.3.2.- Hipótesis específicas</b> • La evaluación y determinación de las patologías existentes determinaran el grado de daño de y el estado actual de las columnas del centro educativo.</p>	La determinación y evaluación del tipo de patológicas que afectan las columnas de los pabellones I y II de la Institución Educativa La Unión, Distrito de La Unión-Piura.	Tipos de patologías, calificación de severidad.	Elementos verticales que transmiten cargas de comprensión, generalmente acompañadas de un momento. Las cargas son transmitidas por la placa de entripiso a las vigas, de estas a las columnas, y por último a la cimentación y suelo fundación. Las columnas reforzadas con estribos o espirales, confinan el núcleo aumentando la resistencia entre menor espaciamiento halla en los estribos.	La investigación a realizarse será del tipo descriptivo, se da cuando los datos son obtenidos directamente de la realidad o del fenómeno, permitiendo detallar el fenómeno estudiado básicamente a través de la medición de una o más de sus atributos, sin que estos sean modificados o alterados. Es cuantitativa, aquella en que se cuantifican o miden numéricamente las variables estudiadas. Usa la correlación de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico. Es no experimental, porque la variable de estudios no son manipuladas, pertenecen a la categoría transaccional transversal, ya que se recolectaran los datos en un solo momento y tiempo único, teniendo como propósito describir variables y analizar su incidencia en interrelación en un momento dado

Cuadro N° 02: Matriz de Consistencia

Fuente: Propia

### **3.7. Principios éticos del proyecto**

Los principios éticos a tomarse en cuenta tanto en la recolección de datos, como el trabajo de campo se realizara con total honestidad , responsabilidad , confidencialidad en cuanto a la información obtenida por el responsable, no obstante se hace mención a la metodología de orden secuencial que hemos seguido para la elaboración de este proyecto de investigación.

## IV. Resultados

### 4.1. Resultados

Patologías existentes en las columnas de concreto armado de los pabellones i y ii en la institución educativa "LA UNION"- Distrito La Unión-Provincia Piura- Departamento Piura.", en el presente proyecto se a hecho un estudio empírico no experimental, realizando un análisis de 10 columnas por pabellón y condicionándolas mediante cuadros estadísticos para poder visualizar el grado de condición de cada estructura. Según Tabla 2: Clasificación de condición de fallas se analizaran los resultados

Calificación	Descripción de la Condición
0	<b>Muy bueno</b> : No se observa problemas
1	<b>Bueno</b> : Hay problemas menores. Algunos elementos muestran deterioro sin importancia.
2	<b>Regular</b> : Los elementos primarios están en buen estado, pero algunos secundarios muestran deterioro, algo de pérdida de sección, grietas, descascaramiento o socavación pérdida de sección avanzada.
3	<b>Malo</b> : La pérdida de sección, deterioro o socavación afectan seriamente a los elementos estructurales primarios. Hay posibilidad de fracturas locales, pueden presentarse rajaduras en el concreto o fatigas en el acero.
4	<b>Muy Malo</b> : Avanzado deterioro de los elementos estructurales primarios. – Grietas de fatiga en acero o grietas de corte en el concreto – La socavación compromete el apoyo que debe dar la infraestructura. – Conviene cerrar el puente a menos que este monitoreado .
5	<b>Pésimo</b> : Gran deterioro o pérdida de sección presente en elementos estructurales críticos. – Desplazamientos horizontales o verticales afectan la estabilidad de la estructura – El puente se cierra al tráfico pero con acciones correctivas se puede restablecer el tránsito de unidades ligeras.

Tabla 2: Clasificación de condición de fallas

Fuente: <http://www.biblioteca.udep.edu.pe>

**PABELLON N°1**

**COLUMNA N° 01**

PATOLOGIA	GRADO DE DAÑO
EFLORECENCIA	3
DESPRENDIMIENTO	5
DEFORMACIONES	4
GRIETAS	5
DETERIORO	4

CONDICION	CALIFICACION
MUY BUENO	0
BUENO	1
REGULAR	2
MALO	3
MUY MALO	4
PESIMO	5

Cuadro N° 03: Cuadro De Clasificación de Patologías

Fuente: Propia

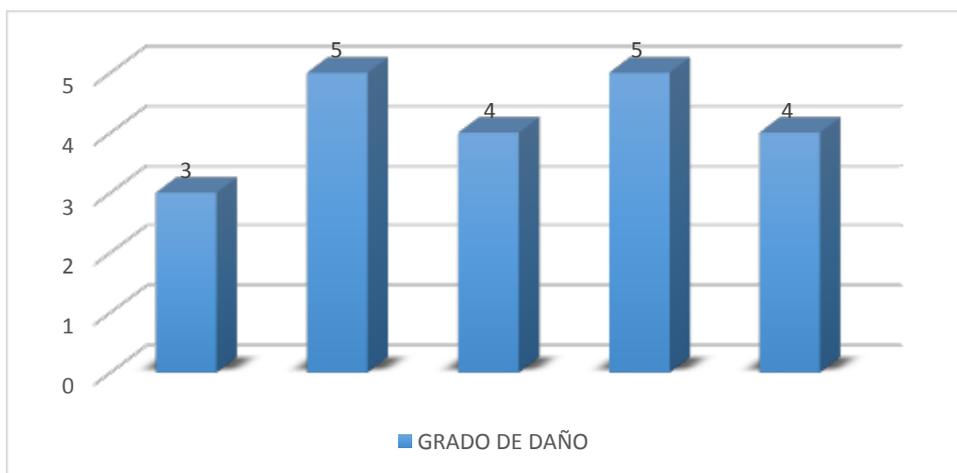


Grafico N° 07: Grado de daño de la columna.

Fuente: Propia

COLUMNA N°02

PATOLOGIA	GRADO DE DAÑO
EFLORECENCIA	3
DESPRENDIMIENTO	5
DEFORMACIONES	4
GRIETAS	5
DETERIORO	4

CONDICION	CALIFICACION
MUY BUENO	0
BUENO	1
REGULAR	2
MALO	3
MUY MALO	4
PESIMO	5

Cuadro N° 04: Cuadro De Clasificación de Patologías

Fuente: Propia

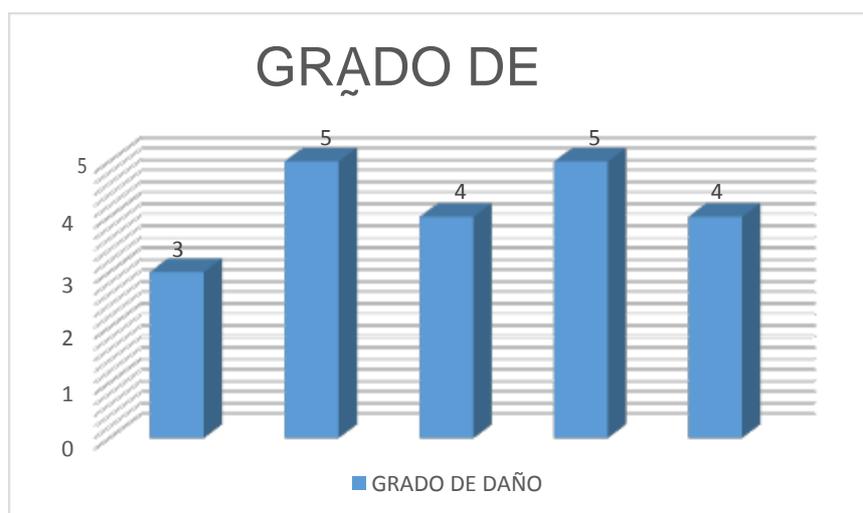


GRAFICO N° 08: Grado de daño de la columna.

Fuente: Propia

COLUMNA N°03

PATOLOGIA	GRADO DE DAÑO
EFLORECENCIA	1
DESPRENDIMIENTO	3
DEFORMACIONES	2
GRIETAS	3
DETERIORO	4

CONDICION	CALIFICACION
MUY BUENO	0
BUENO	1
REGULAR	2
MALO	3
MUY MALO	4
PESIMO	5

Cuadro N° 05: Cuadro De Clasificación de Patologías

Fuente: Propia

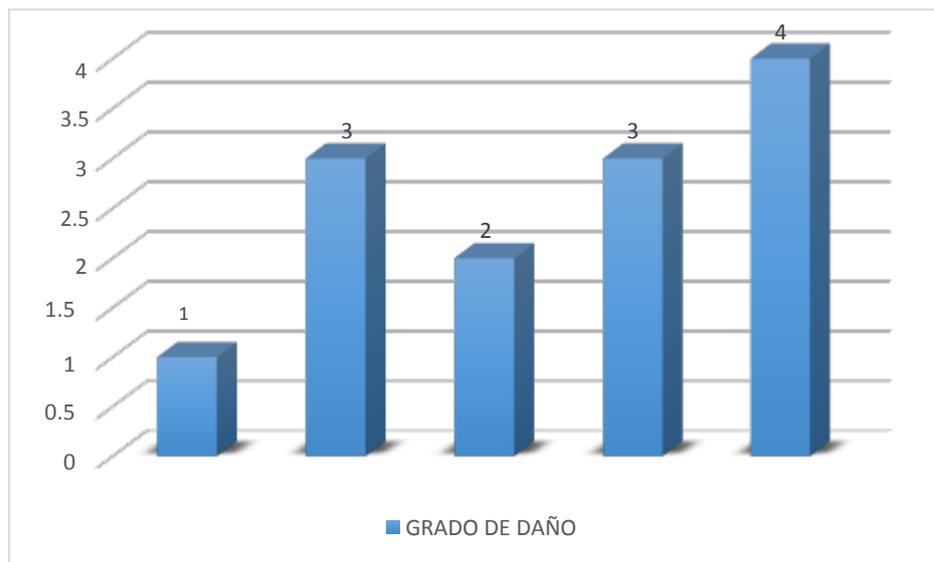


Gráfico N°9: Grado de daño de la columna.

Fuente: Propia

COLUMNA N° 04

PATOLOGIA	GRADO DE DAÑO
EFLORECENCIA	0
DESPRENDIMIENTO	4
DEFORMACIONES	3
GRIETAS	5
DETERIORO	4

CONDICION	CALIFICACION
MUY BUENO	0
BUENO	1
REGULAR	2
MALO	3
MUY MALO	4
PESIMO	5

Cuadro N° 06: Cuadro De Clasificación de Patologías

Fuente: Propia

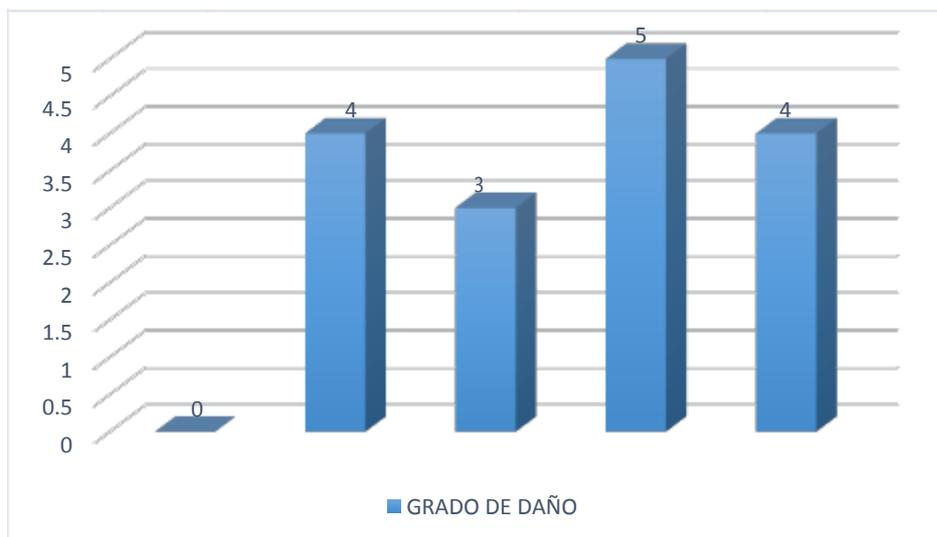


GRAFICO N° 10: Grado de daño de la columna.

Fuente: Propia

COLUMNA N° 05

PATOLOGIA	GRADO DE DAÑO
EFLORECENCIA	1
DESPRENDIMIENTO	3
DEFORMACIONES	2
GRIETAS	3
DETERIORO	4

CONDICION	CALIFICACION
MUY BUENO	0
BUENO	1
REGULAR	2
MALO	3
MUY MALO	4
PESIMO	5

Cuadro N° 07: Cuadro De Clasificación de Patologías

Fuente: Propia

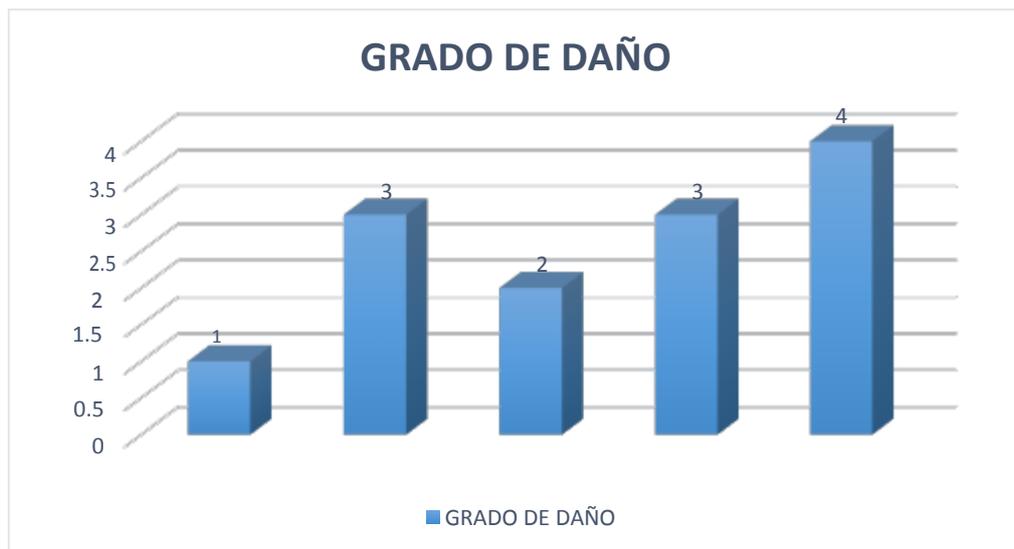


GRAFICO N° 11: Grado de daño de la columna.

Fuente: Propia

COLUMNA N° 06

PATOLOGIA	GRADO DE DAÑO
EFLORECENCIA	0
DESPRENDIMIENTO	2
DEFORMACIONES	3
GRIETAS	5
DETERIORO	4

CONDICION	CALIFICACION
MUY BUENO	0
BUENO	1
REGULAR	2
MALO	3
MUY MALO	4
PESIMO	5

Cuadro N° 08: Cuadro De Clasificación de Patologías

Fuente: Propia

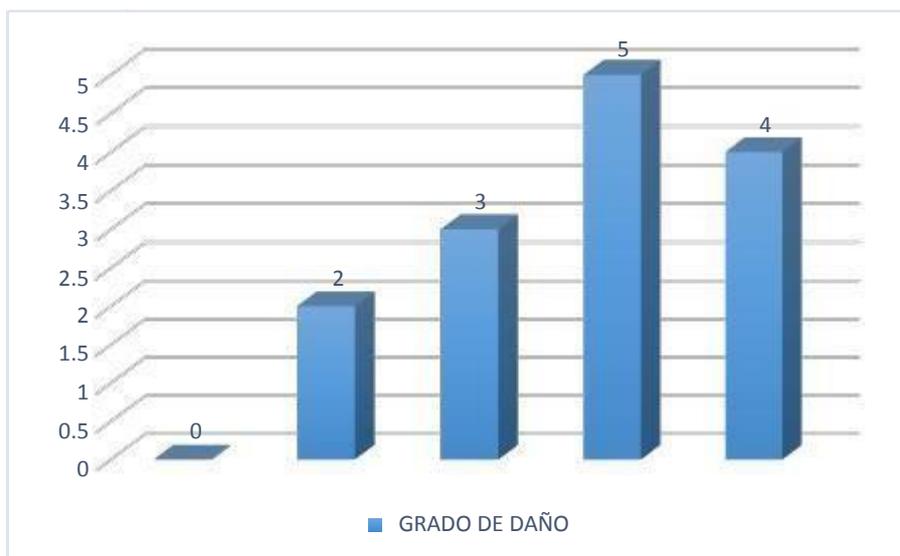


GRAFICO N° 12: Grado de daño de la columna.

Fuente: Propia

COLUMNA N° 07

PATOLOGIA	GRADO DE DAÑO
EFLORECENCIA	1
DESPRENDIMIENTO	3
DEFORMACIONES	2
GRIETAS	3
DETERIORO	4

CONDICION	CALIFICACION
MUY BUENO	0
BUENO	1
REGULAR	2
MALO	3
MUY MALO	4
PESIMO	5

Cuadro N° 09: Cuadro De Clasificación de Patologías

Fuente: Propia



GRAFICO N° 13: Grado de daño de la columna.

Fuente: Propia

COLUMNA N°8

PATOLOGIA	GRADO DE DAÑO
EFLORECENCIA	3
DESPRENDIMIENTO	5
DEFORMACIONES	3
GRIETAS	4
DETERIODO	2

CONDICION	CALIFICACION
MUY BUENO	0
BUENO	1
REGULAR	2
MALO	3
MUY MALO	4
PESIMO	5

Cuadro N° 10: Cuadro De Clasificación de Patologías

Fuente: Propia

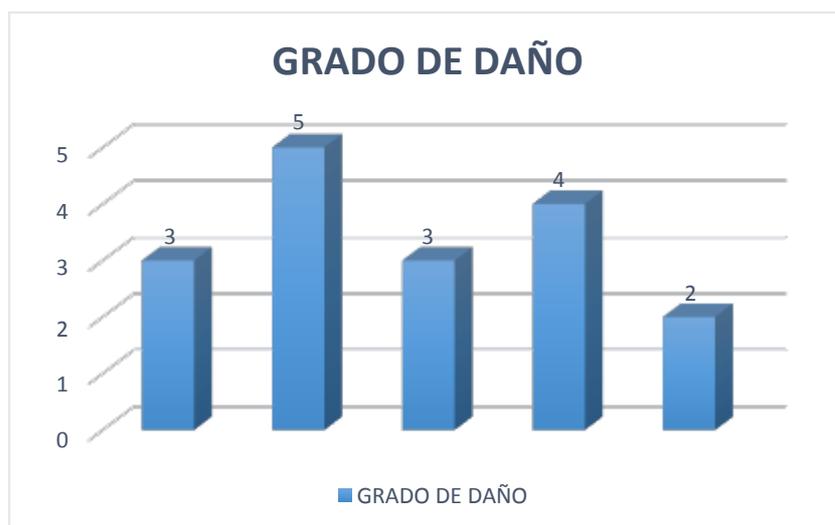


Grafico n°14: Grado de daño de la columna.

Fuente: Propia

COLUMNA N°9

PATOLOGIA	GRADO DE DAÑO
EFLORECENCIA	3
DESPRENDIMIENTO	4
DEFORMACIONES	2
GRIETAS	5
DETERIORO	4

CONDICION	CALIFICACION
MUY BUENO	0
BUENO	1
REGULAR	2
MALO	3
MUY MALO	4
PESIMO	5

Cuadro N° 11: Cuadro De Clasificación de Patologías

Fuente: Propia

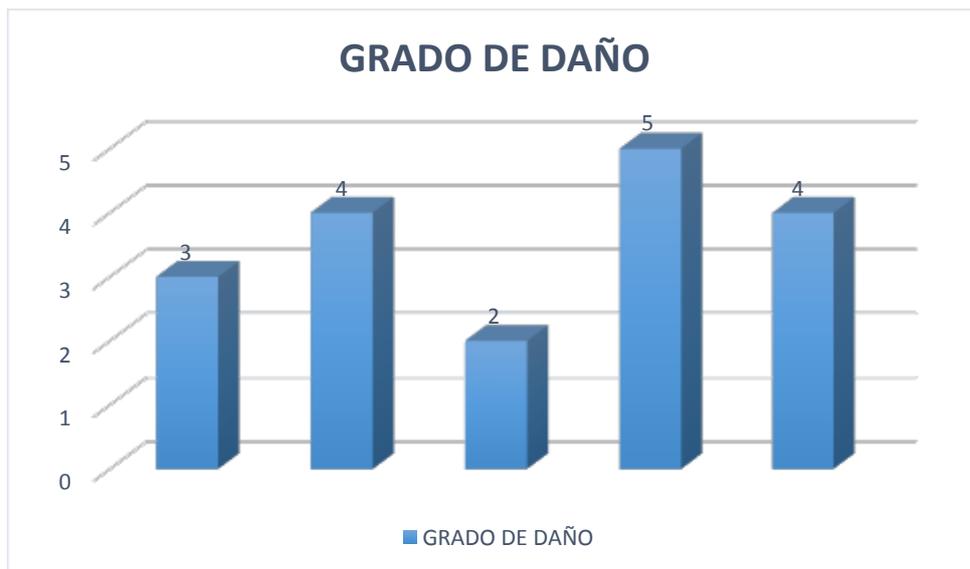


GRAFICO N° 15: Grado de daño de la columna.

Fuente: Propia

COLUMNA N°10

PATOLOGÍA	GRADO DE DAÑO
EFLORECENCIA	4
DESPRENDIMIENTO	4
DEFORMACIONES	5
GRIETAS	3
DETERIORO	5

CONDICION	CALIFICACION
MUY BUENO	0
BUENO	1
REGULAR	2
MALO	3
MUY MALO	4
PESIMO	5

Cuadro N° 12: Cuadro De Clasificación de Patologías

Fuente: Propia

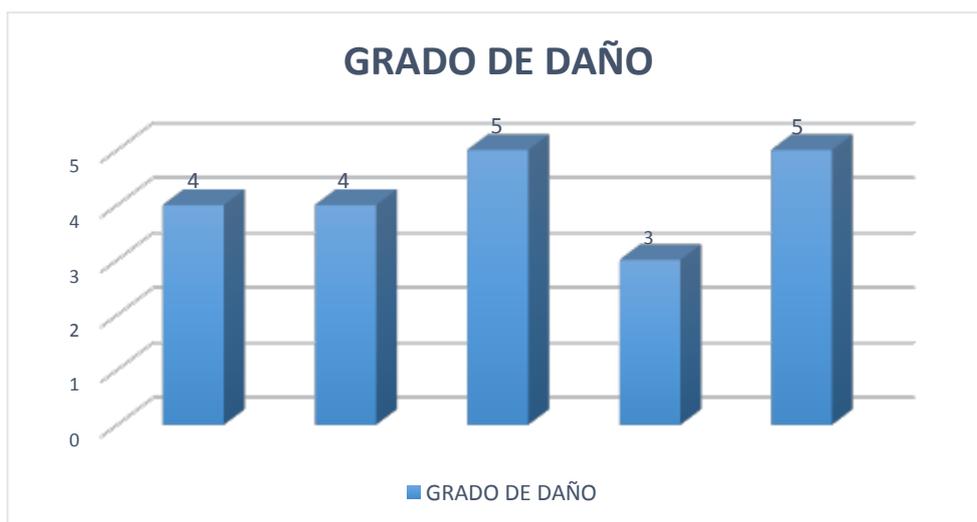


Gráfico N°16: Grado de daño de la columna.

Fuente: Propia

## PABELLÓN N°2

COLUMNA N° 01

PATOLOGIA	GRADO DE DAÑO
EFLORECENCIA	2
DESPRENDIMIENTO	4
DEFORMACIONES	3
GRIETAS	4
DETERIORO	5

CONDICION	CALIFICACION
MUY BUENO	0
BUENO	1
REGULAR	2
MALO	3
MUY MALO	4
PESIMO	5

Cuadro N° 13: Cuadro De Clasificación de Patologías

Fuente: Propia

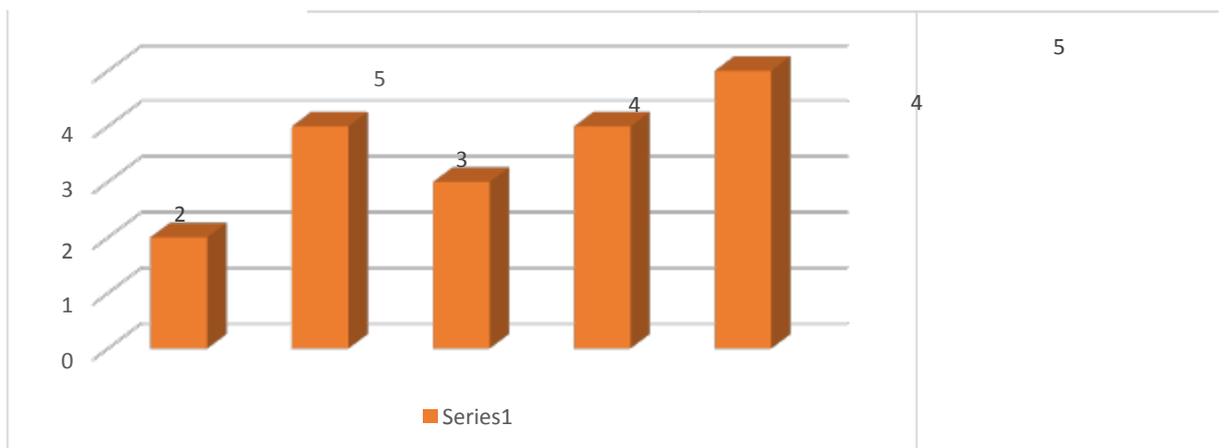


GRAFICO N° 17: Grado de daño de la columna.

Fuente: Propia

COLUMNA N° 02

PATOLOGIA	GRADO DE DAÑO
EFLORECENCIA	4
DESPRENDIMIENTO	4
DEFORMACIONES	5
GRIETAS	3
DETERIORO	4

CONDICION	CALIFICACION
MUY BUENO	0
BUENO	1
REGULAR	2
MALO	3
MUY MALO	4
PESIMO	5

Cuadro N° 14: Cuadro De Clasificación de Patologías

Fuente: Propia

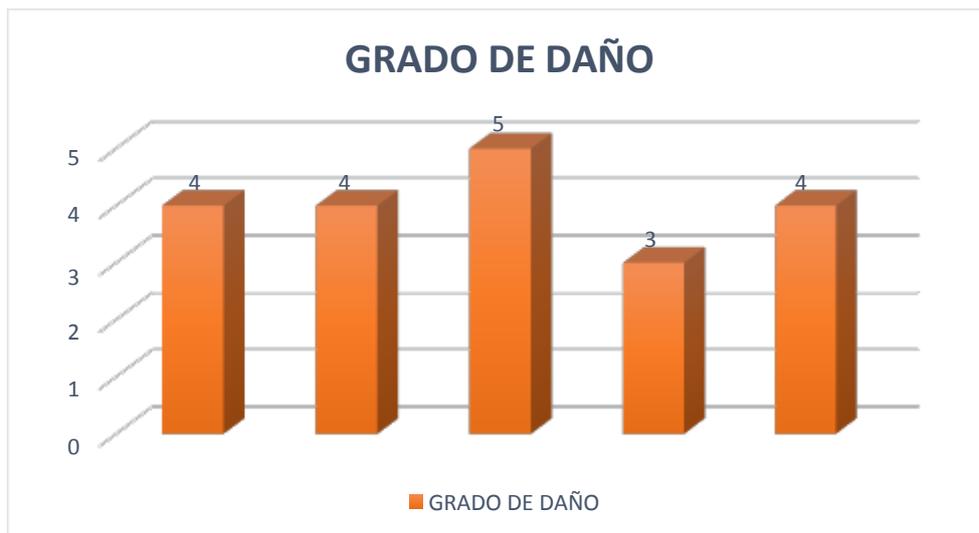


GRAFICO N° 18: Grado de daño de la columna.

Fuente: Propia

COLUMNA N° 03

PATOLOGIA	GRADO DE DAÑO
EFLORECENCIA	4
DESPRENDIMIENTO	3
DEFORMACIONES	5
GRIETAS	3
DETERIORO	4

CONDICION	CALIFICACION
MUY BUENO	0
BUENO	1
REGULAR	2
MALO	3
MUY MALO	4
PESIMO	5

Cuadro N° 15: Cuadro De Clasificación de Patologías

Fuente: Propia

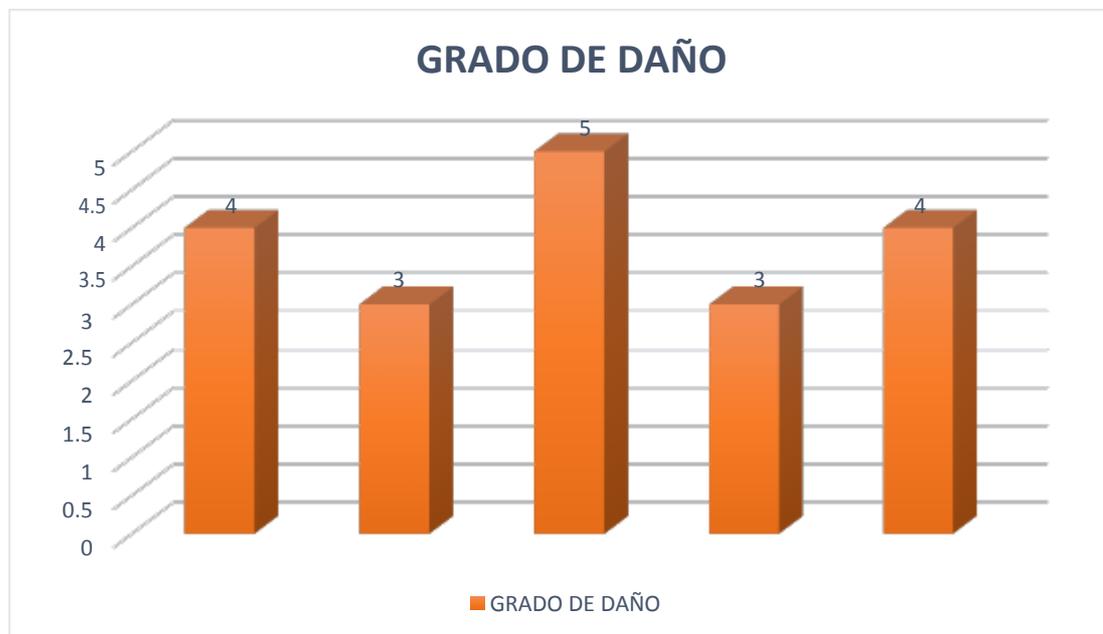


GRÁFICO N° 19: Grado de daño de la columna.

Fuente: Propia

COLUMNA 04

PATOLOGÍA	GRADO DE DAÑO
FLORECENCIA	3
DESPRENDIMIENTO	3
DEFORMACIONES	4
GRIETAS	4
DETERIORO	5

CONDICIÓN	CALIFICACIÓN
MUY BUENO	0
BUENO	1
REGULAR	2
MALO	3
MUY MALO	4
PESIMO	5

Cuadro N° 16: Cuadro De Clasificación de Patologías

Fuente: Propia

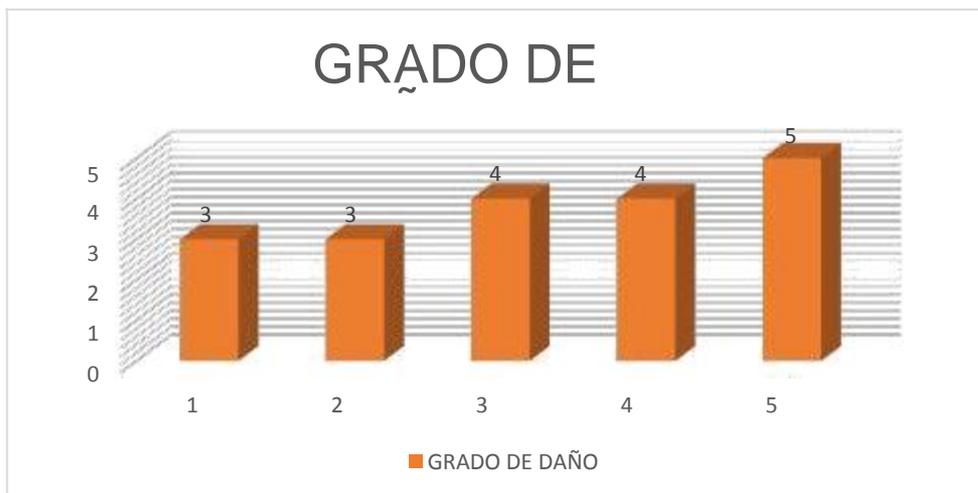


Grafico n°20: Grado de daño de la columna.

Fuente: Propia

COLUMNA N° 05

PATOLOGIA	GRADO DE DAÑO
FLORECENCIA	3
DESPRENDIMIENTO	4
DEFORMACIONES	2
GRIETAS	5
DETERIORO	4

CONDICION	CALIFICACION
MUY BUENO	0
BUENO	1
REGULAR	2
MALO	3
MUY MALO	4
PESIMO	5

Cuadro N° 17: Cuadro De Clasificación de Patologías

Fuente: Propia

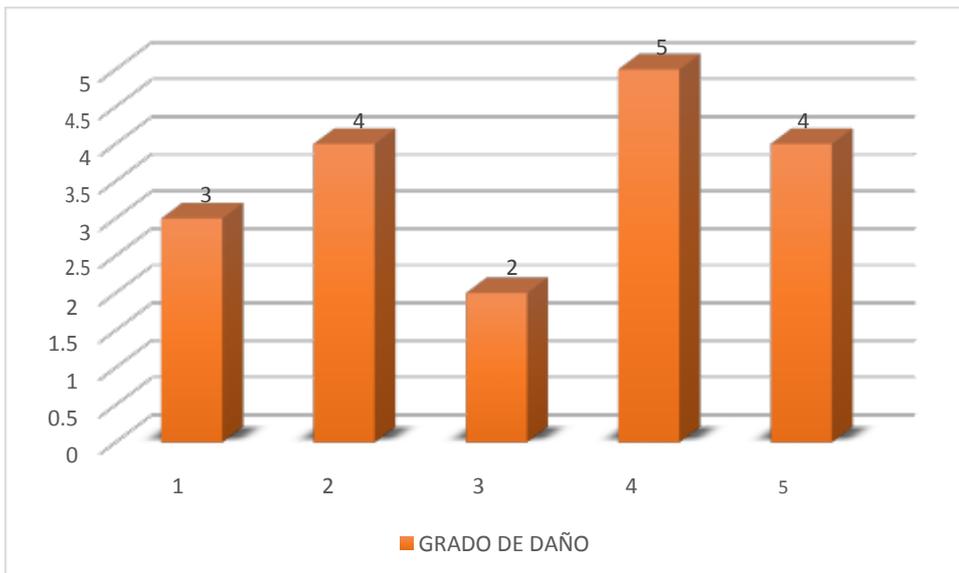


Grafico n°21: Grado de daño de la columna.

Fuente: Propia

COLUMNA N° 06

PATOLOGIA	GRADO DE DAÑO
FLORECENCIA	3
DESPRENDIMIENTO	4
DEFORMACIONES	5
GRIETAS	4
DETERIORO	5

CONDICION	CALIFICACION
MUY BUENO	0
BUENO	1
REGULAR	2
MALO	3
MUY MALO	4
PESIMO	5

Cuadro N° 18: Cuadro De Clasificación de Patologías

Fuente: Propia

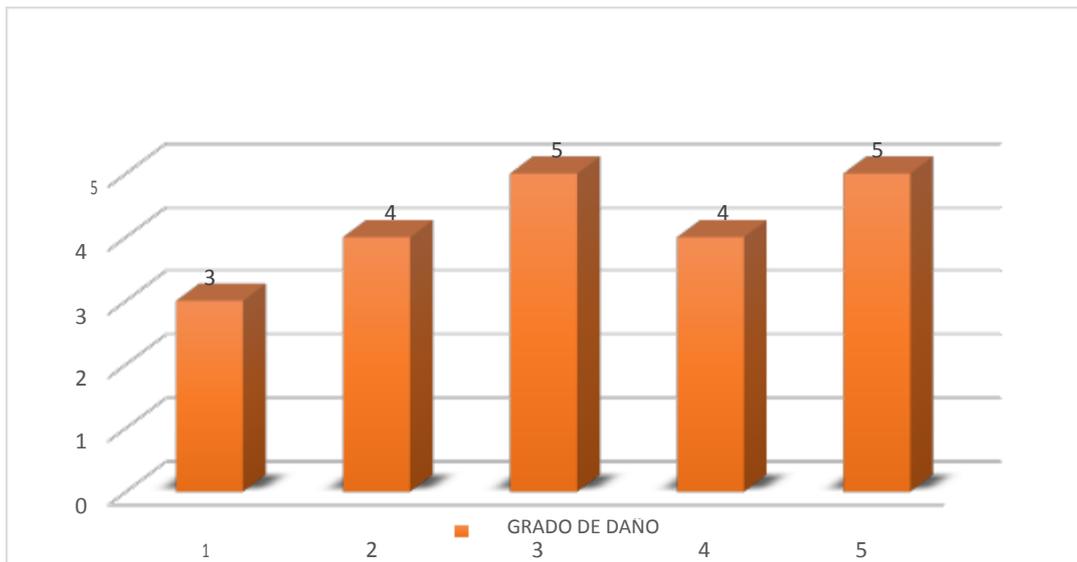


Grafico N°22: Grado de daño de la columna.

Fuente: Propia

COLUMNA N°07

PATOLOGIA	GRADO DE DAÑO
FLORECENCIA	2
DESPRENDIMIENTO	3
DEFORMACIONES	4
GRIETAS	3
DETERIORO	5

CONDICION	CALIFICACION
MUY BUENO	0
BUENO	1
REGULAR	2
MALO	3
MUY MALO	4
PESIMO	5

Cuadro N° 19: Cuadro De Clasificación de Patologías

Fuente: Propia

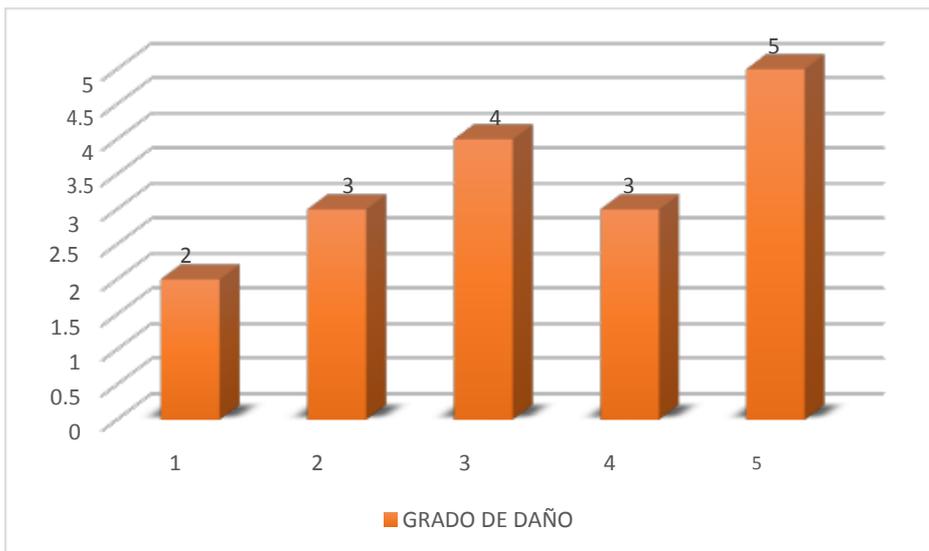


Grafico n°23: Grado de daño de la columna.

Fuente: Propia

COLUMNA N° 08

PATOLOGIA	GRADO DE DAÑO
FLORECENCIA	2
DESPRENDIMIENTO	3
DEFORMACIONES	5
GRIETAS	4
DETERIORO	5

CONDICION	CALIFICACION
MUY BUENO	0
BUENO	1
REGULAR	2
MALO	3
MUY MALO	4
PESIMO	5

Cuadro N° 20: Cuadro De Clasificación de Patologías

Fuente: Propia

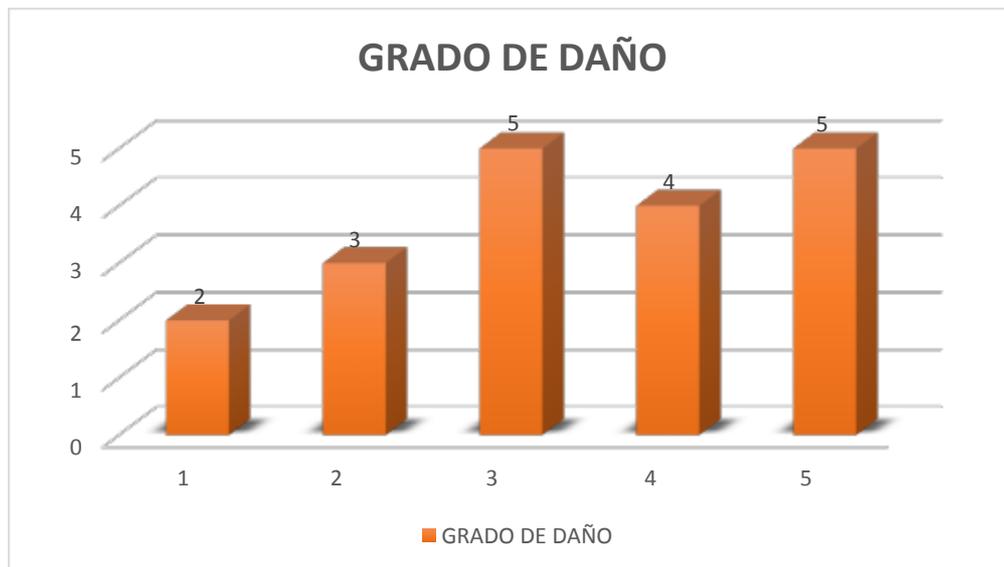


GRAFICO N°24: Grado de daño de la columna.

Fuente: Propia

COLUMNANº9

PATOLOGIA	GRADO DE DAÑO
FLORECENCIA	5
DESPRENDIMIENTO	3
DEFORMACIONES	4
GRIETAS	5
DETERIORO	4

CONDICION	CALIFICACION
MUY BUENO	0
BUENO	1
REGULAR	2
MALO	3
MUY MALO	4
PESIMO	5

Cuadro N° 21: Cuadro De Clasificación de Patologías

Fuente: Propia

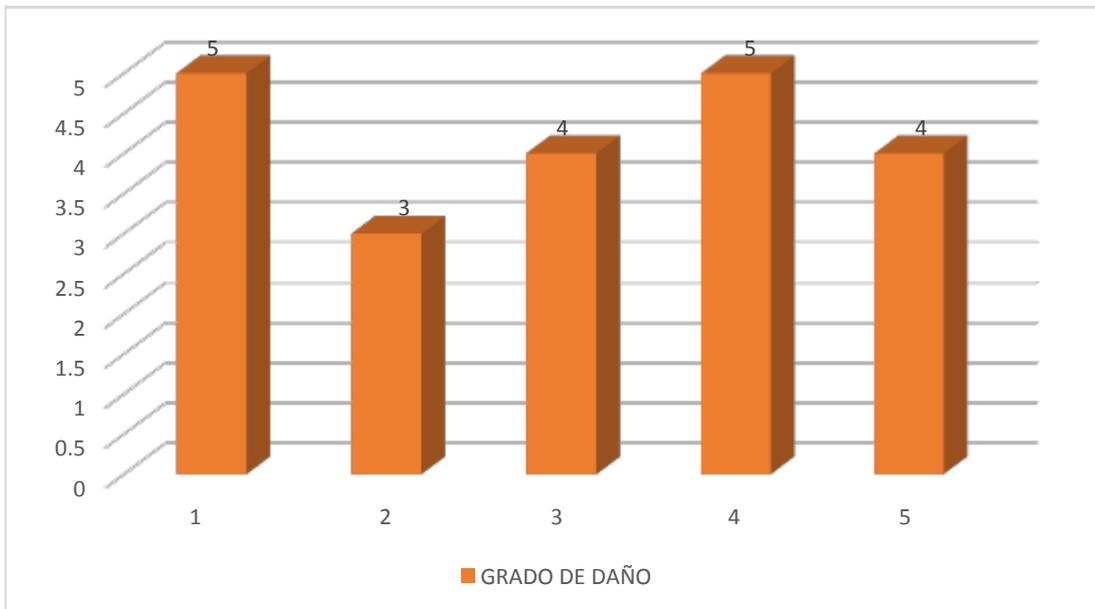


Grafico nº25: Grado de daño de la columna.

Fuente: Propia

Columna n°10

PATOLOGIA	GRADO DE DAÑO
FLORECENCIA	5
DESPRENDIMIENTO	3
DEFORMACIONES	4
GRIETAS	5
DETERIORO	5

CONDICION	CALIFICACION
MUY BUENO	0
BUENO	1
REGULAR	2
MALO	3
MUY MALO	4
PESIMO	5

Cuadro N° 22: Cuadro De Clasificación de Patologías

Fuente: Propia

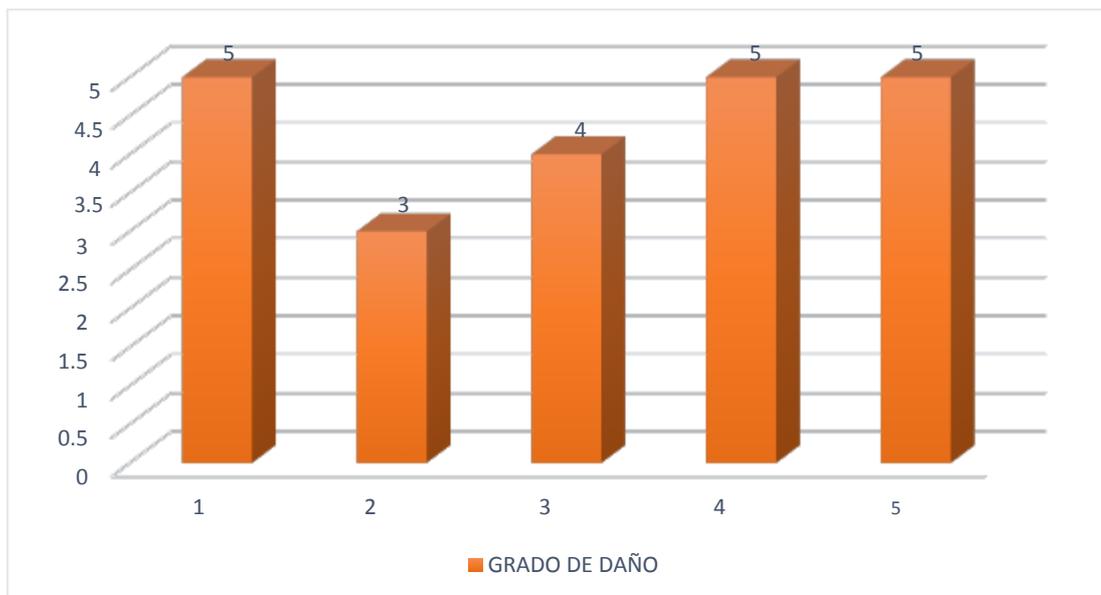


Grafico N° 26: Grado de daño de la columna.

Fuente: Propia

## 4.2. Análisis de Resultados

Según Tabla 2: Clasificación de condición de fallas se realizara el análisis de resultados

PABELLÓN N° 01 DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA “LA UNIÓN”	
COLUMNA N° 01	Se puede observar que tiene un grado de daño de un 16.67% de desprendimiento y grietas cada uno, eso quiere decir que está en una calificación pesimo.
COLUMNA N° 02	Se puede observar que tiene un grado de daño de un 13.33% de desprendimiento y deterioro cada uno, eso quiere decir que está en una calificación muy mala.
COLUMNA N° 03	Se puede observar que tiene un grado de daño de un 9.99% de desprendimiento y grieta cada uno, eso quiere decir que está en una calificación de malo.
COLUMNA N° 04	Se puede observar que tiene un grado de daño de un 10% de deformaciones, eso quiere decir que está en una calificación de malo.
COLUMNA N° 05	Se puede observar que tiene un grado de daño de un 13.33 de deterioro, eso quiere decir que está en una calificación muy malo.
COLUMNA N° 06	Se puede observar que tiene un grado de daño de un 16.67 de grietas, eso quiere decir que está en una calificación pésimo.
COLUMNA N° 07	Se puede observar que tiene un grado de daño de un 3.33% de eflorescencia, eso quiere decir que está en una calificación bueno.
COLUMNA N° 08	Se puede observar que tiene un grado de daño de un 10% de eflorescencia y desprendimiento, eso quiere decir que está en una calificación malo.
COLUMNA N° 09	Se puede observar que tiene un grado de daño de un 13.33% de desprendimiento y deterioro, eso quiere decir que está en una calificación muy malo.
COLUMNA N° 10	Se puede observar que tiene un grado de daño de un 13.33 de eflorescencia y desprendimiento, eso quiere decir que está en una calificación muy malo.

Cuadro N° 23: Cuadro De Análisis De Resultados Pabellón N° 01 de la Institución Educativa “La Unión”

Fuente: Propia

PABELLÓN N° 02 DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA “LA UNIÓN”	
COLUMNA N° 01	Se puede observar que tiene un grado de daño de un 13.33% de desprendimiento y grietas, eso quiere decir que está en una calificación muy malo.
COLUMNA N° 02	Se puede observar que tiene un grado de daño de un 10% de grieta, eso quiere decir que está en una calificación malo.
COLUMNA N° 03	Se puede observar que tiene un grado de daño de un 16.67% de deformación, eso quiere decir que está en una calificación pésimo.
COLUMNA N° 04	Se puede observar que tiene un grado de daño de un 9.99% de eflorescencia y desprendimiento eso quiere decir que está en una calificación malo.
COLUMNA N° 05	Se puede observar que tiene un grado de daño de un 13.33% de desprendimiento y deterioro, eso quiere decir que está en una calificación muy malo.
COLUMNA N° 06	Se puede observar que tiene un grado de daño de un 16.67% de deterioro y deformaciones, eso quiere decir que está en una calificación pésimo.
COLUMNA N° 07	Se puede observar que tiene un grado de daño de un 10% de grietas y desprendimientos, eso quiere decir que está en una calificación malo.
COLUMNA N° 08	Se puede observar que tiene un grado de daño de un 16.67% de deformaciones y deterioro, eso quiere decir que está en una calificación pésimo.
COLUMNA N° 09	Se puede observar que tiene un grado de daño de un 13.33% de deformaciones, eso quiere decir que está en una calificación muy malo.
COLUMNA N° 10	Se puede observar que tiene un grado de daño de un 16.67% de florescencia grietas y deterioro, eso quiere decir que está en una calificación pésimo.

Cuadro N° 2: Cuadro De Análisis De Resultados Pabellón N° 02 de la Institución Educativa “La Unión”

Fuente: Propia

## V. CONCLUSIONES

### Conclusiones

- De un total de 20 columnas analizadas de los pabellones I y II de la Institución Educativa La Unión, se llega a la conclusión que 16 de ellas se encuentran en un estado que va de muy malo a pésimo.
- Se llegó a determinar que el grado de daño de las columnas de concreto armado de dicha institución gracias al manual de daños y a los formatos establecidos presenta patologías reincidentes con respecto a grietas, deformación y deterioro.
- Debido a que las patologías predominantes que se hallan en las columnas son, pulimento de agregados y grietas lineales, se recomienda efectuar un mantenimiento adecuado para su respectiva operatividad y conformidad, ya que 16 unidades estructurales (columnas) nos indica que es muy malo, debemos hacer un plan de reconstrucción, en caso contrario se deben tomar medidas preventivas de evacuación para que no altere la seguridad poblacional que alberga dicho colegio.
- Se concluye que la zona ocupada por los pabellones I y II presenta columnas de concreto armado en mal estado, por ende se están viendo los respectivos procesos para una futura restauración o rehabilitación de dichas estructuras.
- Se concluye que el costo de dichas intervenciones antes de la ocurrencia de desastres, sismos u otro fenómeno que afecte la edificación, son por lo general muchos menores que los costos de reparación y reforzamiento de las estructuras.
- Se concluye que el 80% de las columnas de concreto armado se encuentran en un estado clasificado como malo, muy malo y pésimo, caracterizado por la presencia de desprendimientos y grietas.
- Se concluye que el 20% de las columnas de concreto armado se encuentran en un estado clasificado como regular, con un nivel leve de agrietamiento y desprendimiento.

## 5.1. Aspectos Complementarios

- Siendo el 20 % de las columnas de concreto armado de la institución educativa “La Unión”, las que presentan un estado clasificado como regular con un nivel leve de fisuras y ya que pueden ser reparadas se recomienda efectuar un tratamiento superficiales, como sellados e inyecciones de resinas.
  
- Debido a que las patologías predominantes que se hallan en las columnas de concreto armado son, desprendimientos y grietas, se recomienda efectuar un minucioso mantenimiento adecuado para su respectiva operatividad, teniendo en cuenta que 16 columnas de la institución educativa tienen un grado de daño igual a 4 o 5 estas se encuentran en un estado que va de muy malo a pésimo, es por eso que debemos hacer un plan de reconstrucción a dichas estructuras.
  
- Ya que el 80% de las columnas de concreto armado las cuales se encuentran, clasificadas en un estado muy malo y pésimo, y siendo esta una estructura que rebasa los 80 años desde su construcción, y estando sus estructuras caracterizas por agrietamientos, desprendimientos, eflorescencia, deformaciones y deterioro, debido a las diferentes factores que afectan a las misma, dado que este porcentaje es muy elevado y estando en un mal estado se recomienda la demolición seguida de una futura reconstrucción aplicando todos los criterios de construcción como: Normatividad vigente, además de una constante supervisión, para que esto no influya en la aparición de nuevas patologías en las estructuras de concreto armado.

## 5.2. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Stuardo Pérez Karem J.  
Metodología de evaluación estructural de elementos de concreto armado existentes, (2008)
2. Hernández, Alejandro.  
“Consideración de esbeltez en columnas externas como reductores de energía sísmica en estructuras de baja altura de concreto armado” (Guatemala) ,2012
3. Carrasco, Sebastián  
Recomendaciones de Diseño de Columnas-Colombia, 2010
4. Muñoz M. Harold Alberto  
Evaluación de patologías en estructuras de concreto.
5. Pérez Jiménez Marcos  
Análisis de las condiciones de fisuración en las estructuras de hormigón armado,
6. Rodríguez Mario E.  
Recomendaciones para el control de agrietamiento en columnas de concreto, 2009-México
7. Montoya Gómez Carlos Augusto  
“Análisis de Patologías de la Estructura en el Centro Educativo rural la Helida”, Medellín – Colombia. 2012
8. Leyton Alfredo  
Hidratación Del Cemento, Colombia (Santiago de Cali), 2014
9. Oroasco Paramo Ricardo  
“Patologías del concreto”, México, 2003
10. Monroy Martin Raúl Nicolás <sup>10</sup>  
“Patologías en estructuras de hormigón armado aplicado amarquesina del parque Saval”, Chile, 2007.
11. Blanco Blasco, Antonio  
Estructuración Y Diseño De Edificaciones De Concreto Armado /Colegio De Ingenieros Del Perú
12. Urrutia Vargas Segundo

Estudio analítico para contrarrestar las patologías en estructuras de concreto armado y contribuir en la vida útil de las edificaciones de centros educativos en la ciudad de Huaraz

13. Sáenz Vilca C.

“Evaluación del estado actual y diseño de las estructuras de concreto armado de las plantas pesqueras en el Distrito de Chimbote”.

14. Arellano Gómez, Edgardo

Análisis de las deficiencias en la infraestructura educativa.

15. Peña Palomino C.

“Determinación de los tipos de patologías y evaluación del grado de las mismas en las Instituciones Educativas del Distrito de Catacaos – Provincia de Piura, año 2010”

16. Morales Morales Roberto

Diseño en Concreto Armado

17. Otiniano Moquillaza, Ricardo

Inspecciones Técnicas de Seguridad en Edificaciones-2006

18. Gallardo Zevallos, German

Sintomatología en las Estructuras De Concreto Armado

19. Centro de Investigación en Gestión Integral De Riesgos-

CIGIR Patologías en las edificaciones Modulo III- Sección IV

### 5.3. Anexos

Fotografías de las patologías encontradas en las columnas de los pabellones I y II de la IE La Unión



IMAGEN N° 01

Aquí se muestra una vista de las columnas de concreto armado pertenecientes al pabellón I de dicha institución educativa.



IMAGEN N° 02

Se muestra el detalle de una columna, podemos observar el grado de fisuración que presenta dicha estructura





IMAGEN N° 03

En la presente columna podemos observar el descascaramiento del recubrimiento



IMAGEN N° 04

La presente imagen muestra el detalle de grieta en la parte inferior de la columna de concreto armado del pabellón II de dicha institución educativa.





IMAGEN Nº5

En la imagen mostrada se puede observar a detalle la influencia de desarrollo de la columna en su parte inferior, la cual ha sido alterada por distintos factores mecánicos (agentes externos como temperatura, tiempo, sismos, agentes atmosféricos, etc)



IMAGEN Nº5

En la imagen mostrada podemos observar el grado de alteración patológica que presenta la estructura de concreto armado.

