



**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

**CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL LICEO  
BOLIVARIANO JOSÉ LEONARDO CHIRINO Y  
SU CLASIFICACIÓN AMBIENTAL.  
PARROQUIA TUCACAS, MUNICIPIO JOSÉ  
LAURENCIO SILVA. ESTADO FALCÓN**

**Autores:** Hidalgo Darielys

C.I; 24.140.702

Rizquez Frank

C.I; 25.133.502

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 871



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL**

**CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL LICEO BOLIVARIANO JOSÉ  
LEONARDO CHIRINO Y SU CLASIFICACION AMBIENTAL.PARROQUIA  
TUCACAS, MUNICIPIO JOSÉ LAURENCIO SILVA. ESTADO FALCÓN**

Proyecto de Trabajo de Grado para optar al título de  
**INGENIERO CIVIL**

**Autor(a):** Hidalgo Darielys

C.I; 24.140.702

Rizquez Frank

C.I; 25.133.502

**Tutor:** Ing. María A. Olavarrieta

San Diego, Diciembre 2018



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

Quien suscribe, Ingeniero María A. Olavarrieta portador de la cédula de identidad 11.587.964, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por los ciudadanos: Hidalgo Darielys; portadora de la cédula de identidad 24.140.702, Riquez Frank portador de la cedula de identidad 25.133.502 titulado **“CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL LICEO BOLIVARIANO JOSÉ LEONARDO CHIRINO Y SU CLASIFICACIÓN AMBIENTAL. PARROQUIA TUCACAS, MUNICIPIO JOSÉ LAURENCIO SILVA .ESTADO FALCÓN”** Presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 10 días Diciembre del año 2018.

---

Ing. María A. Olavarrieta  
C.I; 11.587.964



Universidad José Antonio Páez  
Facultad de Ingeniería

FI-CV-018-2018-IICR

Valencia, 31 de Octubre de 2018.

Ciudadanos:  
Darielys Hidalgo  
C.I: 24.140.702  
Frank Ríquez  
C.I: 25.133.502  
Presente.-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 01-2018 de fecha 31-10-2018 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL LICEO BOLIVARIANO JOSÉ LEONARDO CHIRINO Y SU CLASIFICACIÓN AMBIENTAL. PARROQUIA TUCACAS, MUNICIPIO JOSÉ LAURENCIO SILVA. ESTADO FALCÓN.** Presentado por usted(es) como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación del Ing. Maria Olavarrieta C.I:11.587.964 y la Ing. Alicia Yáñez, C.I.: 4.598.880 como Tutores Académicos que lo asesorarán en el desarrollo de este proyecto.



Atentamente,

Prof. Zulay Salcedo  
Decana de la Facultad de Ingeniería

c. c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

ZS/fr

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios**, Principalmente por darme la vida y dicha de poder tener junto a mi persona tan maravillosa que han sido motor de impulso y me han dado apoyo y consejos en este largo camino.

**A mis Padres**, Yamileth Ascanio y Frank Rizequez, mis guerreros inalcanzables, siempre se has esforzado por darme lo mejor, no tendría palabras para expresar lo agradecido que estoy con ustedes y lo mucho que los Quiero.

**A mi familia Abuelos, Tíos, Primos** , gracias por siempre estar ahí, entregándonos, tiempo y dedicación, nunca les podre pagar todo lo que me han dado, su amor, crianza y valores, esta meta también es de ustedes, gracias por ser la mejor combinación de tranquilidad y alegría, en todos esos momentos que los necesite,

Para que nunca me diera por vencido.

**A mis Tutores e Ingenieros**, Ing. María Alice Olavarrieta, Ing. Rafael Mieres, Ing. Reynaldo Rivero, Ing. Alicia de Pizzela, Ing. Manuel Figueira, Ing. Emerly Castillo, Ing. Ángel Medina, Ing. Luisana Pérez, Ing. Gabriela Guzmán por brindarme su ayuda y orientación en todo momento que necesite de ustedes. Gracias y que Dios los bendiga.

**A mis Amigos** Marcos J. Lenin R, Zoila P, Luis P, Entre otros; por estos tantos años de amistad y consejos. Gracias por estar siempre a mi lado y ser parte de esta anhelada meta.

**FRANK JOSÉ RIZQUEZ ASCANIO**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios Todo Poderoso**, por ser nuestro guía espiritual, por iluminarme la senda de mis sueños guiándome, protegiéndome todos los días de mi vida y permitiéndome llegar hasta donde he llegado. ¡Que nunca falte su luz!

**A mi Padre** José Félix, pilar fundamental en mi vida, quien con su amor, comprensión estímulo y apoyo contribuyeron a mi anhelo ¡Los Amo!

**A mi Madre** Alcira, que siempre me ha brindado su amor y apoyo.

**A mis Tíos** Dimas y Luz Marina, quienes me han brindado todo su apoyo necesario para alcanzar mis metas y sueños, y han estado allí, compartiendo momentos increíbles e inolvidables para este logro.

**A mi Hermana** Dariela, quien desde la distancia me ha acompañado en silencio con una comprensión a prueba de todo.

**A mis Tutores e Ingenieros**, por todo su apoyo, asesorías valiosas que nos aportaron para la realización de este trabajo de grado.

**DARIELYS HIDALGO**

## ÍNDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pp.</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE.....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>xv</b>
<b>INFORMATIVO.....</b>	
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO</b>	<b>Pág.</b>
<b>I EL PROBLEMA</b>	
1.1. Planteamiento del Problema.....	3
1.2. Formulación del Problema.....	4
1.3. Objetivos de la Investigación.....	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
1.4 Justificación de la Investigación.....	5
1.5 Alcance de la Investigación .....	6
<b>II MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Antecedente de la Investigación.....	7
2.2 Bases Teóricas.....	10
2.2.1 Clasificación Ambiental.....	11
2.2.2 Norma ISO-9223 (ISO-9233:1992).....	11

2.2.3 Factores Ambientales que Producen la Corrosión.....	12
2.2.4 Aspectos a Considerar para la Durabilidad del Concreto.....	12
2.2.5 Factores que Afectan la Calidad del Concreto.....	13
2.2.6 Documento técnico FONDONORMA Concreto Durabilidad 4015:2012...	13
2.2.7 Calidad de los Materiales.....	14
2.2.8 Síntomas Patológicos.....	14
2.2.9 Síntomas de Fallas en las Edificaciones.....	16
2.2.10 Corrosión en Concreto Armado.....	17
2.2.11 Síntomas de Corrosión.....	18
2.2.12 Formas de Corrosión.....	19
2.2.13 Efecto de Corrosión en el Concreto Armado.....	20
2.2.14 Mecanismo que Afectan y Desencadenan la Corrosión en Concreto Armado.....	21
2.2.15 Método Priorización de Edificios para la Gestión de Riesgo Sísmico (FUNVISIS-FONACIT-Nº2007000939, 2014).....	22
2.3 Definición de Términos.....	23

### **III MARCO METODOLÓGICO**

3.1 Propósito de la Investigación.....	25
3.2 Tipo de Investigación.....	25
3.3 Nivel de la Investigación.....	25
3.4 Diseño de la Investigación.....	26
3.5 Población y Muestra.....	26
3.5.1 Población.....	26

3.5.2 Muestra.....	27
3.6 Técnica e Instrumento de recopilación de datos.....	29
3.7 Técnica y análisis de la información.....	29
3.8 Fases Metodológicas.....	29
<b>IV RESULTADOS</b>	42
<b>V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
5.1 Conclusiones.....	98
5.2 Recomendaciones .....	100
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	
Impresas.....	103
Electrónicas.....	104

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	Pág.
1 Valores límites recomendados para la composición y propiedades del concreto .....	14
2 Listado de las Edificaciones Escolares del Estado Falcón ubicadas en los municipios costeros. Censo hasta 2013. ....	27

3	Clases de exposición relacionada con las condiciones ambientales.....	30
4	Índice de vulnerabilidad específica y pesos relativos.....	34
5	Valores Índice de vulnerabilidad asociado a la antigüedad (I1).....	34
6	Valores Índice de vulnerabilidad del tipo estructural (I <sub>2</sub> ).....	35
7	Índice de Vulnerabilidad asociado con Irregularidades.....	35
8	Valores del Índice de vulnerabilidad asociado a la profundidad del depósito (I <sub>4</sub> ).....	36
9	Valores del Índice de vulnerabilidad asociado con la topografía y drenaje (I <sub>5</sub> ).....	37
10	Valores del Índice de vulnerabilidad asociado al grado de deterioro (I <sub>6</sub> ).....	37
11	Clasificación según el uso del edificio.....	38
12	Valores del índice de importancia (I <sub>i</sub> ).....	38
13	Zonificación sísmica de Venezuela.....	39
14	Valores de índice de amenaza.....	39
15	Valoración de los índices de priorización (I <sub>p</sub> ).....	40
16	Valoración del índice de riesgo (I <sub>r</sub> ). ....	41
17	Valoración del Índice de Vulnerabilidad (I <sub>v</sub> ). ....	41
18	Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 1.....	67
19	Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 2.....	67
20	Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 3.....	68
21	Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 4.....	68
22	Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 5.....	69
23	Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 6.....	69
24	Incidencias de fallas más frecuentes en todos los módulos.....	70

25	Índices de Vulnerabilidad (Iv), de Población (Ip), de Amenaza (Ia)	88
.....26	Índices obtenidos para las edificaciones escolares (LJLC) y (EVV).....	91
26	Índices obtenidos para las edificaciones escolares (LJLC) y (EVV).....	88
		91

3	Clases de exposición relacionada con las condiciones ambientales.....	30
4	Índice de vulnerabilidad específica y pesos relativos.....	34
5	Valores Índice de vulnerabilidad asociado a la antigüedad (I1).....	34
6	Valores Índice de vulnerabilidad del tipo estructural (I <sub>2</sub> ).....	35
7	Índice de Vulnerabilidad asociado con Irregularidades.....	35
8	Valores del Índice de vulnerabilidad asociado a la profundidad del depósito (I <sub>4</sub> ).....	36
9	Valores del Índice de vulnerabilidad asociado con la topografía y drenaje (I <sub>5</sub> ).....	37
10	Valores del Índice de vulnerabilidad asociado al grado de deterioro (I <sub>6</sub> ).....	37
11	Clasificación según el uso del edificio.....	38
12	Valores del índice de importancia (I <sub>i</sub> ).....	38
13	Zonificación sísmica de Venezuela.....	39
14	Valores de índice de amenaza.....	39
15	Valoración de los índices de priorización (I <sub>p</sub> ).....	40
16	Valoración del índice de riesgo (I <sub>r</sub> ). ....	41
17	Valoración del Índice de Vulnerabilidad (I <sub>v</sub> ).....	41
18	Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 1.....	67
19	Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 2.....	67
20	Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 3.....	68
21	Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 4.....	68
22	Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 5.....	69
23	Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 6.....	69
24	Incidencias de fallas más frecuentes en todos los módulos.....	70

25	Índices de Vulnerabilidad (Iv), de Población (Ip), de Amenaza (Ia)	88
.....26	Índices obtenidos para las edificaciones escolares (LJLC) y (EVV).....	91
26	Índices obtenidos para las edificaciones escolares (LJLC) y (EVV).....	88
		91

3	Clases de exposición relacionada con las condiciones ambientales.....	30
4	Índice de vulnerabilidad específica y pesos relativos.....	34
5	Valores Índice de vulnerabilidad asociado a la antigüedad (I1).....	34
6	Valores Índice de vulnerabilidad del tipo estructural (I <sub>2</sub> ).....	35
7	Índice de Vulnerabilidad asociado con Irregularidades.....	35
8	Valores del Índice de vulnerabilidad asociado a la profundidad del depósito (I <sub>4</sub> ).....	36
9	Valores del Índice de vulnerabilidad asociado con la topografía y drenaje (I <sub>5</sub> ).....	37
10	Valores del Índice de vulnerabilidad asociado al grado de deterioro (I <sub>6</sub> ).....	37
11	Clasificación según el uso del edificio.....	38
12	Valores del índice de importancia (I <sub>i</sub> ).....	38
13	Zonificación sísmica de Venezuela.....	39
14	Valores de índice de amenaza.....	39
15	Valoración de los índices de priorización (I <sub>p</sub> ).....	40
16	Valoración del índice de riesgo (I <sub>r</sub> ). ....	41
17	Valoración del Índice de Vulnerabilidad (I <sub>v</sub> ). ....	41
18	Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 1.....	67
19	Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 2.....	67
20	Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 3.....	68
21	Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 4.....	68
22	Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 5.....	69
23	Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 6.....	69
24	Incidencias de fallas más frecuentes en todos los módulos.....	70

25	Índices de Vulnerabilidad (Iv), de Población (Ip), de Amenaza (Ia)	88
.....26	Índices obtenidos para las edificaciones escolares (LJLC) y (EVV).....	91
26	Índices obtenidos para las edificaciones escolares (LJLC) y (EVV).....	88
		91

3	Clases de exposición relacionada con las condiciones ambientales.....	30
4	Índice de vulnerabilidad específica y pesos relativos.....	34
5	Valores Índice de vulnerabilidad asociado a la antigüedad (I1).....	34
6	Valores Índice de vulnerabilidad del tipo estructural ( $I_2$ ).....	35
7	Índice de Vulnerabilidad asociado con Irregularidades.....	35
8	Valores del Índice de vulnerabilidad asociado a la profundidad del depósito ( $I_4$ ).....	36
9	Valores del Índice de vulnerabilidad asociado con la topografía y drenaje ( $I_5$ ).....	37
10	Valores del Índice de vulnerabilidad asociado al grado de deterioro ( $I_6$ ).....	37
11	Clasificación según el uso del edificio.....	38
12	Valores del índice de importancia ( $I_i$ ).....	38
13	Zonificación sísmica de Venezuela.....	39
14	Valores de índice de amenaza.....	39
15	Valoración de los índices de priorización ( $I_p$ ).....	40
16	Valoración del índice de riesgo ( $I_r$ ). ....	41
17	Valoración del Índice de Vulnerabilidad ( $I_v$ ). ....	41
18	Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 1.....	67
19	Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 2.....	67
20	Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 3.....	68
21	Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 4.....	68
22	Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 5.....	69
23	Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 6.....	69
24	Incidencias de fallas más frecuentes en todos los módulos.....	70

25	Índices de Vulnerabilidad (Iv), de Población (Ip), de Amenaza (Ia)	88
.....26	Índices obtenidos para las edificaciones escolares (LJLC) y (EVV).....	91
26	Índices obtenidos para las edificaciones escolares (LJLC) y (EVV).....	88
		91

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pág.
1 Subdivisiones de causas y origen de fallas en edificaciones.....	16
2 Proceso corrosivo en el concreto armado.....	18
3 Efecto de los productos de corrosión en el concreto armado.....	20
4 Clasificación de las fisuras.....	24
5 Mapa de corrosividad atmosférica de Venezuela, del CEC de LUZ.....	28
6 Construcciones en las cuales se considera vulnerabilidad asociada con la topografía ( $I_5$ ).....	36
7 Ubicación General José Leonardo Chirino.....	42
8 Croquis general distribución de módulos.....	44
9 Planilla 1. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO”.....	47
10 Planilla 2. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO”.....	48
11 Planilla 3. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO”.....	49
12 Planilla 4. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO”.....	50
13 Planilla 5. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO”.....	51
14 Planilla 6. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO”.....	52
15 Planilla 7. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO”.....	53

16	Planilla 8. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO” .....	54
17	Planilla 9. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO” .....	55
18	Planilla 10. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO” .....	56
19	Planilla 11. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO” .....	57
20	Planilla 12. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO” .....	58
21	Planilla 13. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO” .....	59
22	Planilla 14. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO. CHIRINO” .....	60
23	Planilla 15. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO” .....	61
24	Planilla 16. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO” .....	62
25	Planilla 17. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO” .....	63
26	Fallas Observadas del módulo 1 (LJLC).....	64
27	Fallas Observadas del módulo 2 (LJLC).....	64
28	Fallas Observadas del módulo 3 (LJLC).....	65
29	Fallas Observadas del módulo 4 (LJLC).....	65
30	Fallas Observadas del módulo 5 (LJLC).....	66
31	Fallas Observadas del módulo 6 (LJLC).....	66
32	Representación grafica de Incidencias de fallas más frecuente en los módulos.....	70
33	Módulo 2 Escuela Valentín Valiente, colapsada en el sismo de Cariaco en 1997.....	89

34 Módulo 4 Liceo José Leonardo Chirino..... 90

35	Comparación de Índices de Vulnerabilidad (LJLC y EVV). .....	91
36	Comparación de Índices de Riesgo (LJLC y EVV).....	92
37	Comparación de Índices de Priorización (LJLC y EVV).....	93
38	Comparación de Índices de Amenaza (LJLC y EVV).....	94



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL LICEO BOLIVARIANO JOSÉ LEONARDO CHIRINO Y SU CLASIFICACIÓN AMBIENTAL. PARROQUIA TUCACAS, MUNICIPIO JOSÉ LAURENCIO SILVA ESTADO. FALCÓN**

**Autor(es):** Hidalgo Z. Darielys R.  
Rizquez A. Frank J.

**Tutor:** Ing. Olavarrieta P. María A.

**Fecha:** Diciembre, 2018

**RESUMEN**

El siguiente trabajo tiene como propósito caracterizar físicamente las principales fallas, clasificar el ambiente donde se encuentra ubicada y determinar la vulnerabilidad sísmica cualitativa de una edificación educativa de uso público, de concreto armado, ubicada en el estado Falcón y expuesta al ambiente marino, dicha investigación está enmarcada dentro de un estudio cualitativo pues no se manejan variables, sino que una vez recolectados los datos, éstos son analizados y se concluye sobre ellos. Para caracterizar las fallas, se realizaron inspecciones preliminares basadas en observación visual, así mismo se elaboró una planilla de inspección que levanta la información más relevante de cada uno de los módulos, permitiendo describir la falla y generar una hipótesis de la misma. En conclusión se comprobó, que las edificaciones inspeccionadas, presentaron las siguientes fallas: corrosión, humedad y fisuras, que probablemente se han originado por inadecuadas prácticas constructivas y la incidencia del ambiente marino agresivo. Adicionalmente se determinó la condición de riesgo sísmico de los seis módulos que integran el liceo José Leonardo Chirino y sus correspondientes índice de priorización, teniendo como resultado que los módulos 1, módulo 2, módulo 3 y módulo 5 son prioridad P8, y los módulos 4 y módulo 6 son P7, es decir que según el Método de Priorización de Edificios para la Gestión de Riesgo Sísmico (FUNVISIS-FONACIT-N° 2007000939, 2014) que fue el aplicado, ningún módulo estaría dentro de una prioridad alta o importante para generar el estudio cuantitativo. Con respecto al índice de vulnerabilidad, todos los módulos, son clasificados de cómo media alta, excepto el módulo 1 que es media baja. El índice de riesgo para todos los módulos resultó ser medio alto. Se estimó la clasificación del ambiente, designada en una categoría M4 según el documento técnico FONDONORMA 4015:2012 “Concreto Durabilidad”.

**Descriptor(es):** Vulnerabilidad, Humedad, Falla, Clasificación Ambiental.

## INTRODUCCIÓN

Existen aproximadamente 28.000 planteles educativos en toda Venezuela, muchos de estos planteles funcionan en las zonas de mayor amenaza sísmica del país, donde habita un alto porcentaje de la población. Por otra parte, varios centenares de estos planteles educativos funcionan en edificaciones escolares más o menos antiguas que han mostrado comportamientos inadecuados en terremotos pasados. Ejemplo de ello son las edificaciones escolares derrumbadas en la población de Cariaco, Estado Sucre, durante el sismo ocurrido el 9 de julio de 1997. En vista de que no se cuenta con información detallada sobre las características estructurales de la mayor parte de las edificaciones escolares, se decidió inspeccionar y recolectar información sobre características estructurales básicas de las edificaciones escolares del país, a través de inspecciones en sitio de corta duración. Esta información será utilizada para calcular índices de vulnerabilidad y de riesgo que permitan una selección de aquellas edificaciones críticas que deban ir a una fase de estudios detallados y a un potencial reforzamiento sismorresistente.

Se han realizado estudios en este tipo de edificaciones, detectando altos niveles de daños inclusive a edades tempranas, lo que ha dado lugar actualmente a centrar la atención sobre las instituciones educativas de la zona cuyas edades de construcción son variables. La presente investigación se centró en establecer una caracterización de edificaciones de concreto armado de uso público como las unidades escolares, en la zona de Tucacas, Para ello se evaluó una institución educativa de concreto armado, establecida en el municipio José Laurencio Silva (Tucacas) de dicho estado cuyo nombre es liceo bolivariano José Leonardo Chirino, susceptibles al fenómeno de la corrosión y que según la clasificación de agresividad ambiental establecido en el documento técnico Fondonorma Concreto Durabilidad 4015-2012.

El mantenimiento de los centros educativos es vital para su funcionamiento, más aún en ambientes agresivos, puesto que representan instituciones que prestan un servicio básico a la sociedad. De igual forma, deben ser resistentes ante fenómenos naturales como los sismos, vaguadas o inundaciones para que puedan servir de refugios o centros de acopio si se amerita. Por estas razones, se vio la necesidad de caracterizar el estado de las instituciones educativas de concreto armado mencionadas anteriormente. De tal manera, la presente investigación se encuentra estructurada de la siguiente forma:

**CAPÍTULO I:** Planteamiento del problema, formulación del problema, objetivo general, objetivos específicos, justificación del problema, alcance.

**CAPÍTULO II:** Antecedentes de la investigación, bases teóricas y definición de términos.

**CAPÍTULO III:** Tipo de Investigación, diseño de la investigación, nivel de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos y fases metodológicas.

**CAPÍTULO IV:** Resultados.

**CAPÍTULO V:** Conclusiones y Recomendaciones.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1 Planteamiento del Problema

En diversas inspecciones se han detectado fallas en las edificaciones habitacionales de la población de Tucacas estado Falcón, en las escuelas costeras no se ha visto deterioro tan notorio. En Venezuela uno de los principales problemas que se observan en las edificaciones construidas con concreto armado es precisamente la falta de durabilidad de ellas, y esto se debe a una mezcla de agentes que inciden directamente sobre la vida útil de estas edificaciones

Se debe enfatizar que de acuerdo a esta información se pretende llevar a cabo esta investigación en edificaciones de uso educativo quienes están expuestas a ambientes marinos debido a su ubicación en una zona de alta actividad sísmica y su cercanías al mar, es necesario evaluar una condición muy importante para la funcionabilidad de esta edificaciones como lo es la vulnerabilidad sísmica y es caracterizada por el documento técnico Fondonorma COVENIN 1756-2001 **Edificaciones Sismorresistente** como zona 4, de peligro sísmico intermedio, además donde se realiza la presente investigación es en la población de Tucacas Municipio José Laurencio Silva Estado Falcón, que por su ubicación se encuentra muy cercana a la falla de Oca-Ancón, falla muy activa presentando sismos dispersos de baja magnitud en los últimos años, según datos de (FUNVISIS) Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, que deterioran progresivamente dichas estructuras, enmarcado en las recomendaciones establecidas en el documento técnico FONDONORMA 4015-2012 **Concreto Durabilidad**, y en normas internacionales como el código ACI-318 utilizadas para el diseño de estructuras de concreto armado están establecidas para condiciones ambientales muy distintas a las presentadas en la zona Iberoamericana como es el caso de la franja litoral de Venezuela cuyo ambiente marino es eventualmente más agresivo.

En este trabajo de investigación se realizará en base a un método cualitativo, establecido por (FUNVISIS), llamado **Metodología de Índice de Priorización de Edificios para la Gestión de Riesgo Sísmico**, dicho procedimiento considera tipologías constructivas típicas del país e incorpora la experiencia de los sismos de Caracas en 1967 y Cariaco en 1997, se debe hacer mucha referencia en este último ya que se desarrollaron muchas fallas en estructuras de uso educativo como el caso del liceo “Raimundo Martínez Centeno” y la escuela “Valentín Valiente” ambas colapsadas durante el evento de magnitud 6.9Mw, ocasionando la perdidas de muchas vidas humanas.

El levantamiento de sintomatología de fallas se realiza para la obtención de datos previos a la definición de la sintomatología de las edificaciones, siendo uno de los instrumentos principales para la evaluación de la estructura, la inspección visual preliminar, la cual es complementada frecuentemente con instrumentos de magnificación, iluminación y medición. Se debe tomar en cuenta diferentes variables generales como: Edad de la obra, mantenimiento de la misma, variación de las acciones prevista en el proyecto original, deterioro progresivo por uso y ataques de agentes ambientales o accidentales como: Sismo, viento, choque, fuego entre otros.

## **1.2 Formulación del Problema**

¿Cómo realizar la Caracterización Física del Liceo Bolivariano José Leonardo Chirino y su Clasificación Ambiental? Parroquia Tucacas, municipio José Laurencio Silva. Estado Falcón.

### **1.3 Objetivo de la Investigación**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Caracterización Física del Liceo Bolivariano José Leonardo Chirino y su Clasificación Ambiental. Parroquia Tucacas, municipio José Laurencio Silva. Estado Falcón.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Clasificar el ambiente del Liceo Bolivariano José Leonardo Chirino Parroquia Tucacas municipio José Laurencio Silva estado Falcón según lo establecido en el documento Técnico FONDONORMA: Concreto Durabilidad 4015-12.
- ✓ Realizar el levantamiento de sintomatología de fallas en los sistemas que componen al Liceo Bolivariano José Leonardo Chirino. Parroquia Tucacas, municipio José Laurencio Silva. Estado Falcón.
- ✓ Estimar de forma cualitativa las Condiciones de Riesgo Sísmico del Liceo Bolivariano José Leonardo Chirino, según el Método de Priorización de Edificios para la Gestión de Riesgo Sísmico (FUNVISIS-FONACIT-N° 2007000939, 2014).

### **1.4 Justificación**

Lo que justifica este trabajo es que está dentro de una línea de investigación que se viene desarrollando a nivel nacional, entre los que destacan edificaciones escolares de concreto armado ubicadas en zonas costeras así como un censo nacional que está ejecutando FUNVISIS del cual se desprenderán un inventario nacional de edificaciones vulnerables ante la presencia de un posible sismo. El debido mantenimiento de las edificaciones escolares es de vital importancia para su funcionamiento, y más en ambientes agresivos, puesto que representan instituciones de gran utilidad para el desarrollo intelectual de la sociedad y que garantizan la formación de futuros profesionales que trabajaran por un mejor país.

## **1.5 Alcance**

La presente investigación se desarrollará en el Liceo Bolivariano José Leonardo Chirino Parroquia Tucacas Municipio José Laurencio Silva estado Falcón expuesto a ambiente agresivo; con la finalidad de determinar las fallas en los sistemas que la componen y que se presentan diversos orígenes constructivos, mecánicos, térmicos y químicos, para esto se procederá a caracterizar el ambiente donde se encuentra la edificación escolar bajo lo establecido en el documento Técnico FONDONORMA 4015:2012 Concreto Durabilidad, seguido a esto se planteó la metodología de levantamiento de sintomatología de fallas de cada una de ellas, elaborando un pre diagnóstico y posteriormente se determinará la vulnerabilidad de la estructura evaluando el riesgo sísmico según el método cualitativo establecido por FUNVISIS Índice de Priorización de Edificios para la Gestión de Riesgo Sísmico.

Para esto se realiza un estudio técnico detallado estructural a profundidad de cada detalle a ser reparado, así como el impacto económico que esto tendría si se compara con edificaciones diseñadas con el requisito exigido por las normas. Finalmente a los organismo competentes como la fundación de edificaciones y dotaciones educativa (FEDE-FALCON), alcaldía del municipio, gobernación, se exhorta que lleven a cabo una inspección técnica y seguridad a los planteles educativos.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes

Los estudios referentes a la corrosión en ambientes marinos, se han venido incrementando a lo largo de los años buscando específicamente a las estructuras de concreto armado, pues este fenómeno representa un factor altamente destructivo en dichas estructuras alterando la durabilidad y vida útil de las edificaciones, más si se encuentran ubicadas en ambientes marino ricos en iones cloruros; de igual forma el estudio de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones de concreto armado especialmente las educativas, debido a su importancia dentro del desarrollo de la sociedad; y de manera especial en el estado Falcón por su zonificación sísmica. A continuación se presentan algunos antecedentes relacionados en cierta medida a la presente investigación:

Según Acero A. y Reinoza L. (2016), en su tesis de grado, titulada **Levantamiento de las principales fallas en edificaciones escolares de concreto armado del estado falcón y su caracterización según la norma 4015:2012 concreto durabilidad**, establecen que el avance de la tecnología del concreto, introdujo una variable muy importante en la proyección, construcción y puesta en servicio de los edificios, dicha variable es la durabilidad, y la misma toma en cuenta una gran cantidad de factores que van desde las características físicas y químicas del material hasta el correcto uso y mantenimiento por parte de los usuarios. En Venezuela uno de los principales problemas que se observan en las construcciones de concreto armado es precisamente la falta de durabilidad de ellas y esto debido a una mezcla de factores que inciden directamente sobre la vida útil de las construcciones, entre ellos se pueden destacar: omisiones durante la etapa de concepción y proyecto, errores constructivos por carencia de una correcta inspección, como por ejemplo el espesor de recubrimiento mínimo para los diferentes tipos de ambientes, establecido

en el código normativo COVENIN 1753-2006 “Proyecto y construcción de obras en concreto estructural” en su sección 7.2.4, tabla 7.2.4 recubrimientos mínimos.

Según Castillo V, Godoy P. (2017), en su tesis de grado **Evaluación cualitativa de una edificación escolar de concreto armado según las normas covenin en puerto cabello estado Carabobo**, realizada en la Universidad José Antonio Páez establecen el levantamiento de sintomatología de fallas y la identificación de las condiciones de riesgo sísmico de forma cualitativa en base al Método de Priorización de Edificios para la Gestión de Riesgo Sísmico (FUNVISIS-FONACIT-N° 2007000939, 2014). La determinación de los síntomas de fallas en elementos estructurales y no estructurales se obtuvo a partir de información básica obtenida mediante inspecciones visuales a la edificación. La unidad educativa está conformada por un módulo, sistema estructural aporticado de concreto armado, construidas para el año de 1973. Entre los síntomas encontrados destacan: Manchas de humedad sobre paredes tanto en las áreas internas y externas, moho, exposición de acero de refuerzo, acero de laminado, desprendimiento de friso y abombamiento de pintura. La clasificación del ambiente fue designada en una categoría M4 según FONDONORMA 4015:2012 concreto durabilidad (M: ataque por ambiente marino, categoría 4: alta). El índice de riesgo sísmico obtenido demuestra que la U.E. Manuel Gual posee una valoración de riesgo alto, así mismo la valoración del Índice de Priorización obtenido para dicha institución fue P5, lo cual determina que la institución requiere evaluación estructural más detallada y así tomar decisiones que conlleven hacia una gestión integral del riesgo sísmico.

Según Jáuregui D. y Rodolfo R. (2011), en su tesis de grado realizada en la Universidad de Oriente **Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en instituciones educativas tipo cajetón, ubicadas en la zona norte del estado Anzoátegui**, realizaron un estudio preliminar en Venezuela para estimar si las edificaciones educativas son vulnerables a los sismos, esto se debe a su configuración geométrica de diseño, que muchas veces no se adapta al lugar donde se encuentran construidas;

por ser de gran relevancia estas edificaciones, los autores de esta investigación se enfocan a un determinado tipo de estructura (tipo cajetón) realizando un análisis por medio de la metodología que consiste en la recolección de datos geométricos de la estructura y determina la vulnerabilidad sísmica de la misma. En esta oportunidad las edificaciones resultaron altamente vulnerables ante los sismos, de allí se destaca la importancia de estudiarlas, pues a lo largo del territorio nacional se encuentran miles de instituciones que pueden estar en peligro ante un evento sísmico.

Según Millano V. y otros, (2011), desarrollaron una investigación titulada **Evaluación y criterios de evaluación de rehabilitación de la estructura de concreto reforzado de una refinería en un medio marino-costero** en la universidad del Zulia donde explican que la exposición directa a ambientes marinos aumenta potencialmente el daño de la estructuras de concreto armado por corrosión en la refinería estudiada, en esta investigación además de estar expuesta a un ambiente marino utilizaba agua de mar como fluido de enfriamiento, lo que generaba que sus elementos se encuentran constantemente mojados con agua altamente agresiva; evidenciando grados de corrosión alta en los elementos de mayor exposición y otros de menor grado. Se destacó la importancia de una intervención temprana a estructuras afectadas, ya que si el daño por corrosión está muy avanzado genera altos costos de mantenimiento, además estos deben ser de excelente calidad pues de lo contrario no serían efectivos y al poco tiempo de implementados podrían presentar síntomas corrosivos nuevamente.

Según San Miguel F. y otros, (2012) en la Revista ALCONPAT, México, su investigación sobre el **Deterioro por corrosión de elementos de concreto armado en un edificio industrial**, hacen referencia que en ocasiones la agresividad del proceso corrosivo es alta y esta se debe a los índices elevados de agentes destructivos presentes en el ambiente, en el cual los procesos de producción de la empresa y la alta concentración de sales (como depósitos calcáreos), cloruros, dióxido de carbono; aunado a zonas con temperaturas próximas a los 60°C y humedad elevada generaban

elementos que contribuían al perfecto desarrollo de la corrosión, esta estructura requería de un adecuado mantenimiento, por todos los elementos mencionados anteriormente, de lo contrario el deterioro de la misma sería aún más evidente por la aceleración de la velocidad de corrosión presente.

Según Aguirre M. (2013), en su tesis de grado realizada en la Universidad de Cali (Colombia) **Durabilidad del hormigón armado expuesto a condiciones agresivas**, revisa el estado del conocimiento con respecto a la durabilidad del hormigón enfatizando en los fenómenos que afectan su durabilidad y generan la corrosión del acero de refuerzo, adicionalmente incluye los métodos de prevención y control que se han desarrollado utilizando como base a la Norma Europea EN 206 para mitigar el problema, en particular los relacionados con las técnicas electroquímicas de prevención y rehabilitación. Para el presente Trabajo Especial de Grado, la importancia de ésta investigación, radica en que se hizo una comparación entre los valores recomendados por la Norma Europea para la composición del diseño de mezcla con los del documento técnico Fondonorma Concreto Durabilidad 4015-12, encontrando valores similares, siendo el documento técnico más riguroso en cuanto a los valores recomendados y contando con mayor variedad en la gama de clases de exposición. Por ejemplo, para elementos expuestos a ambientes marinos sin contacto directo, La EN 206 recomienda una relación  $a/c = 0.50$  y un recubrimiento mínimo de 3.5 cm mientras que el documento técnico fondonorma 4015-12 recomienda relación  $a/c = 0.45$  y  $r = 5.0$  cm.

## **2.2. Bases teóricas**

Con el fin de entender el trabajo investigativo de una forma más clara y sencilla, se pretende desarrollar una serie de bases teóricas, ya que será presentado a personas con diferentes niveles de conocimientos.

### **2.2.1. Clasificación ambiental**

El tipo de ambiente al que está sometido un miembro estructural viene definido por un conjunto de condiciones físicas, químicas y electroquímicas a las que está expuesto lo cual puede llegar a provocar la degradación del concreto y la corrosión del acero de refuerzo, como consecuencia de efectos diferentes a las acciones y sollicitaciones considerados en los proyectos arquitectónicos.

La durabilidad de las estructuras de concreto armado en ambientes corrosivos como el marino se ve altamente comprometida, debido a que la presencia de agentes agresivos disminuye la vida útil propuesta en el proyecto original. Por lo que es importante resaltar, la importancia de usar estrategias que disminuyan la acción de dichos agentes presentes en el medio que rodea a la estructura, empleando técnicas que incluyen el uso de aditivos inhibidores de corrosión y materiales suplementarios al cemento, varillas con recubrimiento epóxido (VRE) y pre-tratamiento superficial con un agente hidrófobo; obteniendo como resultado mayor eficacia en algunos métodos que en otros. En este trabajo se aprecia el uso de materiales diferentes o no convencionales que buscan solventar la agresividad sobre estructuras ubicadas en ambientes agresivos.

### **2.2.2. Norma ISO-9223 (ISO-9223:1992)**

La norma denominada “Corrosión de los metales y aleaciones. Corrosividad de atmósferas. Clasificación,” ampliamente aceptada, clasifica la corrosividad atmosférica en 5 categorías en función de la pérdida anual de masa y de espesor tanto del acero como del zinc expuesto, estas son:

- **C1-** Muy baja: Ambientes interiores limpios y calefaccionados.
- **C2-** Baja: Ambientes rurales e interiores con algún riesgo de condensación.
- **C3-** Media: Ambientes urbanos o industriales de moderada contaminación e interiores de naves industriales de alta humedad relativa y presencia de contaminantes (procesadora de alimentos, lavanderías, plantas de cerveza y lácteos).

- **C4-** Alta: Áreas industriales y costeras de moderada salinidad e interiores de plantas químicas, piscinas temperadas, astilleros, barcos.
- **C5-I-Industrial** muy alta: Áreas industriales de alta humedad y ambientes agresivos e interiores de condensación casi permanente y alta contaminación.
- **C5-M- Marino**, muy alto: Áreas costeras de alta salinidad e interiores de condensación casi permanente y alta contaminación.

### **2.2.3. Factores Ambientales que aceleran la corrosión en estructuras de concreto Armado**

#### **2.2.3.1 Humedad relativa**

Este factor considerado fundamental en la corrosión atmosférica húmeda, se presenta en la mayoría de las horas del día y períodos del año en delgadas películas de humedad no visibles, que se forman por condensación capilar, higroscopicidad, adsorción, entre otros. Lo cual tiene lugar para humedades relativas inferiores al 100 % y superiores al 50 %, según refieren investigadores del tema (Tomashov, 1979; Feliú, 1984).

#### **2.2.3.2 La temperatura ambiente**

El aumento de la temperatura, cuando la humedad es alta, acelera la corrosión de los metales ya que aumenta la velocidad de las reacciones electroquímicas, pero conduce también a la disminución de la película de electrolito y de la duración de su permanencia en la superficie del metal, ocurriendo como consecuencia la disminución de la solubilidad del oxígeno y de los gases activos del agua (Fuente y Álvarez, 2003).

### **2.2.4. Aspectos a considerar para la durabilidad del concreto**

Para garantizar la satisfactoria vida en servicio de una obra de concreto, es necesario establecer una estrategia que considere todos los mecanismos posibles de degradación, tomando en cuenta las medidas apropiadas en función de las acciones ambientales sobre cada elemento. Por tanto, es preciso considerar los siguientes aspectos:

- Adecuada concepción estructural.
- Calidad de los materiales.
- Detallado correcto del acero de refuerzo.
- Diseño de la mezcla de concreto, acorde a las condiciones medio ambientales y de servicio.
- Buenas prácticas de preparación, transporte y colocación de la mezcla de concreto.
- Requisitos específicos para la durabilidad del concreto.
- Curado.
- Inspección competente.
- Otras medidas especiales.

(Documento técnico FONDONORMA concreto durabilidad 4015:2012, p.3)

#### **2.2.5. Factores que afectan la calidad del concreto**

- El espesor de los recubrimientos
- Permeabilidad (forma y tipo de curado, relación agua/cemento)
- Cantidad y calidad del cemento

(Fratelli, Reparación de Daños Estructurales, p.21, 1996)

#### **2.2.6. Documento Técnico FONDONORMA Concreto Durabilidad 4015:2012**

Este documento técnico tiene como objeto establecer los requisitos que debe tener el concreto como material de construcción para alcanzar durabilidad, frente a las condiciones de exposición al medio ambiente además de presentar indicaciones a seguir durante la construcción de la obra para garantizar que la misma sea satisfactoria durante el tiempo de vida útil pre-establecido de acuerdo al ambiente de exposición (ver tabla 1), donde se observan los Valores límites recomendados para la composición y propiedades del concreto.

**Tabla 1.** Valores límites recomendados para la composición y propiedades del concreto.

	Sin riesgo de corrosión	Corrosión inducida por carbonatación				Corrosión inducida por cloruros						Ambientes químicamente agresivos		
						Provenientes de agua de mar				Origen distinto del agua de mar				
	CO	C0	C1	C2	C3	M1	M3	M4	M5	CL4	CL5	Q2	Q3	Q4
Máxima relación a/c	--	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,4	0,45	0,40	0,55	0,50	0,45
Contenido mínimo de cemento kg/m <sup>3</sup>	--	260	280	280	300	300	340	420	420	380	420	300	340	380
Recubrimiento mínimo mm		20	20	30	40	50	50	50	70	50	70	50	50	50
Otros requerimientos											Usar <sup>(B)</sup> cemento resistente a sulfatos			
<p>(A) El contenido de esta tabla está enfocado en criterios actualizados de durabilidad del concreto, no obstante, el lector puede tener en cuenta las prescripciones de la tabla 7.2.4 de la norma NVF 1753 y adoptar, de preferencia aquellos valores que sean más conservadores.</p> <p>(B) Se debe utilizar cemento Portland tipo II y V si la exposición es a un ambiente Q3 y Q4, respectivamente. Existen algunos países donde el cemento tipo I posee un contenido bajo de C3A (&lt;5%), lo cual también podría utilizarse.</p>														

**Fuente:** Documento técnico fondonorma 4015-2012 Concreto Durabilidad.

### 2.2.7. Calidad de los Materiales

La calidad del concreto es fundamental para su durabilidad. La resistencia a la corrosión del acero de refuerzo se alcanza, en principio, por medio de un recubrimiento de concreto con baja permeabilidad (baja porosidad capilar) cuyo espesor dificulte la difusión de los agresivos y mantenga la pasividad (formación de óxido protector) que éste le provee al acero. Sin embargo, medidas de protección adicionales podrían ser necesarias en condiciones de exposición muy severas.

(Documento técnico FONDONORMA concreto durabilidad 4015:2012, p.4)

### 2.2.8. Síntomas patológicos

La vulnerabilidad de las estructuras suele reflejarse a través de patologías que aparecen en las edificaciones, ocasionando múltiples efectos, desde pequeños daños y molestias para sus ocupantes, hasta grandes fallas que pueden causar el colapso de la edificación o parte de ella. La diversidad de patologías que se manifiestan en las edificaciones es infinita; además de ser un tema muy complejo. Difícilmente se logra determinar con precisión, las causas o motivos de muchas de las manifestaciones que presentan las estructuras; en muchos casos ni siquiera la experiencia de un experto es

suficiente para dar una respuesta totalmente certera. Por ejemplo, las causas de aparición de una grieta en una edificación, pueden ser múltiples; algunas veces es posible identificarlas fácilmente, pero otras veces no lo es. Una manera sencilla de clasificar las fallas que se presentan en las edificaciones, es subdividiéndolas según su causa de origen. De acuerdo a esto, las fallas pueden aparecer por tres motivos: Defectos, daños o deterioro.

- ❖ Las fallas que aparecen por **Defectos**, son aquellas relacionadas con las características intrínsecas de la estructura, son los efectos que surgen en la edificación producto de un mal diseño, una errada configuración estructural, una construcción mal elaborada, o un empleo de materiales deficientes o inapropiados para la obra. Para evitar los defectos en las edificaciones, es necesaria la intervención de personal capacitado y honrado durante la elaboración y ejecución del proyecto. Es decir, estas patologías deben ser evitadas, controladas y corregidas por personas expertas. Un defecto en la edificación, puede traducirse en altas vulnerabilidades, dejando la estructura expuesta a sufrir daños y deterioros de magnitudes incalculables.
- ❖ Las fallas causadas por **Daños**, son las que se manifiestan durante y luego de la incidencia de una fuerza o agente externo a la edificación. Los daños pueden ser producto de la ocurrencia de un evento natural, como un sismo, una inundación, un derrumbe, entre otros. Pero también pueden aparecer daños en las estructuras causados por el uso inadecuado de las mismas, por ejemplo el caso en el que la edificación es obligada a soportar un peso superior al que fue concebido inicialmente (sobrecarga). Los daños muchas veces son inevitables, pero se pueden disminuir; no podemos impedir que ocurra un evento natural, pero sí podemos hacer que éste no se convierta en un desastre. Se deben concebir estructuras menos vulnerables, evitando los defectos en el diseño, materiales y construcción, seleccionando la ubicación adecuada para la edificación, respetando los criterios de diseño.

- ❖ Otro origen de las fallas, puede ser el **Deterioro** de la edificación. Las obras generalmente se diseñan para que funcionen durante una vida útil, pero con el transcurrir del tiempo, la estructura va presentando manifestaciones que deben ser atendidas con prontitud. La exposición al medio ambiente, los ciclos continuos de lluvia y sol, el contacto con sustancias químicas presentes en el agua, en el aire, en el entorno; hacen que la estructura se debilite continuamente. (Ariana A, Pedro R, Módulo III- Sección IV, Guía de Patología de Edificaciones, p-2,2009) (Ver figura) 1 donde se subdivide las causas de origen de las fallas de las edificaciones.



**Figura 1:** Subdivisiones de causas y origen de fallas en edificaciones.  
**Fuente:** Guía Patología de edificaciones, módulo III, sección IV p-9 (2009).

### 2.2.9. Sintomatología de Fallas en las Edificaciones

Para realizar la obtención de datos previos a la sintomatología de las edificaciones se emplea como complemento fundamental la inspección visual, siendo uno de los instrumentos principales para la evaluación de la vida de la estructura, la cual es la técnica más antigua entre los ensayos no destructivos, y la más usada por su versatilidad y su bajo costo, en ella se emplea como instrumento principal, el ojo

humano, el cual es complementado frecuentemente con instrumentos de magnificación, iluminación y medición. Se debe tomar en cuenta diferentes variables generales como:

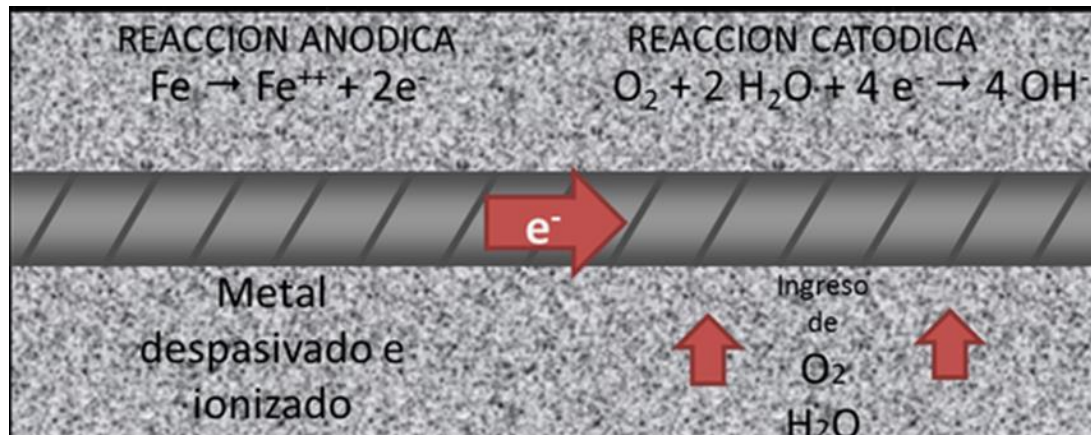
- ✓ Edad de la obra.
- ✓ Inadecuado mantenimiento de la misma.
- ✓ Variación de las acciones prevista en el proyecto original.
- ✓ Deterioro progresivo por uso y ataques de agentes ambientales o accidentales como: Sismo, viento, choque, fuego entre otros. (Dikdan, Patología de la construcción, 1997).

#### **2.2.10. Corrosión en concreto Armado**

Además de las propiedades mencionadas del concreto, este tiene la propiedad adicional de proteger contra la corrosión a las armaduras embebidas en él. Dicha capacidad la confiere el elevado pH del concreto mayor de 12.6, impuesto por el hidróxido de calcio formado en la hidratación de los componentes mayoritarios del cemento: Silicato tricálcico ( $C_3S$ ) y silicato dicálcico ( $C_2S$ ), que garantizan la pasividad de las armaduras y con ello su larga vida en servicio. Sin embargo la corrosión del acero embebido en el concreto se produce cuando agentes externos provocan la transición del estado pasivo al activo, siendo algunos de éstos: Los iones cloruros en la inmensa mayoría de los casos, en cantidad suficiente para romper localmente la película pasivante del acero, producen un tipo de corrosión localizada o picaduras y la carbonatación del concreto, que reduce el pH del mismo hasta un valor insuficiente para mantener el estado pasivo, produciendo en el acero de refuerzo una corrosión generalizada o la combinación de ambos factores.

Para que se produzca la corrosión se necesita las siguientes condiciones: a) la presencia de un ánodo que produce los electrones; b) el cátodo donde se efectúa la reducción; c) la disponibilidad de oxígeno en correspondencia con el cátodo; d) la disponibilidad del agua (humedad) en la ubicación del cátodo; e) una conexión

eléctrica entre el ánodo y el cátodo que permita la transferencia de electrones. Consecuentemente la corrosión no se produce en el concreto seco, pues está impedido en el proceso electrolítico, tampoco ocurre en el concreto saturado de agua debido a la falta de oxígeno. (Anzola y Olavarrieta, Capítulo V, prevención de daños y rehabilitación de estructuras de concreto armado, p. 94, 2013). (Ver figura).2



**Figura 2.** Proceso Corrosivo en el concreto Armado.

**Fuente:** Prevención de Daños y Rehabilitación de estructuras de concreto Armado p-94, (2013).

### 2.2.11. Síntomas de la Corrosión

Se refiere a las características externas que permiten identificar si un elemento estructural, está afectado por la corrosión. Troconis (1999), identifica la corrosión por las siguientes señales:

- Sangrado o manchas color marrón rojizo.
- Fisuras ( $\leq 0.1\text{mm}$ ) o grietas ( $>0.1\text{mm}$ ) que crecen longitudinalmente al acero.
- Pérdida de adherencia entre acero de refuerzo y concreto.
- Desprendimiento del concreto o friso.
- De laminación del acero (pérdida de sección).

Los efectos o daños de la corrosión, en resumen se manifiestan en tres vertientes:

- Sobre el acero: Pérdida de sección y disminución de su capacidad mecánica.
- Sobre el concreto: Manchas, grietas o desprendimientos.
- Sobre el conjunto acero/concreto: Pérdida de adherencia.

La acumulación de todos los efectos de la corrosión es la principal causa de deterioro de las estructuras de concreto armado y la que limita su durabilidad.

#### **2.2.12. Formas de corrosión**

Las formas que pueden adoptar la corrosión de la armadura son diversas y se clasifican en diferentes tipos:

##### **Corrosión localizada**

- A) Corrosión por picaduras:** Las picaduras se forman por la disolución localizada de la película pasiva. Típicamente resultan del ingreso de iones cloruro al medio, bien sea porque provienen del medio exterior o porque fueron incorporados en la masa de hormigón.
- B) Corrosión en espacios confinados:** La corrosión de este tipo puede ocurrir cuando sobre la superficie del metal existe un espacio lo suficientemente resguardado que evita el acceso continuo del oxígeno a esa zona, pudiendo crearse celdas diferenciales de oxígeno que inducen a la corrosión del refuerzo.
- C) Corrosión bajo tensión:** Este tipo de corrosión ocurre cuando se cumplen 2 aspectos conjuntamente: Primero que haya esfuerzos de tracción sobre el acero y segundo la presencia de un medio agresivo. La corrosión bajo tensión es un fenómeno muy específico generalmente asociado a una baja calidad del

concreto, o a la presencia de iones cloruros u otros iones generalmente aportados por algunos aditivos.

### **Corrosión uniforme/generalizada**

Es el resultado de una pérdida generalizada de la película pasiva, resultado de la carbonatación del concreto y presencia excesiva de iones cloruros. Es la forma más benigna o menos peligrosa pues el material se va gastando gradualmente extendiéndose en forma homogénea sobre toda la superficie metálica y su penetración media es igual en todos los puntos. Un ataque de este tipo permite evaluar fácilmente y con bastante exactitud la vida del servicio de los materiales expuestos en él.

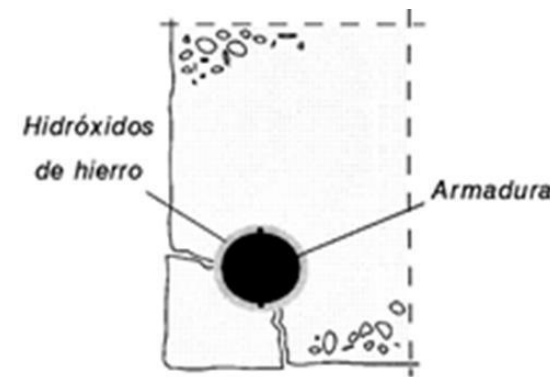
### **Corrosión Galvánica**

Este tipo de corrosión se puede dar cuando existen dos metales diferentes en el medio electrolítico, la diferencia entre sus potenciales de disolución tiende a hacer circular una corriente de un metal al otro a través de una solución, volviendo dicha corriente al primer metal a través del contacto metálico. Esta corriente incrementará la corrosión en un metal y disminuirá en el otro. El metal que sufre el aumento de la corrosión es el más activo o ánodo y tiene el potencial de disolución mayor (más electronegativo). El otro, más noble tiene un potencial más electropositivo y es el cátodo. En el caso del acero en el concreto, esta situación se dará cada vez que en la zona se deteriore o se forme una película pasiva característica, lo que diferenciará los potenciales eléctricos sobre la misma barra. (Anzola y Olavarrieta, Capítulo V, prevención de daños y rehabilitación de estructuras de concreto armado, p. 101, 2013).

### **2.2.13. Efectos de la corrosión en el concreto armado**

La corrosión del refuerzo en el concreto armado da lugar a síntomas visibles tales como manchas de óxidos, grietas o fisuras en el recubrimiento del concreto y desprendimiento del mismo. La causa de esta sintomatología radica en que los productos derivados de la corrosión de las armaduras son más voluminosos que el

acero destruido, lo que se traduce en la aparición de tensiones radiales que deforman el concreto circundante, sometiéndolo a tensiones de tracción. (Ver figura)3.



**Figura 3.** Efecto de los productos de corrosión en el concreto armado.

**Fuente:** Andrade y otros (1987).

Debido a la poca resistencia del concreto a la tracción, se acaba produciendo una fisura en el recubrimiento, que discurre longitudinalmente, paralela a las armaduras corroída.

- **Efecto sobre el acero:** Pérdida de sección y disminución de su capacidad mecánica.
- **Efecto sobre el concreto:** Manchas, grietas y desprendimientos.
- **Efecto sobre el conjunto acero/concreto:** Pérdida de adherencia.

La acumulación de todos los efectos de la corrosión es la principal causa de deterioro de las estructuras de concreto armado ubicadas en ambientes marinos y que limitan su durabilidad. (Anzola y Olavarrieta, Capítulo V, Un enfoque integral... Prevención de daños y rehabilitación de estructuras de concreto armado, p. 101, 2013).

#### **2.2.14. Mecanismos que afectan y desencadenan la corrosión en concreto armado.**

Se denomina así al conjunto de circunstancias que inducen la despasivación del acero en el concreto. Troconis (1.999), especifica que los factores que afectan el proceso de corrosión son:

**a) Dosificación del concreto:** El concreto que envuelve el acero de refuerzo, cumple principalmente dos funciones: a) ser una barrera física que se opone a la penetración de agentes agresivos externos y b) crear la capa pasivante sobre el acero en virtud de su alcalinidad. Es determinante dosificar el concreto por métodos que proporcionen máxima compacidad lo que garantizaría mínima porosidad.

**b) Compacidad y homogeneidad:** La compacidad es la cantidad de materia sólida que está contenida en una unidad cúbica o la relación entre el volumen sólido y el volumen aparente total de la masa. Mientras más alta sea la compacidad, mayor será la protección que brinda el concreto al acero. Por otra parte, la homogeneidad del concreto es la cualidad por la cual los distintos componentes del mismo aparecen distribuidos igualmente en toda su masa. Un concreto con buena compacidad y homogeneidad garantiza la protección del acero de refuerzo para el ambiente que fue diseñado.

**c) Espesor de recubrimiento:** Es la capa de concreto que cubre el acero, es importante para garantizar la protección de la armadura. Dependiendo del tipo de ambiente, el espesor puede variar.

**d) Humedad ambiental:** La presencia del agua es imprescindible para la corrosión en medios neutros y alcalinos, pues interviene en la movilidad de los iones del electrolito, que ayudan a conformar la capa pasiva.

**e) Efecto del oxígeno:** Sin una mínima cantidad de oxígeno, no es posible el proceso de corrosión. Aunque este debe primero disolverse en agua.

**f) Efecto de la temperatura:** La temperatura juega un papel doble en el proceso de deterioro. Por un lado, su incremento promueve la movilidad de las moléculas facilitando el transporte de sustancias y por otro, su disminución puede dar lugar a condensaciones que pueden producir incrementos locales importantes del contenido de humedad del material.

### **2.2.15. Método De Priorización de edificios para la Gestión de Riesgo Sísmico (FUNVISIS-FONACIT-N° 2007000939, 2014).**

Se propone un procedimiento para la asignación de índices de vulnerabilidad, riesgo y priorización sísmica para edificaciones existentes ubicadas en cualquier lugar de Venezuela. Los Índices son calculados a partir de información básica obtenida de una visita e inspección a la edificación.

El índice de priorización se determina como el producto de los índices de amenaza, vulnerabilidad e importancia, el cual considera el uso del edificio y el número de ocupantes. La metodología propuesta considera las tipologías constructivas típicas del país, incluyendo viviendas populares, e incorpora las experiencias de los sismos destructores de Caracas en 1967 y Cariaco en 1997.

- **Riesgo sísmico**

Probabilidad de que en un determinado sitio y durante la acción de alguna amenaza natural se produzcan pérdidas de vida, económicas y sociales que excedan ciertos valores o niveles prefijados de daño. (Alonso, 2012).

- **Condiciones de riesgo**

Se puede definir riesgo como la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento (amenaza) y sus consecuencias negativas sobre las personas, sus bienes y servicios (vulnerabilidad). (Astorga y Rivero, 2009).

- **Vulnerabilidad sísmica**

Límite en el que sobrepasa el grado de reserva o el nivel de capacidad de respuesta previsto disponible ante una amenaza sísmica conocida. (Alfonso, 2012).

### **2.3 Definición de términos básicos.**

A continuación se definen los términos relevantes que dan fundamentos teóricos al presente trabajo de grado.

**Levantamiento Planímetro:** Comprende todos los trabajos necesarios para certificar, de manera gráfica, la superficie que tiene una edificación ya existente.

**Fallas estructurales:** Es cuando una estructura deja cumplir con su función de una manera adecuada y colapsa.

**Fisuras:** Son roturas de distintas longitudes, espesores y profundidades, que aparecen en los elementos de concreto armado, y se manifiestan externamente con un desarrollo lineal. Se pueden clasificar en fisuras vivas o muertas (ver figura) 4.



**Figura 4:** clasificación de las fisuras

**Fuente:** Patología de edificaciones, módulo III, sección IV p-9 (2009).

**Diagnóstico:** Permite conocer la enfermedad (falla o defecto de la estructura), o determinar el estado en que se encuentra la edificación (condiciones de funcionamiento y resistencia).

**Pre-diagnóstico:** Consiste en un proceso previo, el cual el consultor realiza como examen inicial para una identificación de problemas en el funcionamiento de una organización.

**Columnas cortas:** Se originan cuando algún elemento, comúnmente las paredes, se encuentran adosadas a las columnas, restringiéndolas hasta donde llega la altura de las paredes.

**Vulnerabilidad:** Es la incapacidad de resistencia cuando se presenta un fenómeno amenazante, o la incapacidad para reponerse después de que ha ocurrido un desastre.

**Sismo:** Son sacudidas o movimientos bruscos del terreno, generalmente producidos por disturbios tectónicos (ocasionado por fuerzas que tienen su origen en el interior de la Tierra) o volcánicos (producido por la extrusión de magma hacia la superficie).

**FUNVISIS:** Fundación venezolana de investigaciones sismológicas.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Propósito de la investigación**

El desarrollo de esta investigación es cualitativa de tipo documental, ya que esta se encarga de recopilar y analizar datos obtenidos de distintas fuentes, con el propósito de evaluar el problema y entender que tan generalizado esté la edificación en estudio. De acuerdo a esto, Pérez (2009), basándose en el Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y tesis doctorales, de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL, 2006), define:

La investigación documental como el estudio de problemas con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento de su naturaleza, con apoyo principalmente, en trabajos previos, información y datos divulgados por medios impresos, audiovisuales o electrónicos (p. 21).

#### **3.2. Nivel de Investigación**

Arias, Op cit.

La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o Comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en el nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere (p. 24).

#### **3.3. Tipo de investigación**

Este proyecto se desarrolló bajo una investigación descriptiva, ya que es una forma confiable para conocer la realidad a través de la recolección y análisis de datos, con lo que se podría dar solución a los objetivos planteados y probar las

Hipótesis. La presente investigación se enmarcó dentro de un estudio cualitativo según los datos analizados, debido a que en la misma se medirán variables en contextos determinados, dichas mediciones serán analizadas con el fin de obtener conclusiones de las mismas, este tipo de estudio es definido según Borja (2012), de la siguiente manera:

Es aquella que plantea que una forma confiable para conocer la realidad es a través de la recolección y análisis de datos, con lo que se podría contestar las preguntas de la investigación y probar las hipótesis. Este tipo de investigación confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento de una población (pp. 11-12)

### **3.4. Diseño de la investigación**

Dentro de la investigación de tipo descriptivo se pueden mencionar los siguientes diseños: Estudios de casos, estudios de tipo evolutivo, estudios de seguimiento, análisis documental, y análisis de tendencias, en lo que respecta a la investigación planteada, el diseño de la investigación está referida a un estudio de caso. Según Ary y otros (1986), los estudios de casos están dirigidos a conocer la profundidad a una unidad de investigación, sean como individuo o como comunidad.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

Borja (2012), define la población o universo como “conjunto de elementos o sujetos que serán motivo de estudios”.

La selección de la población para el desarrollo de la presente investigación, se basó en la muestra obtenida del proyecto C.D.C.H.T titulado **Caracterización de edificaciones de concreto armado expuestas en ambientes marinos según lo establecido por la propuesta de documento técnico fononorma concreto**

**durabilidad para Iberoamérica**, la cual se determinó a base de procedimientos probabilísticos que arrojaron un total de 38 escuelas de una data poblacional de 904 edificaciones ubicadas en los municipios costeros del Estado Falcón, entre las que se encuentran centros de educación inicial, primaria, bachillerato y escuelas técnicas, cabe destacar que estas edificaciones no sólo son de concreto armado, también hay de acero estructural, madera y mixtas. La data fue suministrada por el director de la Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (FEDE) ver tabla 2.

**Tabla 2.** Listado de las Edificaciones Escolares del Estado Falcón ubicadas en los municipios costeros. Censo hasta 2013.

Municipio	Parroquias	N° de Escuelas
Acosta	2	33
Buchivacoa	6	124
Carirubana	5	130
Colina	5	43
Falcón	10	90
Los Taques	2	33
Mauroa	3	57
Miranda	8	183
Monseñor Iturriza	2	21
Piritu	2	39
José Laurencio Silva	2	38
Tocopero	1	16
Urumaco	2	38
Zamora	4	59
Total	14	904

**Fuente:** FEDE- Falcón

### 3.5.2. Muestra

Según Tamayo, T. Y Tamayo, M (1997), afirma que la muestra:

Es el grupo de individuos que se toma de la población, para estudiar un fenómeno estadístico, la misma puede determinar la problemática ya que es capaz de generar los datos con los cuales se identifican las fallas dentro del proceso. (p.38). En este proyecto, de las 38 instituciones educativas ubicadas en la franja costera del



Se entenderán por técnica, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información. La aplicación de una técnica conduce a la obtención de información, la cual debe ser guardada en un medio material de manera que los datos puedan ser recuperados, procesados, analizados e interpretados posteriormente, a dicho soporte se denomina instrumento, que se define como la recolección de datos de cualquier recurso, dispositivo o formato, que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información.

La recolección de datos es una de las etapas más importantes de la investigación, pues se obtiene información valiosa, en este caso se realizaron entrevistas tanto al personal del plantel como a la comunidad aledaña, así mismo también fue plasmada la información obtenida en planillas suministradas por FUNVISIS mediante la inspección visual, para dar respuestas a los objetivos planteados.

### **3.7. Técnica y análisis de la información**

Según Chourio (1987), establece que la estadística descriptiva son un conjunto de datos obtenidos en campo de manera ordenada, para obtener resultados y conclusiones de lo investigado.

**Estadística descriptiva**, para el análisis de las distintas variables que intervienen en el estudio, luego de recopilada y tabulada la información agrupada en las categorías antes mencionadas, se procedió a la conversión en porcentajes, con el uso de la estadística descriptiva para el análisis y discusión, de tal manera de desarrollar los objetivos.

### **3.8. Fases Metodológicas**

Luego de hacer la visita correspondiente y cumplir con los permisos requeridos por la institución para dar la solución a los objetivos planteados, se llevó a cabo el siguiente procedimiento metodológico.

**Fase I.** Clasificar el ambiente de la edificación escolar según el documento técnico FONDONORMA 4015:2012 Concreto Durabilidad.

Se analizó detalladamente la información de los datos recolectados en la inspección visual, se estableció un pre-diagnóstico y se caracterizó el ambiente donde se encuentra ubicada la estructura de concreto armado, haciendo uso de una serie de tablas (ver tabla 3).

**Tabla 3** clases de exposición relacionada con las condiciones ambientales

Clase general de exposición				Descripción
Clase	Subclase	Tipo de proceso	Designación	
No agresiva	Seco	Ninguno	C0	Interiores de edificios, no expuestos a consideraciones.
Rural / Urbana	Humedad relativa (HR) media a alta y protegidos de la lluvia.	Corrosión por carbonatación	C1	Concreto en el interior, expuesto a HR mayor a 70% (promedio anual) o a condensaciones frecuentes. Concreto en exteriores, protegido de la lluvia en zonas de HR media anual superior a 70%.
	Humedad media y expuesto a la lluvia.		C2	Concreto en exteriores expuesto a la acción del ambiente (alta temperatura y agua de la lluvia), en zonas con HR media anual inferior al 70%.
	Humedad alta y expuesto a la lluvia.		C3	Concreto en exteriores expuesto a la acción del ambiente (alta temperatura y agua de la lluvia), en zonas con HR media anual superior al 70%.
Marina	En zona Sumergida	Corrosión por cloruros	M1	Miembros de estructuras marinas sumergidas permanentemente, por debajo del nivel mínimo de bajamar.
	En zona de mareas		M3	Miembros de estructuras marinas situadas en la zona de mareas.
	En zona aérea con distancias de 5 a 500 m a la línea de la costa		M4	Miembros exteriores de estructuras en las proximidades de la línea de la costa (de 5 a 500m.)
	En zona aérea con distancias de 0 a 5 m.		M5	Miembros de estructuras marinas por encima del nivel de pleamar (salpique) a menos de 5 m de la superficie del agua.
Con cloruros de origen diferente del medio marino.	En zona húmeda, raramente seca.		C14	Piscinas y otras estructuras expuestas a escurrimientos directos de aguas salobres.
	Zona sometida a ciclos de humedad y secado.		C15	Estructuras afectadas por el escurrimiento, no continuo de aguas salobres en procesos industriales.
Ataque químico	Débil	Degradación del concreto	Q2	Miembros situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del concreto con velocidad lenta. Instalaciones industriales consisten en estructuras débilmente agresivas. Construcciones en proximidades de áreas industriales, con agresividad débil. Ver tabla 2.
	Moderado		Q3	Miembros en contacto con el agua de mar. Elementos situados en ambiente con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar degradación del concreto con velocidad media de acuerdo a la tabla 2. Estructuras marinas en general. Instalaciones industriales con sustancias de agresividad media.
	Severo		Q4	Miembros expuestos a degradación severa del concreto. Instalaciones industriales con sustancias de alta agresividad de acuerdo a la tabla 2. Instalaciones de conducción y tratamiento de aguas residuales.

Categorías de corrosividad según ISO 9223: 1 muy baja, 2 baja, 3 media, 4 alta, 5 muy alta. Adicionalmente, 0 no corrosivo C: Ataque por carbonatación .M: Ataque por ambiente marino. Q: Ataque químico

**Fuente:** documento técnico NTF 4015 –2012.

**Fase II.** Elaborar el levantamiento planimétrico y de sintomatología de fallas de una edificación escolar de concreto armado ubicada en el municipio José Laurencio Silva estado Falcón.

Durante la segunda visita se hizo una inspección visual para determinar el estado de la estructura, haciendo énfasis en fachadas, instalaciones sanitarias, cubiertas, áreas circundantes y el sistema estructural, todo esto con ayuda de los siguientes instrumentos: cámara fotográfica, cinta métrica y fisurómetro, luego se realizaron diversas entrevistas al personal administrativos y obrero de la institución, así como también a los vecinos del sector, se tomaron los datos generales de las mismas tales como: ubicación geográfica, año de construcción, año de puesta en servicio e intervenciones previas en la estructura, seguidamente se llevó a cabo el levantamiento planímetro, identificando los elementos que conforman el sistema estructural, se realizaron los planos a la institución, ya que no existían, y de esta manera se desarrolló la metodología de sintomatología de fallas presentes en las estructuras.

Con la recopilación de los datos obtenidos en la inspección visual y mediante el uso de la planilla establecida en el manual de inspección y pre diagnóstico de corrosión en estructuras de hormigón armado (Capítulo II de la red DURAR), la cual se tomó como base y se adaptó a las necesidades de la investigación, dicha planilla contiene de manera general lo siguiente:

- Información general de la estructura.
- Croquis de la estructura con elementos inspeccionados resaltados.
- Registro fotográfico donde se aprecie la sintomatología de falla del elemento inspeccionado.
- Descripción de la falla detallando extensión y gravedad del daño.
- Hipótesis planteando los posibles orígenes que causan las fallas observadas.

**Fase III.** Identificar las condiciones de riesgo sísmico cualitativa en la edificación escolar según el método de priorización de edificios para la gestión de riesgo sísmico (FUNVISIS-FONACIT-N° 2007000939, 2014).

Luego de haber cumplido con la fase I y fase II, se llevó a cabo la identificación de condiciones de riesgos sísmicos, establecida por FUNVISIS para el cálculo de índice de vulnerabilidad, riesgo y la priorización sísmica. El desarrollo de esta metodología se basa en la toma de datos característicos de las estructuras, los cuales se recopilaron al momento del desarrollo de la fase II, estos datos fueron plasmados en planillas de inspección suministradas por FUNVISIS, la misma está conformada de la siguiente manera:

- Datos generales, de los participantes, y del entrevistado.
- Identificación y ubicación de la edificación.
- Uso de la edificación.
- Capacidad de la edificación.
- Año de construcción.
- Condición del terreno
- Tipo estructural.
- Esquema de planta.
- Esquema de elevación.
- Irregularidades.
- Grado de deterioro.
- Observaciones.
- Croquis de ubicación, fallada y planta.

Para desarrollar el método de FUNVISIS, fue necesario calcular los siguientes índices:

### **Índice de vulnerabilidad, riesgo y priorización de edificaciones**

- **Índice de priorización de edificaciones**

Se define tomando en cuenta la amenaza sísmica en el sitio, la vulnerabilidad de la estructura y la importancia de la construcción. El Índice de Priorización (IP) se obtiene a partir de

$$IP = Iv \cdot Ii \cdot Ia$$

Dónde:

Iv: índice de vulnerabilidad

Ii: índice de Importancia

Ia: índice de Amenaza

- **Índice de vulnerabilidad**

La intención del cálculo de este índice no es otra que tomar en cuenta todas aquellas características propias de la estructura que puedan desencadenar un comportamiento inadecuado o deficiente a la hora de presentarse un evento sísmico, lo anterior como resultado de investigaciones realizadas a estructuras que fueron afectadas por el sismo destructivo de Cariaco en 1997, antigüedad de las edificaciones, sobre todo aquellas diseñadas con normas anteriores a 1967 y la elevada vulnerabilidad de las construcciones populares, dicho índice es definido bajo la ecuación:

$$Iv = \sum_{i=1}^6 \alpha_i \cdot I_i$$

Donde  $I_i$  es el índice de vulnerabilidad específica y  $\alpha_i$  su peso relativo, los mismos vienen expresados en la Tabla 4 de Índices de vulnerabilidad específica ( $I_i$ ) y pesos relativos ( $\alpha_i$ ).

**Tabla 4.** Índice de vulnerabilidad específica y pesos relativos.

$I_i$	Vulnerabilidad asociada con:	$\alpha_j$
$I_1$	Antigüedad y norma utilizada	0,25
$I_2$	Tipo estructural	0,35
$I_3$	Irregularidad	0,25
$I_4$	Profundidad del deposito	0,07
$I_5$	Topografía y drenajes	0,04
$I_6$	Grado de deterioro	0,04

**Fuente:** Índices de Priorización para la Gestión del Riesgo Sísmico en Edificaciones Existente 2014.

Los índices de vulnerabilidad específicos establecidos en la tabla mostrada anteriormente, son los siguientes:

- **Índice de vulnerabilidad asociada a la Antigüedad de la estructura ( $I_1$ )**

Se obtiene en base al año de construcción de la edificación según lo establece la Tabla 5 y a la norma de diseño utilizada, en la selección de estos valores se han tomado en cuenta la mayor vulnerabilidad de las construcciones diseñadas con normas antiguas, las cuales poseen menor resistencia, rigidez y capacidad de disipación de energía que las diseñadas con las normas modernas.

**Tabla 5.** Valores Índice de vulnerabilidad asociado a la antigüedad ( $I_1$ ).

Año de construcción (t)	$t \leq 1939$	$1939 < t \leq 1947$	$1947 < t \leq 1955$	$1955 < t \leq 1967$	$1967 < t \leq 1982$	$1982 < t \leq 1998$	$1998 < t \leq 2001$	$t > 2001$
$I_1$	100	80	80	90	60	30	10	15

**Fuente:** Índices de Priorización para la Gestión del Riesgo Sísmico en Edificaciones Existente 2014.

- **Índice de vulnerabilidad del tipo estructural ( $I_2$ )**

Se calcula en base al sistema estructural con el que fue construida la edificación y se indica en la Tabla 6: Esta tabla define 15 irregularidades de tipo

estructural, en caso de que una edificación posea más de un tipo estructural se recomienda asignarle el índice de tipo predominante o en todo caso asignarle el mayor valor de  $I_2$ .

**Tabla 6.** Valores Índice de vulnerabilidad del tipo estructural ( $I_2$ )

Tipo estructural		Descripción	$I_2$
1	PCA	Pórticos de concreto armado (a)	25
2	PCAP	Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto	40
3	MCA2D	Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales	10
4	MCA1D	Sistemas con muros de concreto armado de poco espesor, dispuestos en una sola dirección, como algunos sistemas del tipo túnel.	90
5	PA	Pórticos de acero	40
6	PAPT	Pórticos de acero con perfiles tubulares	60
7	PAD	Pórticos de acero diagonalizados	20
8	PAC	Pórticos de acero con cerchas	40
9	PRE	Sistemas pre-fabricados en base de grandes paneles o de pórticos	90
10	MMC	Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada	70
11	MMNC	Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada (b)	100
12	PMBCA	Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura no mayor a 2 pisos (b)	90
13	PMBCA	Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura mayor a 2 pisos (b)	95
14	VB	Viviendas de bahareque de un piso	90
15	VPC	Viviendas de construcción precaria (tierra, madera, zinc, entre otros)	100
(a) En esta estructura las paredes no interfieren con el desplazamiento lateral del pórtico y tienen estabilidad propia para movimientos en su plano y fuera de su plano.			
(b) Son aquellas construcciones típicas de los barrios de Caracas que han sido construidas sin diseño de ingeniería formal y sin seguimiento de normas técnicas.			

Fuente: Índices de Priorización para la Gestión del Riesgo Sísmico en Edificaciones Existente 2014.

- **Índice de vulnerabilidad para las irregularidades ( $I_3$ )**

Este tiene como finalidad modificar la vulnerabilidad de una edificación aumentándola en aquellas que posee irregularidades geométricas o deficiencias estructurales significativas que condicionan su desempeño sísmico en la tabla 7 se definen 11 irregularidades que son ampliamente reconocidas a nivel internacional como potenciándola de respuestas sísmicas desfavorables.

**Tabla 7.** Valores Índice de Vulnerabilidad asociado con Irregularidades.

j	Descripción de la irregularidad	$I_{3j}$
1	Ausencia de vigas altas en una o dos direcciones	40
2	Ausencia de muros en una dirección, como ocurre en algunos sistemas tipo	80

túnel		
3	Edificios de carácter frágil sin capacidad para disipar energía, como las edificaciones de adobe o de paredes de bloques que no poseen refuerzo metálico interior ni elementos de confinamiento (columnas, vigas de corona)	100
4	Presencia de al menos un entrepiso blando o débil	50
5	Presencia de columnas cortas	30
6	Discontinuidad de ejes de columnas o paredes portantes	30
7	Aberturas significativas en losas	10
<b>j</b>	<b>Descripción de la irregularidad</b>	<b>I<sub>3j</sub></b>
8	Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta o esquemas de elevación del tipo L (1)	20
9	Adosamiento a edificio adyacente:	
	(a) Losa contra losa	10
	(b) Losa contra columna	20
10	Planta de forma I, H, T, U, C o similar, sin presencia de juntas, o esbeltez excesiva horizontal	10
11	Masas que crecen significativamente con la elevación (Tipo T o pirámide invertida) o esbeltez excesiva vertical.	10
(1) Entran dentro de esta irregularidad las construcciones en pendiente con semisótanos en donde una losa está confinada por el terreno por un lado pero libre por otro lado.		

**Fuente:** Índices de Priorización para la Gestión del Riesgo Sísmico en Edificaciones Existente. 2014.

- **Índice de vulnerabilidad asociado a la profundidad del depósito (I<sub>4</sub>)**

Este índice es calculado tomando en cuenta el número de pisos de la edificación y la profundidad del depósito de sedimentos sobre el que se emplaza, como se indica en la tabla 8.

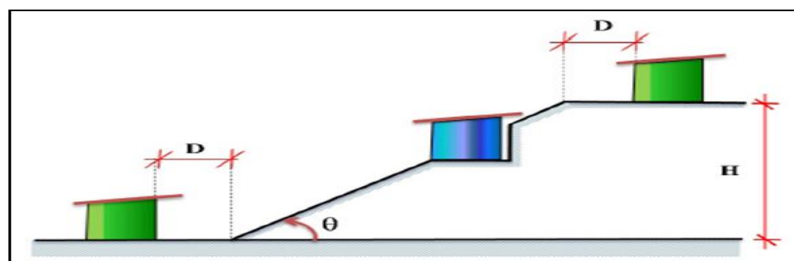
**Tabla 8:** Valores del Índice de vulnerabilidad asociado a la profundidad del depósito (I<sub>4</sub>)

Situaciones de aplicación	I <sub>4</sub>
Edificios con un número de pisos mayor que 6 y localizados en depósitos de sedimentos de profundidad mayor a 120 metros.	100
Otros casos	0

**Fuente:** Índices de Priorización para la Gestión del Riesgo Sísmico en Edificaciones Existente 2014.

- **Índice de vulnerabilidad asociado con la topografía y drenaje (I<sub>5</sub>)**

Viene dado por los valores establecidos en la Tabla 9, y su selección depende de los valores del ángulo de inclinación ( $\theta$ ) de la ladera, la altura de la ladera (H) y la distancia (D), ver figura 6.



**Figura 6.** Construcciones en las cuales se considera vulnerabilidad asociada con la topografía.

**Fuente:** Índices de Priorización para la Gestión del Riesgo Sísmico en Edificaciones Existente 2014.

**Tabla 9.** Valores del Índice de vulnerabilidad asociado con la topografía y drenaje ( $I_5$ ).

		Características	$I_5$
Localización de la estructura	Construcción sobre planicie		0
	Construcción sobre ladera con pendiente de ángulo $\theta$ dada por:	Entre 20° y 45°	50
		$\geq 45^\circ$	80
	Construcción sobre la cima o en la base de la ladera de pendiente $\theta \geq 20^\circ$ , a una distancia D:	Menor o igual a H	80
Mayor a H		0	
Existencia de drenajes		Si	0
		No	20

**Fuente:** Índices de Priorización para la Gestión del Riesgo Sísmico en Edificaciones Existente 2014.

- **Valores del índice de vulnerabilidad asociado al grado de deterioro ( $I_6$ )**

Para determinar este factor es tomado en cuenta el grado de deterioro en el que se encuentran los componentes de la estructura en estudio y se establecen en la Tabla 10 como se muestra a continuación:

**Tabla 10.** Valores del Índice de vulnerabilidad asociado al grado de deterioro ( $I_6$ ).

Componente	Grado de deterioro	$I_6$	
Estructura	(a) <b>Estructura de concreto:</b> Agrietamiento en los elementos estructurales de concreto armado y/o corrosión en acero de refuerzo.	Severo	70
		Moderado	35
		Ninguno	0
	(b) <b>Estructura de acero:</b> Corrosión en elementos de acero y/o deterioro de conexiones y/o pandeo de elementos	Severo	70
		Moderado	35
		Ninguno	0
Paredes	Arietamiento en paredes de relleno	Severo	20
		Moderado	10
		Ninguno	0
Todos	Estado general de mantenimiento	Bajo	10
		Regular	5
		Bueno	0

**Fuente:** Índices de Priorización para la Gestión del Riesgo Sísmico en Edificaciones Existente. 2014

- **Índice de Vulnerabilidad**

$$I_v = I_1 * 0.25 + I_2 * 0.35 + I_3 * 0.25 + I_4 * 0.07 + I_5 * 0.04 + I_6 * 0.04$$

- **Índice de Importancia ( $I_i$ )**

El uso de este índice dentro de esta metodología tiene como finalidad incluir los efectos del uso de las construcciones y además el número de personas (N) expuestas al momento de ocurrir un evento sísmico, en este apartado las construcciones se clasifican en 3 grupos según la Tabla 11 y el valor del índice de importancia es elegido en base al grupo al cual pertenece la construcción y el número de personas expuestas u ocupantes de la edificación, dichos valores se establecen en la Tabla 12 como se indica:

**Tabla11.** Clasificación según el uso del edificio.

Grupo	Uso del edificio
A1	Hospitales y centros de salud, estaciones de bomberos y de protección civil.
A2	Cuarteles de policía, edificios de asiento del gobierno local, regional o nacional, edificios educacionales, construcciones patrimoniales de valor excepcional, centrales eléctricas, subestaciones de alto voltaje y de telecomunicaciones, plantas de bombeo, depósitos de materias tóxicas o explosivas y centros de tráfico aéreo. Edificaciones que albergan instalaciones esenciales, de funcionamiento vital en condiciones de emergencia o cuya falla pueda dar lugar a cuantiosas pérdidas económicas. Edificios que contienen objetos de valor excepcional, como museos y bibliotecas. Edificaciones que puedan poner en peligro algunas de las de los grupos A1 y A2.
A3	Todas aquellas edificaciones no contenidas en los grupos A1 y A2 tales como viviendas, edificios de apartamentos, de oficinas, comerciales, hoteles, bancos, restaurantes, cines, teatros, almacenes y depósitos.

**Fuente:** Índices de Priorización para la Gestión del Riesgo Sísmico en Edificaciones Existente 2014.

**Tabla12.** Valores del índice de importancia ( $I_i$ ).

Grupo	N≤10	10<N≤100	100<N≤500	500<N≤1000	N>1000
A1	0,90	0,92	0,95	0,97	1
A2	0,85	0,87	0,90	0,93	0,95
A3	0,80	0,82	0,85	0,87	0,90

**Fuente:** Índices de Priorización para la Gestión del Riesgo Sísmico en Edificaciones Existente 2014.

- **Índice de Amenaza (IA)**

Este índice va referido a los valores de aceleración del terreno en roca definido para las 7 zonas sísmicas que se muestran en la tabla 13, y cuyo valor se asignan de acuerdo a la tabla 14.

Tabla 13. Zonificación sísmica de Venezuela.

ZONIFICACIÓN SÍSMICA DE VENEZUELA	
ESTADO	
FALCÓN	Zona 4: Municipios: Monseñor Iturriza, Silva. Zona 3: Resto del Estado. Zona 2: Municipios: Falcón, Carirubana, Los Taques.
GUARICO	Zona 3: Municipios: Ortíz, Juan Germán Roscio, Julián Mellado, Chaguaramas, José Tadeo Monagas, San José de Guaribe, José Félix Ribas, Pedro Zaraza, y Área del Municipio Leonardo Infante al Norte del paralelo 9º N. Zona 2: Municipios: Camaguan, San Gerónimo de Guayabal, Francisco de Miranda, El Socorro, Santa María de Ipire, Las Mercedes, y Área del Municipio Leonardo Infante al Sur del paralelo 9º N.
LARA	Zona 5: Municipios: Morán, Andrés Eloy Blanco, Jiménez, Inbarren, Palavecino, Simón Planas, Crespo. Zona 4: Municipios: Torres y Urdaneta.
MÉRIDA	Zona 5: Municipios: Tovar, Antonio Pinto Salinas, Guaraque, Sucre, Andrés Bello, Caracciolo Parra Olmedo, Justo Briceño, Miranda, Rangel, Libertador, Campo Elías, Arzobispo Chacón, Aricagua, Zea, Rivas Dávila, Julio Cesar Salas, Pueblo Llano, Cardenal Quintero, Santos Marquina y Padre Noguera. Zona 4: Municipios: Alberto Adriani, Obispo Ramos de Lora, Tulio Febres Codero y Julio César Salas.
MIRANDA	Zona 5: Municipios: Andrés Bello, Buroz, Brión, Zamora, Plaza, Sucre, Chacao, Guaicaipuro, El Hatillo, Baruta, Los Salias, Carrizal, y Áreas de los Municipios Páez y Pedro Gual al Norte de la Autopista de Oriente. Zona 4: Municipios: Urdaneta, Paz Castillo, Lander, Acevedo, Cristóbal Rojas, Simón Bolívar, Independencia, y Áreas de los Municipios Páez y Pedro Gual al Sur de la Autopista de Oriente.
MONAGAS	Zona 6: Municipios: Acosta, Piar, Caripe, Bolívar, Punceres Zona 5: Municipios: Cedeño, Ezequiel Zamora, Santa Bárbara, y Área del Municipio Maturín al Norte del paralelo 9º N. Zona 4: Municipios: Aguasay, Libertador, Uracoa, Sotillo, y Área del Municipio Maturín al Sur del paralelo 9º N.
NUEVA ESPARTA	Zona 5: Todo el Estado

Fuente: Norma Venezolana COVENIN 1756-2001 Edificaciones Sismorresistente.

Tabla 14 valores de índice de amenaza

Zona	Peligro Sísmico	A <sub>o</sub> (Covenin, 2001)	I <sub>A</sub>	
			Sin efectos topográficos	Con efectos topográficos
7	Elevado	0,40	0,90	1
6		0,35	0,80	0,88
5		0,30	0,68	0,75
4	Intermedio	0,25	0,56	0,63
3		0,20	0,45	0,50
2	Bajo	0,15	0,34	0,38
1		0,10	0,23	0,25
0		-	0,05	0,05

**Fuente:** Índice de Priorización para la Gestión del Riesgo Sísmico en Edificaciones Existente.

- **Índice de Riesgo**

Va definido por el producto del índice de amenaza y el índice de vulnerabilidad  $I_r = I_a \cdot I_v$ .

**Valoración de índices**

**Valoración de los índices de priorización ( $I_p$ ):** El objetivo que persigue el desarrollo de esta metodología no es otro que la obtención del índice de priorización, el cual depende de todos los factores involucrados en el cálculo de los índices anteriores, esto quiere decir que la priorización de la estructura a estudiar va a depender de la amenaza sísmica de la zona definida por ( $I_a$ ), la vulnerabilidad de la misma definida por ( $I_v$ ), y por el uso y cantidad de personas expuestas definido por ( $I_i$ ), todo esto conlleva a la aplicación de la siguiente ecuación:

$$I_p = I_a \cdot I_v \cdot I_i$$

La calificación de este índice se establece en la Tabla 15, donde se establecen 12 rangos que van desde la prioridad mínima a la máxima, esto obtenido a partir de los valores límites de las 7 categorías del Índice de Riesgo ( $I_r$ ) y su combinación con los valores límites de las categorías del Índice de Amenaza ( $I_a$ ).

**Tabla 15.** Valoración de los índices de priorización ( $I_p$ ).

Calificación de la Priorización	$I_p$ Rango de Valores
(Prioridad maxima) P1	$60 \leq I_p \leq 100$
P2	$50 \leq I_p < 60$
P3	$40 \leq I_p < 50$
P4	$30 \leq I_p < 40$
P5	$25 \leq I_p < 30$
P6	$20 \leq I_p < 25$
P7	$16 \leq I_p < 20$
P8	$12 \leq I_p < 16$
P9	$8 \leq I_p < 12$
P10	$5 \leq I_p < 8$

P11	$2 \leq I_p < 5$
(Prioridad mínima) P12	$0 \leq I_p < 2$

**Fuente:** Índices de Priorización para la Gestión del Riesgo Sísmico en Edificaciones Existente. 2014.

**Valoración del índice de riesgo ( $I_r$ ):** Una vez definidos el índice de amenaza ( $I_a$ ) y el índice de vulnerabilidad ( $I_v$ ) bajo los métodos descritos anteriormente, se debe proceder a calcular el índice de riesgo ( $I_r$ ), el cual se obtiene del producto de los índices anteriormente mencionados, es decir  $I_r = I_a \cdot I_v$ , para así calificar el mismo en base a 7 rangos que van desde muy bajo hasta muy elevado como se expresa en la Tabla 16.

**Tabla 16:** Valoración del índice de riesgo ( $I_r$ ).

Calificación del Riesgo	$I_r$ Rango de Valores
Muy elevado	$60 \leq I_r \leq 100$
Elevado	$40 \leq I_r < 60$
Alto	$25 \leq I_r < 40$
Media Alto	$15 \leq I_r < 25$
Medio Bajo	$8 \leq I_r < 15$
Bajo	$3 \leq I_r < 8$
Muy Bajo	$0 \leq I_r < 3$

**Fuente:** Índices de Priorización para la Gestión del Riesgo Sísmico en Edificaciones Existente. 2014.

**Valoración del índice de vulnerabilidad ( $I_v$ ):** Al obtener el índice de vulnerabilidad mediante el método establecido en el apartado anterior, se deberá proceder a valorar dicho índice calificándolo en base a 6 rangos que van desde vulnerabilidad muy baja hasta muy alta, esta valoración se establece mediante el uso de la Tabla 17.

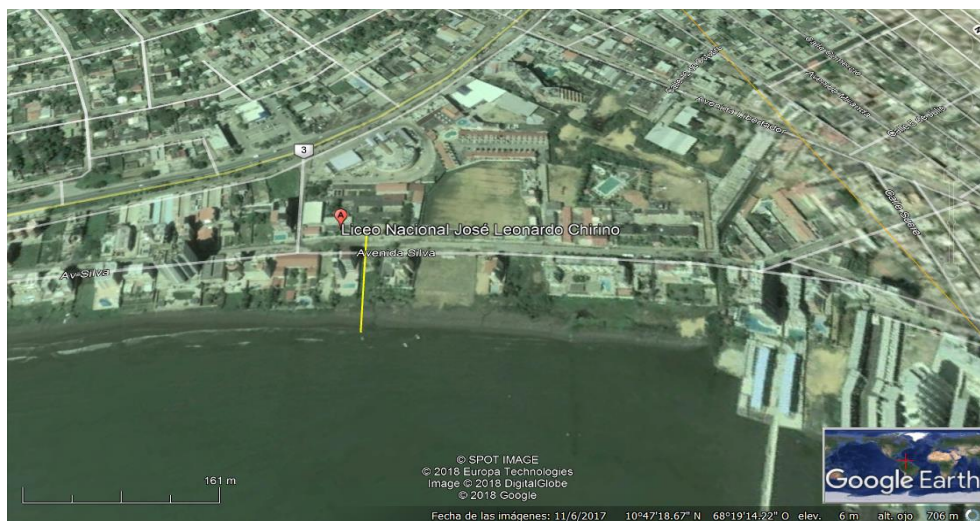
**Tabla 17** Valoración del Índice de Vulnerabilidad ( $I_v$ ).

Calificación de la Vulnerabilidad	$I_v$ Rango de Valores
Muy elevada	$60 \leq I_v \leq 100$
Elevada	$40 \leq I_v < 60$
Media Alta	$30 \leq I_v < 40$
Media Baja	$20 \leq I_v < 30$
Baja	$10 \leq I_v < 20$
Muy Baja	$0 \leq I_v < 10$

**Fuente:** Índices de Priorización para la Gestión del Riesgo Sísmico en Edificaciones  
Existente. 2014

## CAPÍTULO IV RESULTADOS

La presente investigación se fundamenta en el estudio de una institución educativa en el municipio José Laurencio Silva del estado Falcón, en el cual se realizó la caracterización del ambiente donde se encuentran ubicada la institución, dirigida bajo el marco del documento técnico FONDONORMA 4015:2012 Concreto Durabilidad, el levantamiento planimétrico y de sintomatología de falla, así como también el análisis de riesgo sísmico de las estructuras en base al método de Índice de Priorización de Edificios para la Gestión de Riesgo Sísmico propuesto por FUNVISIS, cuyos datos fueron recolectados por inspecciones bajo la metodología descrita en el capítulo anterior y cuyos resultados se muestran a continuación. La edificación antes mencionada se ubica a 129 metros de la franja costera, en la avenida Silva del municipio José Laurencio Silva en la figura 7 puede apreciarse la ubicación de la misma y específicamente en las coordenadas geográficas de Latitud:  $10^{\circ}47'18.67''\text{N}$  y Longitud:  $68^{\circ}19'14.22''\text{O}$ .



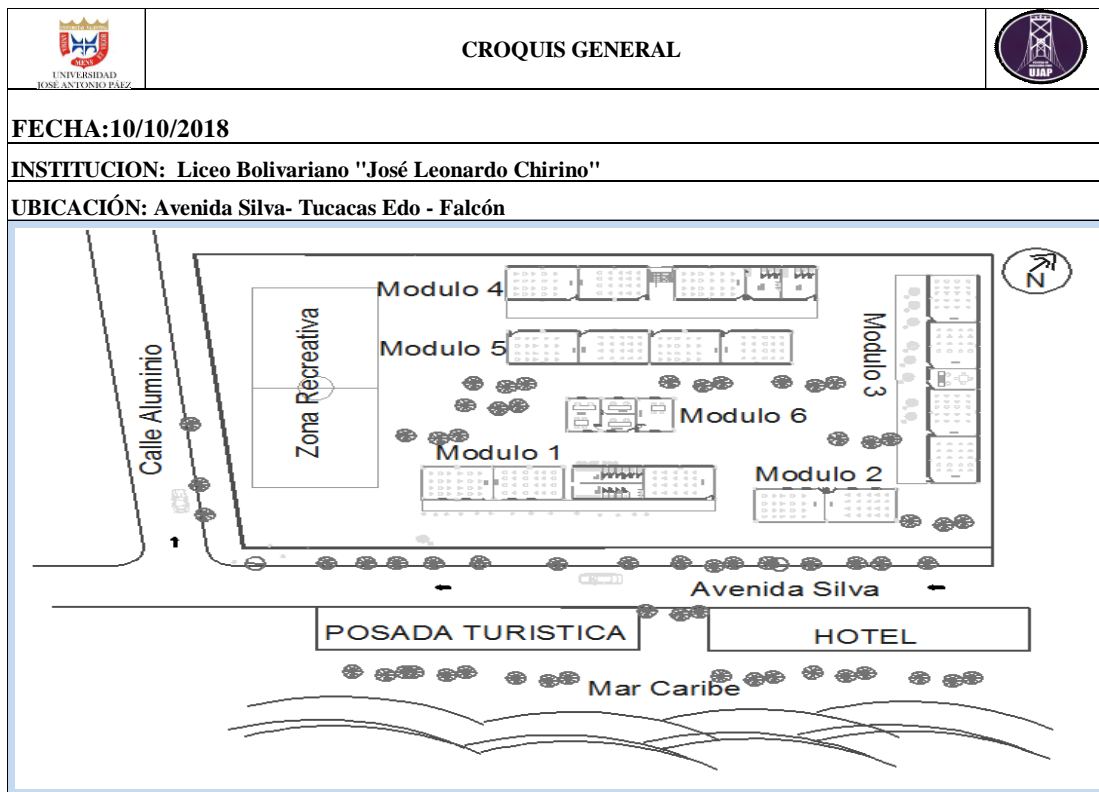
**Figura 7** .Ubicación general liceo José Leonardo Chirino  
**Fuente:** Google Earth 2018

Esta institución educativa cuenta con 970 m<sup>2</sup> de terreno cercado con una pared de bloques de concreto, y 633 m<sup>2</sup> de construcción, distribuida en 6 módulos: El primero de ellos con 195 m<sup>2</sup>, se trata de un módulo dividido tres salones y un baño cuenta con columnas de 35x50cm, vigas 35x50cm de concreto armado y losa maciza de 15 cm como cubierta de techo con 3.8 m de altura, fue construido en el año 2015 es la más reciente en la institución. El segundo un módulo de 49,02 m<sup>2</sup>, su estructura es de tipo pórtico de concreto armado de un solo nivel y losa acero maciza de 10cm como cubierta de techo, columnas de 30x35cm y vigas de 35x35cm, fue construido en el año 2000 y cuenta con dos salones. El tercer módulo construido en el año 2003 de 56 m<sup>2</sup> distribuido en cuatro salones, estructura de tipo pórticos de concreto armado relleno con paredes de bloques de arcillas, columnas de 30x30cm, vigas de 30x25cm y losa de techo maciza 30 cm. El cuarto módulo está construido desde el año 1993, consta de siete salones tres en planta baja y cuatro en el primer nivel, y posee un área de 198 m<sup>2</sup>. El quinto cuenta con una área de construcción de 50,4 m<sup>2</sup> con dos salones de estructura tipo pórtico de concreto armado, paredes de bloque de arcilla con una losa de techo de 30cm de espesor protegido con manto asfáltico y fue construido en el 2003. El módulo seis de 84 m<sup>2</sup> donde actualmente funcionan las oficinas administrativas están distribuida con tres oficinas, éste módulo tiene una particularidad, que aún cuenta con techo de asbesto, material que se encuentra discontinuado en las construcciones Venezolana, y es una estructura de tipo pórtico de concreto armado con paredes de bloques de arcillas construido en el año 1993. Se debe destacar que los elementos estructurales de concreto armado de los distintos módulos no poseen revestimientos cerámicos, solo friso y pintura.

El área circundante de toda la edificación consta de un pequeño jardín en la parte posterior del módulo uno cuyo suelo se encuentra cubierto con hierbas y en la parte cercana a los módulos se encuentran árboles a poca distancia de la pared y cercano a caminerías provocando fractura o agrietamiento de tabiquería, empozamiento de agua de lluvia por falta de drenajes, además cabe recalcar que todos los marcos de acero de puertas y ventanas presentan un avanzado estado de

oxidación debido a la corrosión marina por su cercanía al mar, Se debe destacar que la institución cuenta con insuficiente revestimiento y pintura en todas sus áreas.

Actualmente la institución recibe a 1.230 alumnos que van desde nivel media a diversificada, y un personal promedio de 68 entre administrativos, docentes y obreros que hacen vida en este plantel.



**Figura 8** .Croquis general distribución de Módulos  
**Fuente:** Propia (2018)

#### **4.1 Clasificar el ambiente del Liceo Bolivariano José Leonardo Chirino Parroquia Tucacas, Municipio José Laurencio Silva. Estado Falcón según lo establecido por el documento técnico FONDONORMA: Concreto Durabilidad NTF 4015-12.**

Para continuar con el desarrollo de la metodología planteada anteriormente, se procede a continuación a realizar la caracterización del ambiente donde se encuentra

emplazada esta institución educativa, se debe referir al marco técnico que establece el documento técnico Fondonorma Concreto. Durabilidad 4015-2012 la cual indica que El tipo de ambiente al que está sometido un elemento estructural viene definido por el conjunto de condiciones físicas, químicas y electroquímicas a las que está expuesto, lo cual que puede llegar a provocar su degradación y/o corrosión del refuerzo, como consecuencia de efectos diferentes a los de las cargas y sollicitaciones consideradas en el análisis estructural, NTF Concreto. Durabilidad 4015-2012 p. 3, es por ello que la misma establece una designación para cada clase de ambiente según el tipo de proceso que afecta a la estructura y al tipo de exposición de la misma como se muestra en la Tabla 2. Como se ha indicado anteriormente esta estructura se encuentra emplazada a 129 m de la franja costera es por ello que la clase de exposición es un ambiente marino, con una subclase ubicada en zona aérea con distancia de 5 a 500 m de la línea de costa, el proceso destructivo que ataca en este caso es la corrosión por cloruros y la designación de categoría de corrosividad según ISO 9223 es M4 (alta corrosividad). Conocido el agente agresivo inducido por las condiciones ambientales, la norma antes mencionada indica Tabla 3. Valores límites recomendados para la composición y propiedades del concreto, una serie de recomendaciones en cuanto a las características idóneas que debe tener la mezcla de concreto específicamente relación a/c, cantidad de mínima cemento, y espesor de recubrimiento según el proceso que le afecta. En este sentido, por tratarse de estructuras ya construidas y por la imposibilidad de contar con la información necesaria acerca del diseño de mezcla implementado, el espesor de recubrimiento es el parámetro que se analizará, según lo indicado en la tabla antes mencionada, el espesor de recubrimiento mínimo recomendado para una categoría de corrosividad M4 es de 50 mm, esto para garantizar la durabilidad del concreto.

#### **4.2 Elaborar el levantamiento planimétrico y de sintomatología de fallas de una edificación escolar de concreto armado ubicada en municipio José Laurencio Silva del Estado Falcón.**

Para continuar con el desarrollo de la metodología planteada anteriormente durante la inspección visual se procedió a inspeccionar las condiciones de servicio de los diferentes subsistemas a los que se tuvo acceso, se realizaron inspecciones detalladas a la estructura, principalmente a los elementos estructurales del sistema primario como vigas y columnas, y a los del sistema secundario como las losas, además de los subsistemas como cerramientos, ya que estos son de vital importancia a la hora de establecer un pre-diagnóstico; estos fueron analizados de la siguiente manera:




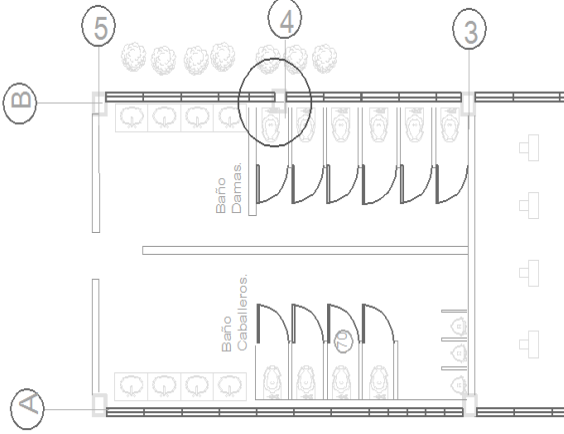

**Instalaciones sanitarias:** este sistema se caracterizó por presentar deterioro en los revestimientos de cerámica, humedad y filtraciones localizada en paredes y techos.

**Cubiertas:** en el estudio de este sistema se tomaron en cuenta elementos que forman parte del sistema estructural secundario como la cubierta de techo la cual se encuentra afectada por el envejecimiento del manto asfáltico y en algunos de los módulos se encuentran techado de asbesto lo cual ese tipo de material es obsoleto y nocivo para la salud, también se incluyó en este apartado los cerramientos.




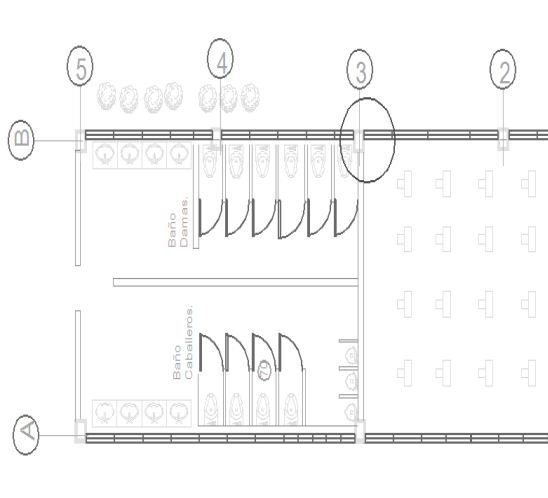

**Fachadas:** se realizó la evaluación de este subsistema debido a que el mismo expone a los elementos que lo conforman al contacto directo con el ambiente agresivo que le rodea, y que pudieron generar síntomas de fallas en el interior de la estructura.

**Áreas Circundantes:** se inspeccionaron las áreas adyacentes a las estructuras en estudio debido a que estas forman parte del ambiente que incide directamente en el comportamiento y condición de servicio de la misma.




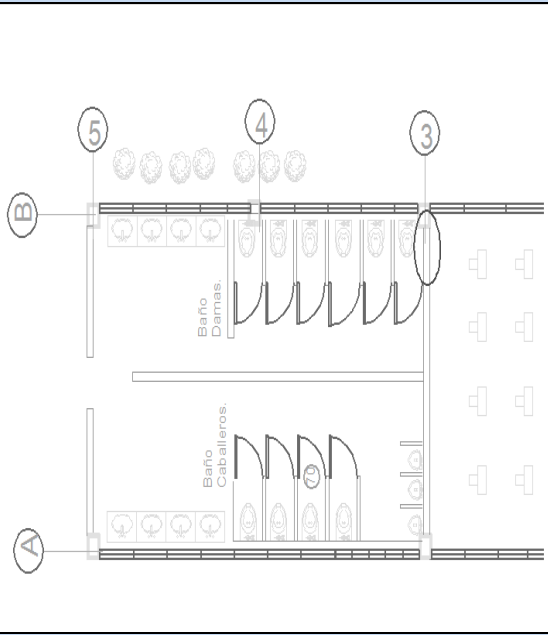

**Sistema estructural:** se realizó detalladamente la inspección de los elementos como viga, columnas y losas que son parte fundamental y principal de la estructura. Luego de la información recolectada, se llevó a cabo el llenado de la planilla antes mencionada en la metodología con las diferentes fallas encontradas.

 UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ	<b>PLANILLA DE INSPECCIÓN          VISUAL</b>	<b>Fecha de Insp:</b> 10/10/2018	
		<b>Ficha:</b> 01-17	
		<b>Modulo:</b> 01	
<b>Nombre de la Institucion: Liceo Bolivariano "José Leonardo Chirino"</b>			
<b>Ubicación:</b> Avenida Silva- Tucacas Edo - Falcón		<b>Edad:</b> 3años (2015)	
<b>Tipode Estructura:</b> Aporticada de Concreto Armado		<b>Elemento:</b> Columna B-4	
<b>Fotografía</b>		<b>Plano del Área de Estudio:</b>	
			
<b>Fallas Observadas en la Estructura:</b>		<b>Hipotesis de Falla:</b>	
Grieta Tansversal en columna con dirección horizontal con medidas de 2.5 mm de ancho y 200mm de largo.		Este tipo de Grieta probablemente es causada por el exceso de carga en el elemento, que le origina una cierta flexión, Generalmente Al ocurrir el sismo, la losa del techo arrastra lateralmente a la columna haciéndola chocar contra la zona superior del alféizar (elemento más rígido que la columna).	
<b>Elaborado por:</b> Hidalgo Darielys y Rizeq Frank			
<b>Revisado por:</b> Ing. Olavarrieta María A.			
<b>Aprobado por:</b> Ing. Olavarrieta María A.			




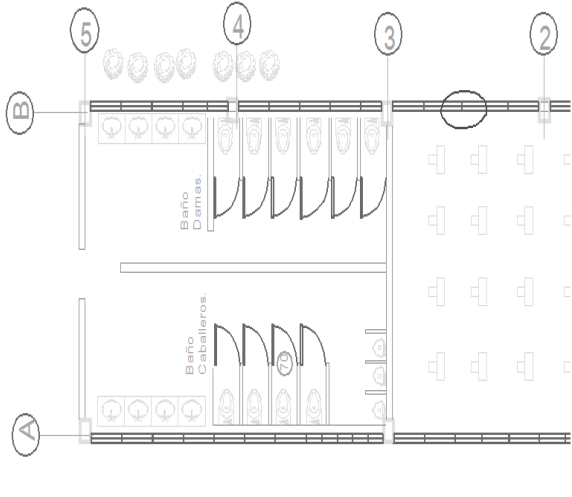

**Figura 9.** Planilla 1. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO”  
**Fuente:** Propia (2018).

	<b>PLANILLA DE INSPECCIÓN VISUAL</b>	<b>Fecha de Insp:</b> 10/10/2018	
		<b>Ficha:</b> 02-17	
		<b>Modulo:</b> 01	
<b>Nombre de la Institucion: Liceo Bolivariano "José Leonardo Chirino"</b>			
<b>Ubicación: Avenida Silva- Tucacas Edo - Falcón</b>			<b>Edad: 3años (2015)</b>
<b>Tipode Estructura: Aporticada de Concreto Armado</b>			<b>Elemento: Columna B-3</b>
<b>Fotografía</b>		<b>Plano del Área de Estudio:</b>	
			
<b>Fallas Observadas en la Estructura:</b>		<b>Hipotesis de Falla:</b>	
Fisura trasversal superficial en columna localizada en la parte lateral externa de 2 mm de ancho y 280 mm largo con dirección horizontal		La falla observada se presume que fue producida por Asentamientos diferenciales formando fisuras crecientes que pueden ocasionar daños severos al elemento estructural.	
<b>Elaborado por: Hidalgo Darielys y Riquez Frank</b>			
<b>Revisado por: Ing. Olavarrieta María A.</b>			
<b>Aprobado por: Ing. Olavarrieta María A.</b>			




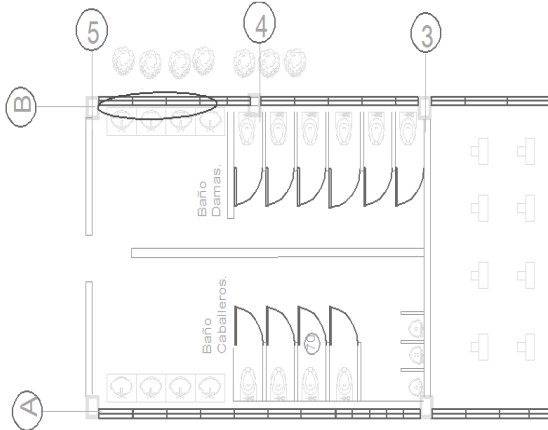

**Figura 10.** Planilla 2. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO”  
**Fuente:** Propia (2018)

 <p>UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ</p>	<b>PLANILLA DE INSPECCIÓN VISUAL</b>	Fecha de Insp:	
		10/10/2018	
		Ficha: 03-17	
		Modulo: 01	
Nombre de la Institucion: Liceo Bolivariano "José Leonardo Chirino"			
Ubicación: Avenida Silva- Tucacas Edo - Falcón		Edad: 3años (2015)	
Tipode Estructura: Aporticada de Concreto		Elemento: Pared ubicada entre los ejes B3-A3	
Fotografía		Plano del Área de Estudio:	
			
<b>Fallas Observadas en la Estructura:</b>		<b>Hipotesis de Falla:</b>	
<p>Fisura Longitudinal superficial en Pared (Parte interna del aula ) con medidas de 1,3 mm de ancho y 310 mm largo con dirección horizontal</p>		<p>La falla observada se presume que fue producida por Asentamientos diferenciales formando fisuras crecientes que pueden ocasionar daños severos al elemento estructural.</p>	
Elaborado por: Hidalgo Darielys y Rizek Frank			
Revisado por: Ing. Olavarrieta María A.			
Aprobado por: Ing. Olavarrieta María A.			




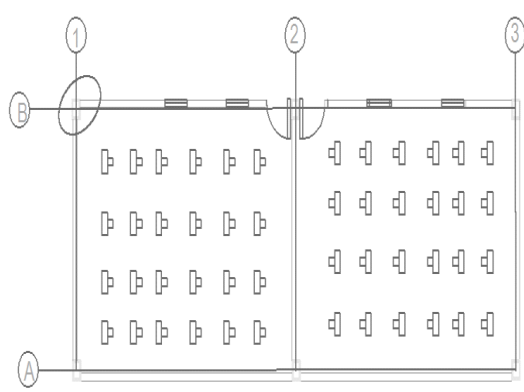

**Figura 11.** Planilla 3. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO”  
Fuente: Propia (2018)

	<b>PLANILLA DE INSPECCIÓN VISUAL</b>	<b>Fecha de Insp:</b> 10/10/2018	
		<b>Ficha:</b> 04-17	
		<b>Modulo:</b> 01	
<b>Nombre de la Institucion: Liceo Bolivariano "José Leonardo Chirino"</b>			
<b>Ubicación:</b> Avenida Silva- Tucacas Edo - Falcón		<b>Edad:</b> 3 años (2015)	
<b>Tipode Estructura:</b> Aporticada de Concreto		<b>Elemento:</b> Pared entre el eje 2B y 3B	
<b>Fotografía</b>	<b>Plano del Área de Estudio:</b>		
			
<b>Fallas Observadas en la Estructura:</b>	<b>Hipotesis de Falla:</b>		
Fisura Longitudinal Superficial en Pared (Parte interna del aula) de 1.6 mm ancho y 34 mm de largo con dirección horizontal	La falla observada se presume que fue producida por Asentamientos diferenciales formando fisuras crecientes que pueden ocasionar daños severos al elemento estructural.		
<b>Elaborado por:</b> Hidalgo Darielys y Riquez Frank			
<b>Revisado por:</b> Ing. Olavarrieta María A.			
<b>Aprobado por:</b> Ing. Olavarrieta María A.			



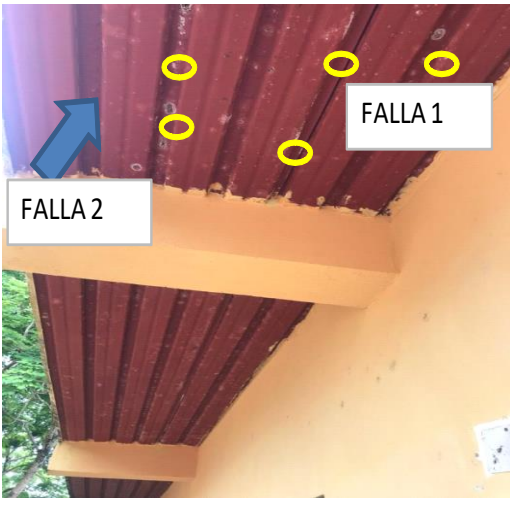
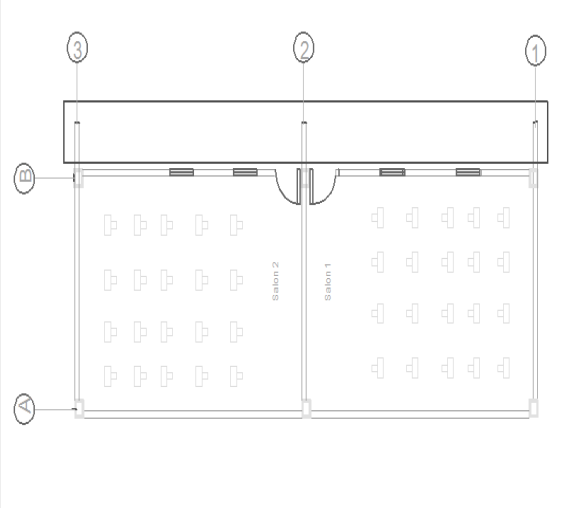

**Figura 12.** Planilla 4. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO”  
**Fuente:** Propia (2018)

	<b>PLANILLA DE INSPECCIÓN VISUAL</b>	Fecha de Insp:	
		10/10/2018	
		Ficha: 05-17	
		Modulo: 01	
<b>Nombre de la Institucion: Liceo Bolivariano "José Leonardo Chirino"</b>			
<b>Ubicación: Avenida Silva- Tucacas Edo - Falcón</b>			<b>Edad: 3años (2015)</b>
<b>Tipode Estructura: Aporticada de Concreto</b>			<b>Elemento: Pared Parte exterior entre los ejes B5-B4</b>
<b>Fotografía</b>		<b>Plano del Área de Estudio:</b>	
			
<b>Fallas Observadas en la Estructura:</b>		<b>Hipotesis de Falla:</b>	
Humedad localizada en cerramiento con extension de 6 m de ancho y 0,7 m de alto, Formacion de moho.		La falla es originada por el inadecuado funcionamiento de las instalaciones sanitarias, las cuales se encuentran colapsadas causando escapes de agua que se acumulan en el piso y humedecen el cerramiento. La construcción inadecuada de jardines, pendientes perimetrales y siembra de arboles intensifican al crecimiento de humedad y formación de moho.	
<b>Elaborado por: Hidalgo Darielys y Riquez Frank</b>			
<b>Revisado por: Ing. Olavarrieta María A.</b>			
<b>Aprobado por: Ing. Olavarrieta María A.</b>			



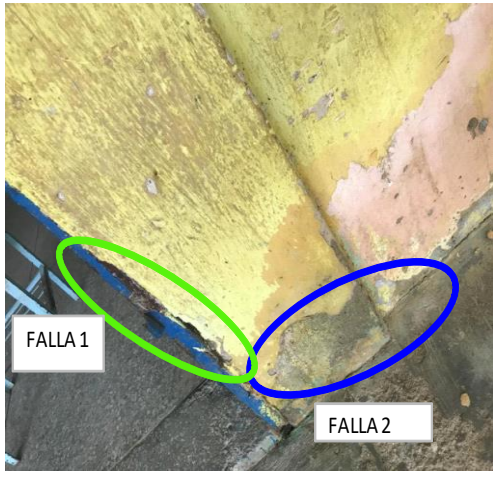
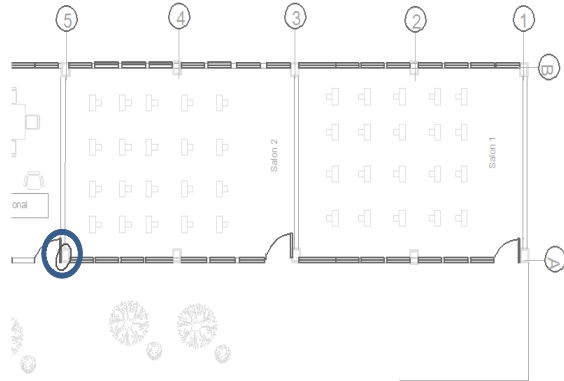

**Figura 13.** Planilla 5. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSE LEONARDO CHIRINO”  
**Fuente:** Propia (2018).

	<b>PLANILLA DE INSPECCIÓN VISUAL</b>	<b>Fecha de Insp:</b> 10/10/2018	
		<b>Ficha:</b> 06-17	
		<b>Modulo:</b> 02	
<b>Nombre de la Institucion: Liceo Bolivariano "José Leonardo Chirino"</b>			
<b>Ubicación: Avenida Silva- Tucacas Edo - Falcón</b>		<b>Edad: 18 años (2000)</b>	
<b>Tipode Estructura: Aportricada de Concreto</b>		<b>Elemento: Columna Eje B-1</b>	
<b>Fotografía</b>		<b>Plano del Área de Estudio:</b>	
			
<b>Fallas Observadas en la Estructura:</b>		<b>Hipotesis de Falla:</b>	
Desprendimiento del concreto y exposición del acero de refuerzo con el núcleo parcialmente destruido, corrosión del acero de refuerzo, Pintura descascaradas, recubrimiento insuficiente.		La falla observada es ocasionada por un impacto en la barra acero de refuerzo provocando el desprendimiento del concreto y la aceleracion del proceso de corrosión en el nucleo debilitando la columna y tendra efectos muy negativos en la funcionalidad de la columna.	
<b>Elaborado por: Hidalgo Darielys y Riquez Frank</b>			
<b>Revisado por: Ing. Olavarrieta María A.</b>			
<b>Aprobado por: Ing. Olavarrieta María A.</b>			

**Figura 14.** Planilla 6. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO”  
**Fuente:** Propia (2018).




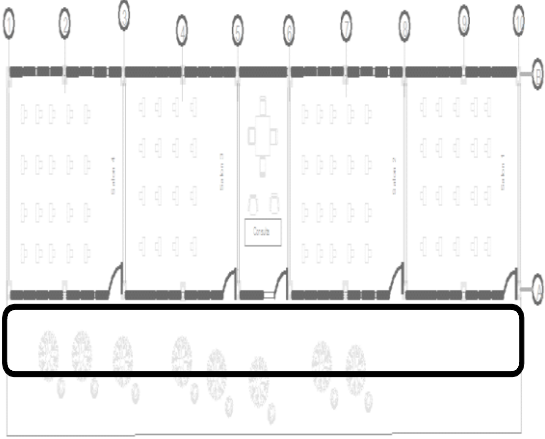

 <p>UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ</p>	<b>PLANILLA DE INSPECCIÓN VISUAL</b>	Fecha de Insp:	
		10/10/2018	
		Ficha: 07-17	
		Modulo: 02	
Nombre de la Institucion: Liceo Bolivariano "José Leonardo Chirino"			
Ubicación: Avenida Silva- Tucacas Edo - Falcón		Edad: 18años (2000)	
Tipode Estructura: Aporticada de Concreto		Elemento: Toda la losa de techo	
Fotografía		Plano del Área de Estudio:	
			
Fallas Observadas en la Estructura:		Hipotesis de Falla:	
<p>Falla 1: Corrosión general en losa metalizada Galvanizada</p> <p>Falla 2: Colocación invertida de la lámina de losacero</p>		<p>Falla 1: Una mala selección del material e incorrecta colocación de la losacero, ya que no es adecuado para la zona pues se requiere un mantenimiento continuo y periodico de lo cual carecen las edificaciones escolares.</p> <p>Falla 2: falla constructiva por inexperiencia del operador y de la supervisión.</p>	
Elaborado por: Hidalgo Darielys y Riquez Frank			
Revisado por: Ing. Olavarrieta María A.			
Aprobado por: Ing. Olavarrieta María A.			

**Figura 15.** Planilla 7. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO”  
Fuente: Propia (2018)




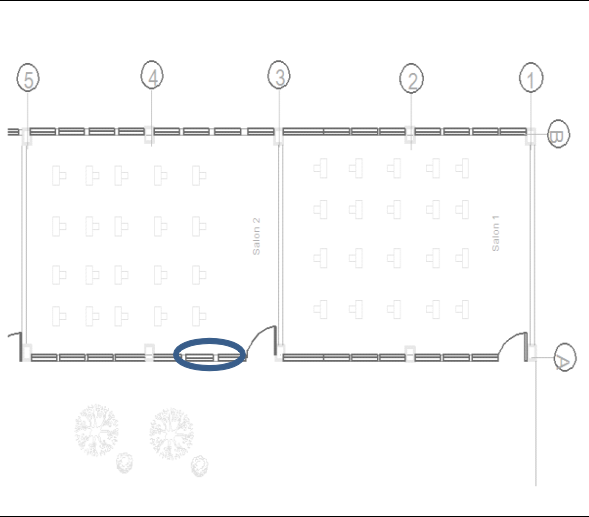

 <p>UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ</p>	<b>PLANILLA DE INSPECCIÓN VISUAL</b>	<b>Fecha de Insp:</b> 10/10/2018	
		<b>Ficha:</b> 08-17	
		<b>Modulo:</b> 03	
<b>Nombre de la Institucion: Liceo Bolivariano "José Leonardo Chirino"</b>			
<b>Ubicación: Avenida Silva- Tucacas Edo - Falcón</b>		<b>Edad: 15años (2003)</b>	
<b>Tipode Estructura: Aporticada de Concreto</b>		<b>Elemento:Columna 5A</b>	
<b>Fotografía</b>		<b>Plano del Área de Estudio:</b>	
			
<b>Fallas Observadas en la Estructura:</b>		<b>Hipotesis de Falla:</b>	
<p>Falla 1: Corrosión en marco de puerta. Falla 2:Erosión de la superficie del concreto en la parte inferior de la columna</p>		<p>Falla 1: El proceso de corrosión en marco de puerta se deben a la presencia de cloruros en el ambiente y el mantenimiento con pintura anticorrosiva protectora para la corrosión. Falla 2: Este tipo de falla se produce por el lavado de la pasta cementante producto de la humedad lo que hace que se desprendan y queden a la vista los agregados finos y gruesos.</p>	
<b>Elaborado por: Hidalgo Darielys y Rizez Frank</b>			
<b>Revisado por: Ing. Olavarrieta María A.</b>			
<b>Aprobado por: Ing. Olavarrieta María A.</b>			

**Figura 16.** Planilla 8. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO”

**Fuente:** Propia (2018).




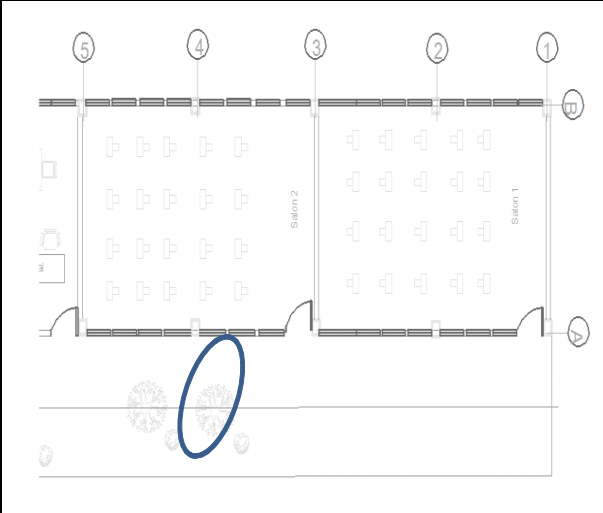

	<b>PLANILLA DE INSPECCIÓN VISUAL</b>	Fecha de Insp:	
		10/10/2018	
		Ficha: 09-17	
		Modulo: 03	
<b>Nombre de la Institucion: Liceo Bolivariano "José Leonardo Chirino"</b>			
<b>Ubicación: Avenida Silva- Tucacas Edo - Falcón</b>		<b>Edad: 15 años (2003)</b>	
<b>Tipode Estructura: Aporticada de Concreto</b>		<b>Elemento: Borde perimetral de la losa de techo</b>	
<b>Fotografía</b>		<b>Plano del Área de Estudio:</b>	
			
<b>Fallas Observadas en la Estructura:</b>		<b>Hipotesis de Falla:</b>	
Formación de moho y Humedad en el borde perimetral de losa de techo		Este tipo de falla se produce por La Falta de mantenimiento periodicamente en toda la losa de techo y desperdicios de el arbol traeria como consecuencia la formación de moho.	
<b>Elaborado por: Hidalgo Darielys y Rizequez Frank</b>			
<b>Revisado por: Ing. Olavarrieta María A.</b>			
<b>Aprobado por: Ing. Olavarrieta María A.</b>			

**Figura 17.** Planilla 9. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO”  
**Fuente:** Propia (2018).

	<b>PLANILLA DE INSPECCIÓN VISUAL</b>	<b>Fecha de Insp:</b> 10/10/2018	
		<b>Ficha:</b> 10-17	
		<b>Modulo:</b> 03	
<b>Nombre de la Institucion: Liceo Bolivariano "José Leonardo Chirino"</b>			
<b>Ubicación:</b> Avenida Silva- Tucacas Edo - Falcón		<b>Edad:</b> 15años (2003)	
<b>Tipode Estructura:</b> Aporticada de Concreto		<b>Elemento:</b> Pared Entre los ejes A4 y A3	
<b>Fotografía</b>	<b>Plano del Área de Estudio:</b>		
			
<b>Fallas Observadas en la Estructura:</b>	<b>Hipotesis de Falla:</b>		
Erosión de la superficie del concreto en la parte inferior de la pared	Este tipo de falla se produce por el lavado de la pasta cementante producto de la humedad lo que hace que se desprendan y queden a la vista los agregados finos y gruesos.		
<b>Elaborado por:</b> Hidalgo Darielys y Riquez Frank			
<b>Revisado por:</b> Ing. Olavarrieta María A.			
<b>Aprobado por:</b> Ing. Olavarrieta María A.			




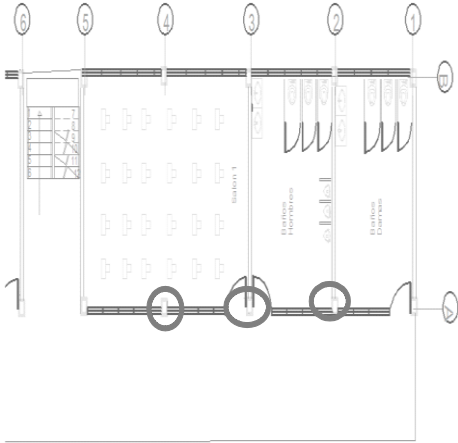

**Figura 18.** Planilla 10. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO”

**Fuente:** Propia (2018).

 <p>UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ</p>	<b>PLANILLA DE INSPECCIÓN VISUAL</b>	Fecha de Insp:	
		10/10/2018	
		Ficha: 11-17	
		Modulo: 03	
Nombre de la Institucion: Liceo Bolivariano "José Leonardo Chirino"			
Ubicación: Avenida Silva- Tucacas Edo - Falcón		Edad: 15 años (2003)	
Tipode Estructura: Aportricada de Concreto		Elemento: Camineria entre el eje A4-A3	
Fotografía		Plano del Área de Estudio:	
			
<b>Fallas Observadas en la Estructura:</b>		<b>Hipotesis de Falla:</b>	
Fractura y agrietamiento de camineria en el área circundante		Se presenta esta tipo de falla debido a la conformacion inadecuada del terreno circundante y la siembra de árboles con raíces horizontales, invasivas a una distancia inferior de 3m de los elementos estructurales.	
Elaborado por: Hidalgo Darielys y Rizeq Frank			
Revisado por: Ing. Olavarrieta María A.			
Aprobado por: Ing. Olavarrieta María A.			




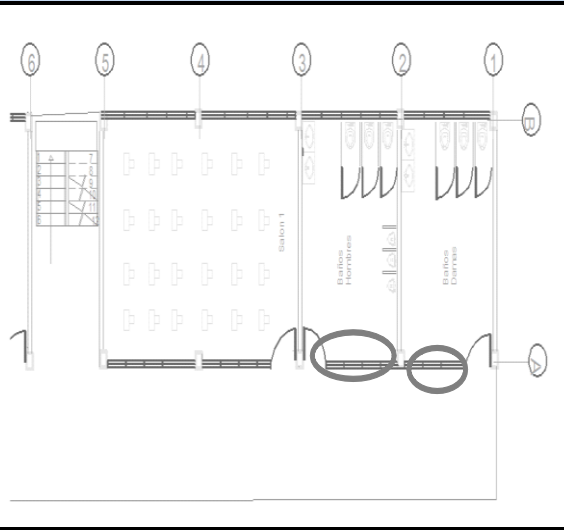

**Figura 19.** Planilla 11. Fallas Observadas Liceo Bolivariano "JOSÉ LEONARDO CHIRINO"

**Fuente:** Propia (2018)




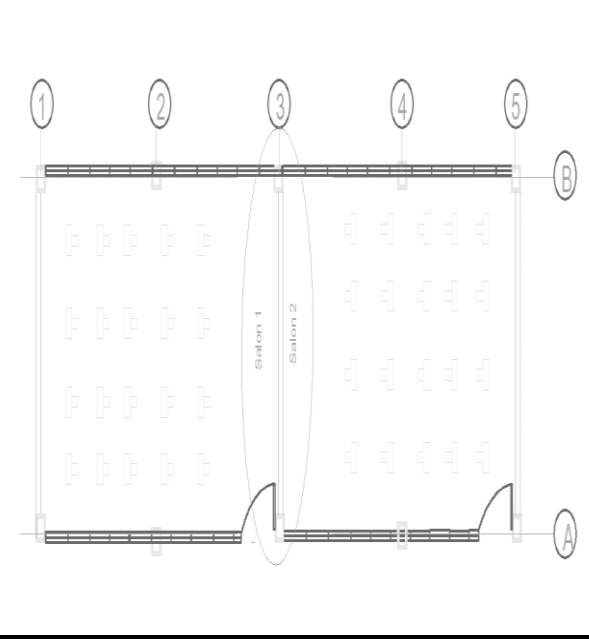

 <p>UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ</p>	<b>PLANILLA DE INSPECCIÓN VISUAL</b>	<b>Fecha de Insp:</b> 10/10/2018	
		<b>Ficha:</b> 12-17	
		<b>Modulo:</b> 04	
<b>Nombre de la Institucion: Liceo Bolivariano "José Leonardo Chirino"</b>			
<b>Ubicación: Avenida Silva- Tucacas Edo - Falcón</b>		<b>Edad: 15años (2003)</b>	
<b>Tipode Estructura: Aporticada de Concreto</b>		<b>Elemento:Columnas de fachada Frontal del modulo en el eje A</b>	
<b>Fotografía</b>		<b>Plano del Área de Estudio:</b>	
			
<b>Fallas Observadas en la Estructura:</b>		<b>Hipotesis de Falla:</b>	
Efecto Columna corta		Se presenta este tipo de falla cuando se restringe parcialmente el desplazamiento lateral de la columna generalmente mediante paredes de mampostería,	
<b>Elaborado por: Hidalgo Darielys y Rizez Frank</b>			
<b>Revisado por: Ing. Olavarrieta María A.</b>			
<b>Aprobado por: Ing. Olavarrieta María A.</b>			

**Figura 20.** Planilla 12. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO”




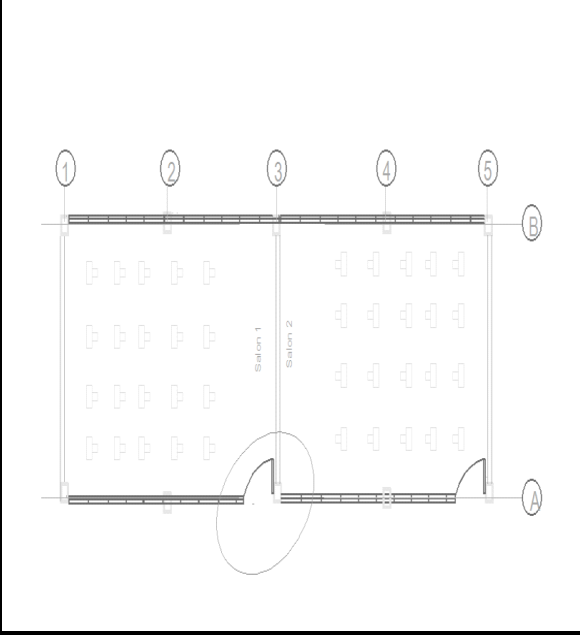

**Fuente:** Propia (2018)

 <p>UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ</p>	<b>PLANILLA DE INSPECCIÓN VISUAL</b>	<b>Fecha de Insp:</b> 10/10/2018	
		<b>Ficha:</b> 13-17	
		<b>Modulo:</b> 04	
<b>Nombre de la Institucion: Liceo Bolivariano "José Leonardo Chirino"</b>			
<b>Ubicación:</b> Avenida Silva- Tucacas Edo - Falcón			<b>Edad:</b> 15años (2003)
<b>Tipode Estructura:</b> Aporticada de Concreto			<b>Elemento:</b> Todos los marcos de puertas y ventanas del modulo
<b>Fotografía</b>		<b>Plano del Área de Estudio:</b>	
			
<b>Fallas Observadas en la Estructura:</b>		<b>Hipotesis de Falla:</b>	
<p>Corrosion en todos los marcos de puertas y ventanas</p>		<p>El proceso de corrosión en marco de puerta se deben a la presencia de cloruros en el ambiente y la falta de mantenimiento periodicamente con pintura anticorrosiva protectora para la corrosión.</p>	
<b>Elaborado por:</b> Hidalgo Darielys y Rizeq Frank			
<b>Revisado por:</b> Ing. Olavarrieta María A.			
<b>Aprobado por:</b> Ing. Olavarrieta María A.			




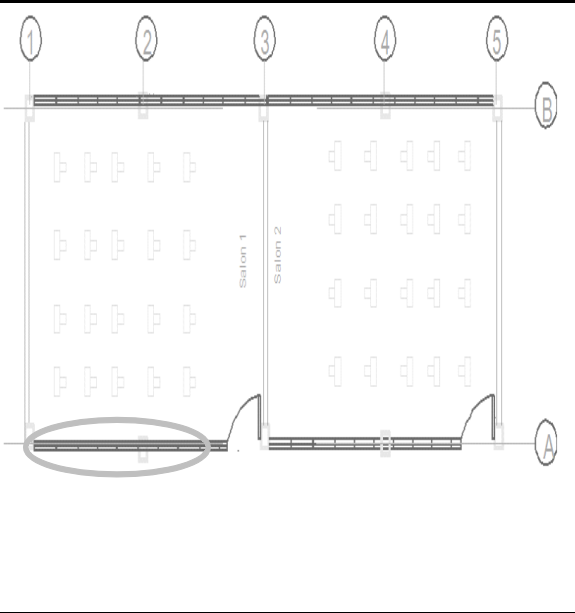

**Figura 21.** Planilla 13. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO”  
**Fuente:** Propia (2018).

	<b>PLANILLA DE INSPECCIÓN VISUAL</b>	Fecha de Insp:	
		10/10/2018	
		Ficha: 14-17	
		Modulo: 03	
<b>Nombre de la Institucion: Liceo Bolivariano "José Leonardo Chirino"</b>			
<b>Ubicación: Avenida Silva- Tucacas Edo - Falcón</b>			<b>Edad: 15 años (2003)</b>
<b>Tipode Estructura: Aporticada de Concreto</b>			<b>Elemento: Viga A3- B3</b>
<b>Fotografía</b>		<b>Plano del Área de Estudio:</b>	
			
<b>Fallas Observadas en la Estructura:</b>		<b>Hipotesis de Falla:</b>	
<p>Fisura con espesor mayor a 2mm en la esquina superior izquierda con una inclinacion a 45 grados, extendiendose a lo largo de la junta losa de techo / pared, Humedad en la losa de techo.</p>		<p>La fisura observada se puede suponer que sea originada por algun asentamiento diferencial que produce la separacion entre la pared y la losa. La humedad observada tiene como origen la falla por envejecimiento del manto de impermeabilizacion del nivel techo.</p>	
<b>Elaborado por: Hidalgo Darielys y Rizequez Frank</b>			
<b>Revisado por: Ing. Olavarrieta María A.</b>			
<b>Aprobado por: Ing. Olavarrieta María A.</b>			




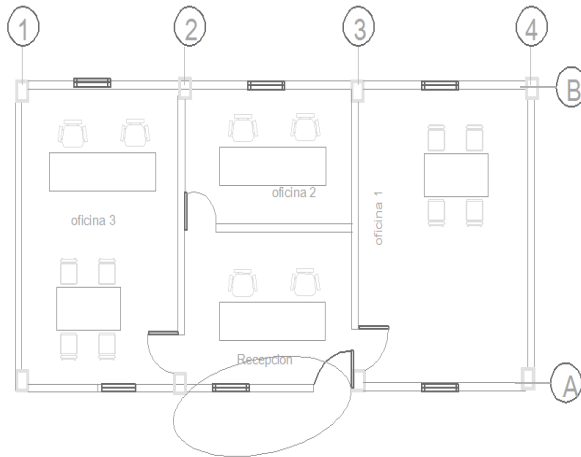

**Figura 22.** Planilla 14. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO”  
**Fuente:** Propia (2018).

	<b>PLANILLA DE INSPECCIÓN VISUAL</b>	Fecha de Insp:	
		10/10/2018	
		Ficha: 15-17	
		Modulo: 05	
<b>Nombre de la Institucion: Liceo Bolivariano "José Leonardo Chirino"</b>			
<b>Ubicación: Avenida Silva- Tucacas Edo - Falcón</b>			<b>Edad: 15años (2003)</b>
<b>Tipode Estructura: Aporticada de Concreto</b>			<b>Elemento: Dintel de la puerta entre los ejes A3-A2</b>
<b>Fotografía</b>		<b>Plano del Área de Estudio:</b>	
			
<b>Fallas Observadas en la Estructura:</b>		<b>Hipotesis de Falla:</b>	
Exposicion de acero de refuerzo transversal , desprendimiento de friso, Espesor de recubrimiento menor a 0,5 cm.		Se puede observar la perdida de capas de concreto por esfuerzos internos de tracción en la masa de concreto causados por diversos factores entre ellos la corrosión, tensiones internas.	
<b>Elaborado por: Hidalgo Darielys y Riquez Frank</b>			
<b>Revisado por: Ing. Olavarrieta María A.</b>			
<b>Aprobado por: Ing. Olavarrieta María A.</b>			

**Figura 23.** Planilla 15. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO”  
**Fuente:** Propia (2018)

 <p>UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ</p>	<b>PLANILLA DE INSPECCIÓN VISUAL</b>	Fecha de Insp:	
		10/10/2018	
		Ficha: 16-17	
		Modulo: 05	
Nombre de la Institucion: Liceo Bolivariano "José Leonardo Chirino"			
Ubicación: Avenida Silva- Tucacas Edo - Falcón		Edad: 15años (2003)	
Tipode Estructura: Aporticada de Concreto		Elemento: todos marcos de puertas y ventanas	
Fotografía		Plano del Área de Estudio:	
			
Fallas Observadas en la Estructura:		Hipotesis de Falla:	
marcos de puertas y ventanas presentan avanzado estado de oxidación.		la corrosión del acero en marcos de ventanas y puertas viene dada porque no existe el recubrimiento adecuado de las piezas con pintura anticorrosiva ya que se encuentra en un ambiente agresivo.	
Elaborado por: Hidalgo Darielys y Ríquez Frank			
Revisado por: Ing. Olavarrieta María A.			
Aprobado por: Ing. Olavarrieta María A.			

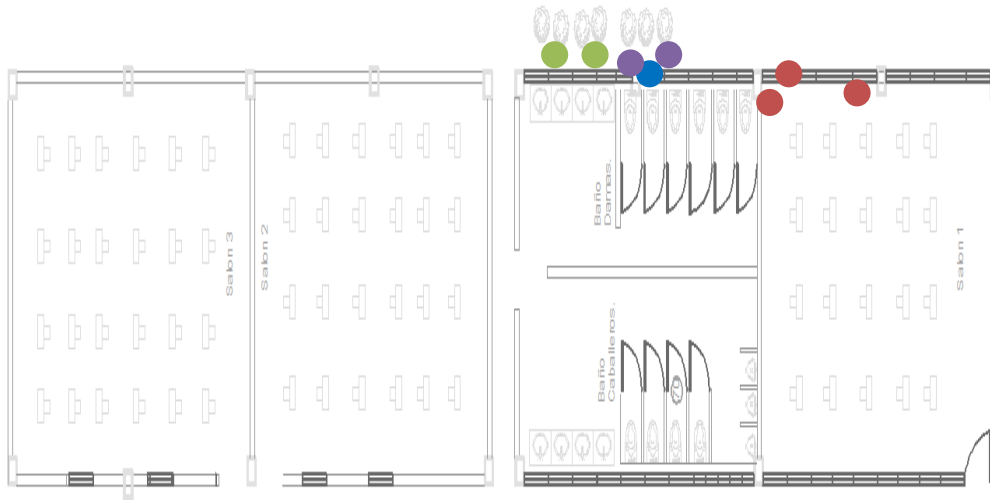
**Figura 24.** Planilla 16. Fallas Observadas Liceo Bolivariano “JOSÉ LEONARDO CHIRINO”  
Fuente: Propia (2018).

	<b>PLANILLA DE INSPECCIÓN VISUAL</b>	Fecha de Insp:	
		10/10/2018	
		Ficha: 17-17	
		Modulo: 06	
<b>Nombre de la Institucion: Liceo Bolivariano "José Leonardo Chirino"</b>			
<b>Ubicación: Avenida Silva- Tucacas Edo - Falcón</b>		<b>Edad: 25 años (1993)</b>	
<b>Tipode Estructura: Aporticada de Concreto</b>		<b>Elemento: Pared (parte Exterior ) Entre los ejes A2-A3</b>	
<b>Fotografía</b>		<b>Plano del Área de Estudio:</b>	
			
<b>Fallas Observadas en la Estructura:</b>		<b>Hipotesis de Falla:</b>	
<p>Grieta con dirección horizontal de 4mm de ancho y 320 mm de largo en la cara superior de la pared.</p>		<p>De acuerdo a los distintos materiales que forman los suelos y la pared exterior del edificio tienen distinto grado de dilatación, lo que hace que en su unión, si es muy rígida, se produzcan tensiones que acaben formando grietas horizontales en las caras superior o inferiores.</p>	
<b>Elaborado por: Hidalgo Darielys y Riquez Frank</b>			
<b>Revisado por: Ing. Olavarrieta María A.</b>			
<b>Aprobado por: Ing. Olavarrieta María A.</b>			

**Figura 25.** Planilla 17. Fallas Observadas Liceo Bolivariano "JOSÉ LEONARDO CHIRINO"  
Fuente: Propia (2018).

Resumen de fallas a través de la tabla 18 y los respectivos croquis generales de fallas levantadas de cada módulo, mediante las figuras (26, 27, 28, 29, 30,31).

### Fallas Observadas en el Módulo 1

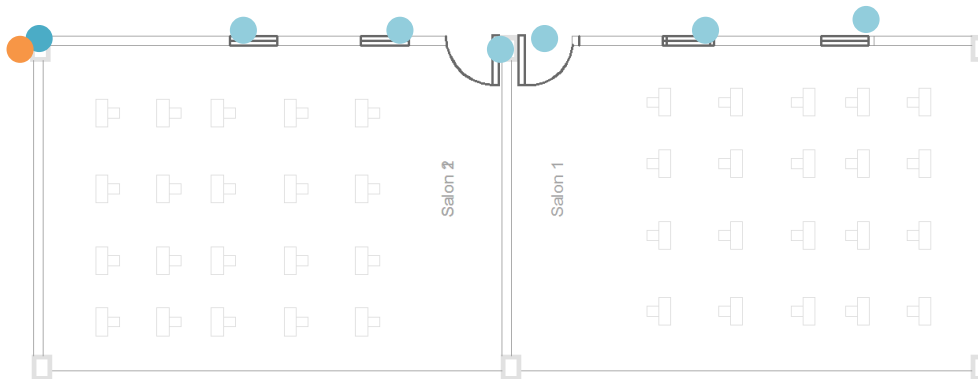


● Grieta Transversal ● Fisura ● Humedad ● Formación de Moho

**Figura 26.** Fallas Observadas del módulo 1 (LJLC).

**Fuente:** Propia (2018).

### Fallas Observadas en el Módulo 2

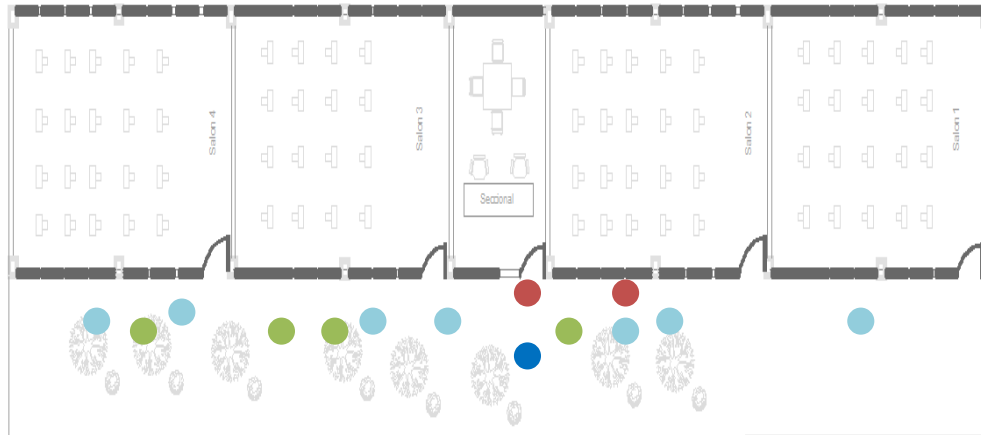


● Desprendimiento del Concreto ● Exposición de Acero de Refuerzo  
● Corrosión

**Figura 27.** Fallas Observadas del módulo 2 (LJLC).

**Fuente:** Propia (2018).

### Fallas Observadas en el Módulo 3

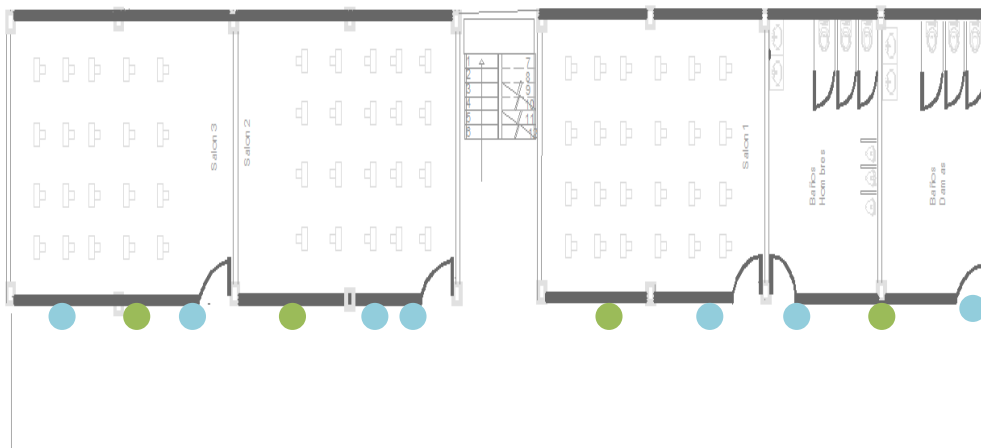


- Corrosión
- Humedad
- Formación de Moho
- Grieta en acera y caminerías
- Erosión de la superficie del concreto

**Figura 28.** Fallas Observadas del módulo 3 (LJLC).

**Fuente:** Propia (2018).

### Fallas Observadas en el Módulo 4

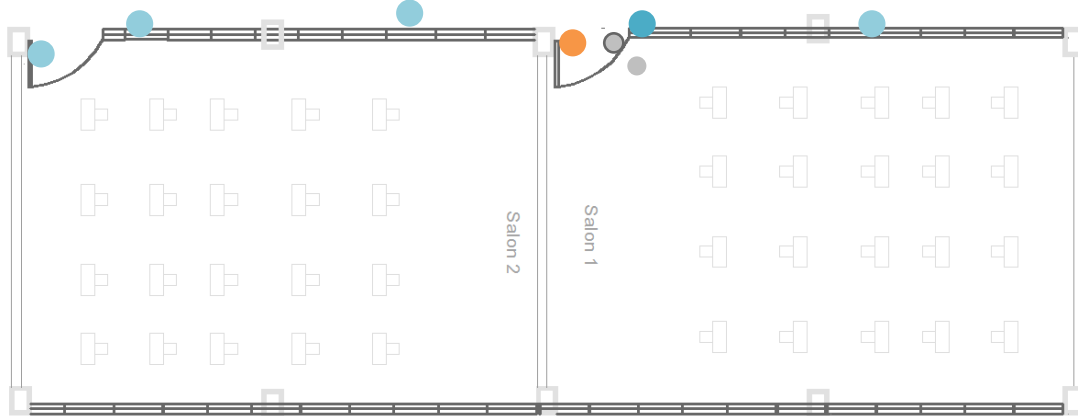


- Corrosión
- Humedad

**Figura 29.** Fallas Observadas del módulo 4 (LJLC).

**Fuente:** Propia (2018)

### Fallas Observadas en el Módulo 5

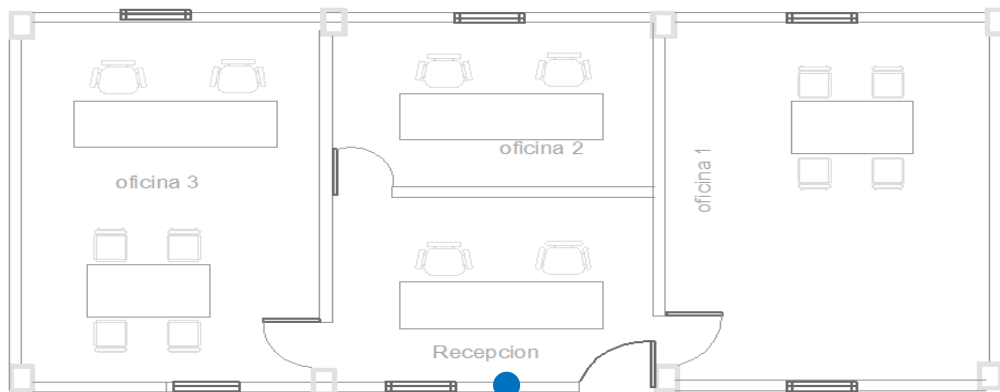


- Exposición de Acero Refuerzo
- Desprendimiento del Friso ● Corrosión

**Figura 30.** Fallas Observadas del módulo 5 (LJLC).

**Fuente:** Propia (2018).

### Fallas Observadas en el Módulo 6



- Grieta Horizontal

**Figura 32.** Fallas Observadas del módulo 6 (LJLC).

**Fuente:** Propia (2018).

**Tabla 18. Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 1**

<b>MÓDULO</b>	<b>FALLAS OBSERVADAS</b>	<b>ELEMENTOS AFECTADOS</b>	<b>MEDIDAS (mm)</b>
<b>1</b>	<b>Grieta Transversal</b>	<b>Columna B4</b>	<b>2.5 mm Ancho 200 mm Largo</b>
	<b>Fisura Transversal Superficial</b>	<b>Columna B3</b>	<b>2,0 mm Ancho 280 mm Largo</b>
		<b>Pared ubicada entre los Ejes 2B y 3B</b>	<b>1,6 mm ancho 340 mm largo</b>
		<b>Pared ubicada entre los Ejes B3-A3</b>	<b>1,3 mm ancho 310 mm largo</b>
	<b>Humedad localizada</b>	<b>Pared ubicada entre los Ejes B5 – B4</b>	<b>N/A</b>
	<b>Formación de moho</b>		

Fuente: Propia (2018)

**Tabla 19. Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 2**

<b>MÓDULO</b>	<b>FALLAS OBSERVADAS</b>	<b>ELEMENTOS AFECTADOS</b>	<b>MEDIDAS(mm)</b>
<b>2</b>	<b>Desprendimiento del concreto</b>	<b>Columna B-1</b>	<b>N/A</b>
	<b>Exposición de Acero de Refuerzo</b>		
	<b>Corrosión del Acero de Refuerzo</b>		
	<b>Corrosión galvánica general</b>	<b>Losa Metalizada Galvanizada</b>	

Fuente: Propia (2018)

**Tabla 20. Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 3**

<b>MÓDULO</b>	<b>FALLAS OBSERVADAS</b>	<b>ELEMENTOS AFECTADOS</b>	<b>MEDIDAS (mm)</b>
<b>3</b>	<b>Corrosión Galvánica</b>	<b>Marcos de Puertas y Ventanas</b>	<b>N/A</b>
	<b>Humedad Generalizada</b>	<b>Borde Perimetral de Losa de Techo</b>	
	<b>Formación de Moho</b>		
	<b>Erosión de la superficie del concreto</b>	<b>Columna 5-A Parte inferior</b>	
		<b>Pared entre los ejes A4-A3 parte inferior</b>	
<b>Fractura y agrietamiento</b>	<b>Camineria en el área circundante de los Ejes A3-A4</b>		

Fuente: Propia (2018)

**Tabla 21. Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 4**

<b>MÓDULO</b>	<b>FALLAS OBSERVADAS</b>	<b>ELEMENTOS AFECTADOS</b>	<b>MEDIDAS (mm)</b>
<b>4</b>	<b>Efecto de columna</b>	<b>Fachada frontal del módulo</b>	<b>N/A</b>
	<b>Corrosión Galvánica</b>	<b>Marcos de Puertas y Ventanas</b>	

Fuente: Propia (2018)

**Tabla 22. Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 5**

<b>MÓDULO</b>	<b>FALLAS OBSERVADAS</b>	<b>ELEMENTOS AFECTADOS</b>	<b>MEDIDAS (mm)</b>
<b>5</b>	<b>Exposición de acero de refuerzo transversal</b>	<b>Dintel de la puerta entre los ejes A3-A2</b>	<b>N/A</b>
	<b>Desprendimiento de friso</b>		
	<b>Espesor de recubrimiento menor a 0,5 cm.</b>		
	<b>Corrosión</b>	<b>Todos los Marcos de puertas y ventanas</b>	

Fuente: Propia (2018)

**Tabla 23. Resumen de las Fallas Levantadas Módulo 6**

<b>MÓDULO</b>	<b>FALLAS OBSERVADAS</b>	<b>ELEMENTOS AFCTADOS</b>	<b>MEDIDAS (mm)</b>
<b>6</b>	<b>Grieta con dirección horizontal</b>	<b>Pared parte externa entre los ejes A2-A3</b>	<b>4mm de ancho y 320 mm de largo</b>

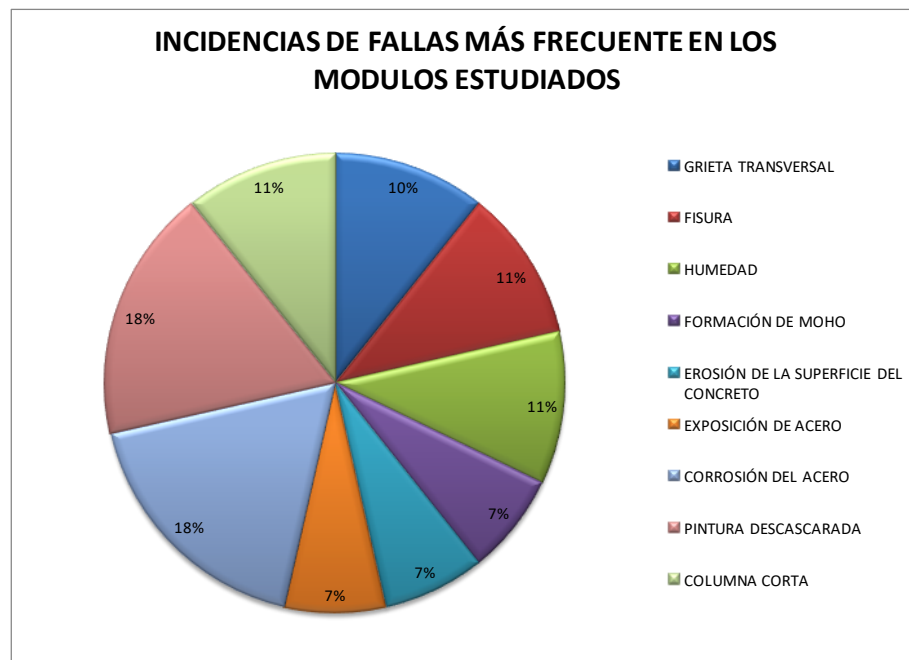
Fuente: Propia (2018)

Para obtener un análisis más detallado de las fallas, es necesario conocer cuáles son las que ameritan atención prioritaria, de acuerdo a la frecuencia de ocurrencia de las mismas (ver tabla 24).

**Tabla 24.** Incidencias de fallas más frecuentes en todos los módulos

INCIDENCIAS DE FALLAS MÁS FRECUENTE EN LOS MODULOS ESTUDIADOS		
FALLAS	FRECUENCIA	%TOTAL
GRIETA TRANSVERSAL	3	10,71
FISURA	3	10,71
HUMEDAD	3	10,71
FORMACIÓN DE MOHO	2	7,14
EROSIÓN DE LA SUPERFICIE DEL CONCRETO	2	7,14
EXPOSICIÓN DE ACERO	2	7,14
CORROSIÓN DEL ACERO	5	17,86
PINTURA DESCASCARADA	5	17,86
COLUMNA CORTA	3	10,71
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>100</b>

Fuente: Propia (2018)



**Figura 32.** Representación grafica de Incidencias de fallas más frecuente en los módulos  
Fuente: Propia (2018)

Luego del estudio de la representación grafica figura 31 se dio a conocer que las fallas que ocurren frecuentemente en la edificación suceden por su cercanía al mar y su clasificación ambiental basada en la continuidad se obtuvo las siguientes fallas:

- Corrosión del Acero
- Grietas transversales
- Fisuras
- Humedad
- Pintura descascarada

Debido a que las fallas que inciden con más frecuencia en estas estructuras son la corrosión del acero, éstas se pudieron observar en la inspección visual en las áreas internas y externas de la edificación, en el caso de la humedad se localizaron en diversos lugares como losas de techo y paredes, donde la aparición pudo ser ocasionada por filtraciones como consecuencia del colapso de los drenajes de las instalaciones sanitarias, las cuales presentan la misma edad de la obra, alcanzando por tanto vida útil y sin haber realizado la debida intervención o sustitución, aunado a esto la falta de mantenimiento periódico de la impermeabilización en la losa de techo que según datos suministrados por el personal de la institución, no ha sido sustituido desde hace 12 años así como en los cerramientos su correspondiente mantenimiento.

Es importante tratar estos síntomas, ya que a pesar de que no son tomados en consideración como fallas estructurales, estas pueden propiciar un microclima para el desarrollo de la corrosión, sobre todo para los elementos estructurales; para el caso de mantenimiento de impermeabilización, la Norma COVENIN 3044-1998 de impermeabilización de edificaciones, en su capítulo C-1.4 generalidades recomienda que toda impermeabilización requiere un chequeo y mantenimiento cada 5 años. Otras consecuencias que provienen de las humedades y se hicieron presentes en este estudio, fueron la presencia de vegetación, formación de moho y pintura descascarada, originada por una inadecuada colocación de arboles cercana a la estructura.

Seguidamente otra falla de gran impacto que se evidencio fue la exposición de acero, se presume que estas fueron causadas por la corrosión de la barra de refuerzo, posiblemente por la concentración de humedad en la zona, aunado al bajo espesor de recubrimiento que presenta la edificación en todos sus elementos estructurales el cual es aproximadamente de 0.5 cm, cabe acotar que para el año de construcción de la obra no se disponía de normativa que orientaran los diseños y construcciones en cuanto a la durabilidad del concreto y mucho menos expuestas a ambientes agresivos, siendo este parámetro de gran relevancia, ya que el mismo representa una barrera física entre la barra de acero y el ambiente al que está expuesto, retardando así el proceso corrosivo. Se pudo observar que del 100% de los elementos estructurales, que presentaron exposición de acero, el 80% esta delaminado, esto se debe a que ya existe proceso corrosivo avanzado en los mismos.

#### **4.3 Identificar las Condiciones de Riesgo Sísmico cualitativa en la edificación escolar según el Método de Priorización de Edificios para la Gestión de Riesgo Sísmico (FUNVISIS-FONACIT-N° 2007000939, 2014).**

Luego de conocer la diversidad de fallas encontradas en las diferentes estructura, es necesario continuar con el análisis de vulnerabilidad y riesgo sísmico en base al método de Índice de Priorización de Edificios para la Gestión de Riesgo Sísmico, propuesto por FUNVISIS descrito en el capítulo III; la institución por presentar diversos módulos, construidos en años diferentes y por no presentar ninguna conexión estructural se deben realizar por separado el estudio de vulnerabilidad.

##### **Módulo 1**

#### **4.3.1. Índice de vulnerabilidad asociada a la Antigüedad de la estructura ( $I_1$ )**

Este índice se obtuvo en base al año de construcción de la edificación según lo establece la Tabla 4, por lo tanto para el año de construcción de la institución estudiada, la cual fue en 2015, dio como resultado  $I_1=15$ , y su respectivo índice de

vulnerabilidad específica y peso relativo determinado por la Tabla 3 antes mencionada fue  $\alpha_1 = 0,25$ .

#### 4.3.2. Índice de vulnerabilidad asociada al tipo de estructura ( $I_2$ )

En la presente investigación se cuenta con una Estructura tipo II con pórticos de concreto armado con paredes de bloques, lo que quiere decir que basado en la Tabla 5, se obtiene un  $I_2 = 40$  con un  $\alpha_2 = 0,35$  según Tabla 3.

#### 4.3.3. Índice de vulnerabilidad asociada a las irregularidades ( $I_3$ )

En este caso, la edificación escolar cuenta con presencia de columnas cortas con  $I_3-5=30$ , todos estos resultados según la Tabla 6, por lo tanto de acuerdo al procedimiento antes descrito se procede a la aplicación de la siguiente expresión para calcular el  $I_3$  cuyo máximo valor no debe sobrepasar 100:

$$I_3 = \sum_{j=1}^{11} I_{3j} \leq 100$$

$I_3=30$  con un  $\alpha_3 = 0,25$

#### 4.3.4. Índice de vulnerabilidad asociada a la profundidad del depósito ( $I_4$ )

Ya que la edificación escolar consta de 1 nivel entrando a la tabla 7, la misma pertenece a la clasificación de otros casos, por lo tanto originó un  $I_4=0$ .

#### 4.3.5. Índice de vulnerabilidad asociada con la topografía y los drenajes ( $I_5$ )

En este caso la topografía no influye en este parámetro, ya que la estructura se encuentra emplazada en una planicie, esto quiere decir que de acuerdo a la localización de la construcción el  $I_{5-1}=0$ , y como no cuenta con sistema de drenaje el índice  $I_{5-2}=20$ , por lo tanto el  $I_5=20$  de acuerdo a la Tabla 8. Cabe acotar que este al igual que el  $I_3$  no debe ser mayor a 100 con un  $\alpha_5 = 0,04$ .

#### 4.3.6. Índice de vulnerabilidad asociado al grado de deterioro ( $I_6$ )

En cuanto a la estructura de concreto armado, se observaron grietas en los elementos y corrosión en el acero de refuerzo de consideración moderada, generando un índice de vulnerabilidad asociada al grado de deterioro  $I_{1-5}=35$  con respecto a las paredes se observaron diversas grietas con un grado de deterioro moderado, indicando un índice de  $I_{5-10} =10$  respecto al estado de mantenimiento general se considera bajo, dando igualmente un  $I_{10-15} =10$ , todos estos de acuerdo a la Tabla 9. Realizando la sumatoria de los valores indicados,  $I_6=50$  con un  $\acute{a}_6= 0,04$ .

Realizando la sumatoria de cada uno de los índices determinados, se obtuvo el siguiente valor de Índice de Vulnerabilidad.

$$I_v = I_1*0.25+ I_2*0.35+ I_3* 0.25+I_4*0.07+ I_5*0.04+ I_6*0.04$$

$$I_v = 15*0.25+ 40*0.35+ 30* 0.25+0*0.07+ 20*0.04+ 50*0.04=$$

$$I_v= 28,05$$

#### 4.3.7. Índice de importancia ( $I_i$ )

Para determinar el índice de importancia se clasifico la edificación de acuerdo a su uso, como la institución es de uso educativo, la misma pertenece al grupo A2, según Tabla 10, y debido a que alberga 68 personas aproximadamente durante el lapso de actividad,  $10 < N \leq 100$ , se utilizó la Tabla 11, entrando con el grupo obtenido y el N, dando como resultado un  $I_i=0.87$

#### 4.3.8. Índice de Amenaza ( $I_a$ )

Ya que el Municipio José Laurencio Silva según Tabla 12, se encuentra en una zona sísmica 4, se hace uso de la tabla 13, la cual nos indica que la edificación presenta un peligro sísmico elevado, y como la Institución no presenta efectos topográficos, debido a su planicie, el  $I_a= 0,56$ .

Finalmente, ya obtenido el índice de vulnerabilidad, índice de importancia e índice de amenaza, se calcularon los índices de priorización e índices de riesgo, para así poder estimar los valores límites establecidos según el método FUNVISIS, y de esta manera cumplir con el tercer objetivo de esta investigación.

#### 4.3.9. Índice de priorización

$$I_p = I_v \times I_i \times I_a$$

$$I_p = 28.05 \times 0.87 \times 0.56$$

$$I_p = 13,67$$

#### 4.3.10. Índice de Riesgo

$$I_r = I_a \times I_v$$

$$I_r = 0.56 \times 28.05 = 15,71$$

#### Valoración de los índices

- **Valoración del índice de vulnerabilidad ( $I_v$ )**

Ya que el estudio arrojó un índice de vulnerabilidad de 28.05 el mismo se encuentra según la Tabla 14 en el siguiente rango  $20 \leq I_v < 30$ , lo que significa que la edificación se encuentra con una calificación de vulnerabilidad media baja.

- **Valoración del índice de Riesgo ( $I_r$ )**

Con el índice de riesgo obtenido, el cual fue de 15,71 y haciendo uso de la Tabla 15, este se encuentra en el rango de valores de  $15 \leq I_r < 25$ , calificando a la institución de mediano a alto riesgo.

- **Valoración del Índice de Priorización ( $I_p$ )**

Haciendo uso de la tabla 16, con el valor  $I_p$  de 15,71 entramos en el rango siguiente  $12 \leq I_p < 16$  dando un índice de priorización de 8.

#### Condiciones de Riesgo Sísmico de los módulos restantes:

##### Módulo 2:

$I_1$  (Índice de Vulnerabilidad asociada a la antigüedad):

Año de Construcción	2000
$\alpha 1$	0,25
$I_1$	10

**I<sub>2</sub> (Índice de Vulnerabilidad asociada al tipo de estructura):**

<b>Tipo de estructura</b>	<b>Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto</b>
<b><math>\alpha</math> 2</b>	0,35
<b>I<sub>2</sub></b>	40

**I<sub>3</sub> (Índice de Vulnerabilidad asociada a irregularidades):**

<b>Irregularidad</b>	<b>Columna corta</b>
<b><math>\alpha</math> 3</b>	0,25
<b>I<sub>3</sub></b>	40

**I<sub>4</sub> (Índice de Vulnerabilidad asociada a la Profundidad de depósito):**

<b>Cantidad de niveles</b>	<b>1 nivel</b>
<b><math>\alpha</math> 4</b>	0,07
<b>I<sub>4</sub></b>	0

**I<sub>5</sub> (Índice de Vulnerabilidad asociada a la topografía y drenajes):**

<b>Características</b>	<b>Construcción sobre planicie y no existe drenajes</b>
<b><math>\alpha</math> 5</b>	0,04
<b>I<sub>5</sub></b>	20

**I<sub>6</sub> (Índice de Vulnerabilidad asociada al grado de deterioro):**

<b>Fallas</b>	<b>corrosión en acero de refuerzo en columna y Losa Metalizada Galvanizada</b>
<b>α 6</b>	0,04
<b>I<sub>6</sub></b>	80

$$I_v = 10 * 0.25 + 40 * 0.35 + 40 * 0.25 + 0 * 0.07 + 20 * 0.04 + 80 * 0.04 = 30,5$$

**I<sub>i</sub> (Índice de Importancia):**

<b>Uso</b>	<b>Educativo A-2</b>
<b>Cantidad de personas</b>	40
<b>I<sub>i</sub></b>	0,87

**I<sub>a</sub> (Índice de Amenaza):**

<b>Zona sísmica</b>	<b>4</b>
<b>I<sub>a</sub></b>	0,56

**I<sub>p</sub> (Índice de Priorización):**

$$I_p = I_v \times I_i \times I_a = 30,5 \times 0,87 \times 0,56 = 14,86$$

**I<sub>r</sub> (Índice de Riesgo):**

$$I_r = I_a \times I_v = 0,56 \times 30,5 = 17,08$$

### Valoración de los índices

<b>Vulnerabilidad</b>	
<b>I<sub>v</sub></b>	30,5
<b>Rango</b>	$30 \leq I_v < 40$
<b>Nivel Vulnerabilidad</b>	Media alta

<b>Priorización</b>	
<b>I<sub>p</sub></b>	14,86
<b>Rango</b>	$12 \leq I_p < 16$
<b>Nivel de priorización</b>	P8

<b>Riesgo</b>	
<b>I<sub>r</sub></b>	17,08
<b>Rango</b>	$15 \leq I_r < 25$
<b>Nivel de Riesgo</b>	Medio Alto

### Módulo 3:

**I<sub>1</sub>** (Índice de Vulnerabilidad asociada a la antigüedad):

<b>Año de Construcción</b>	<b>2003</b>
<b><math>\alpha 1</math></b>	0,25
<b>I<sub>1</sub></b>	15

**I<sub>2</sub>** (Índice de Vulnerabilidad asociada al tipo de estructura):

<b>Tipo de estructura</b>	<b>Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto</b>
<b><math>\alpha 2</math></b>	0,35
<b>I<sub>2</sub></b>	40

**I<sub>3</sub> (Índice de Vulnerabilidad asociada a irregularidades):**

<b>Irregularidad</b>	<b>Ausencia de vigas altas en una o dos direcciones</b>
<b><math>\alpha</math> 3</b>	0,25
<b>I<sub>3</sub></b>	40

**I<sub>4</sub> (Índice de Vulnerabilidad asociada a la Profundidad de depósito):**

<b>Cantidad de niveles</b>	<b>1 nivel</b>
<b><math>\alpha</math> 4</b>	0,07
<b>I<sub>4</sub></b>	0

**I<sub>5</sub> (Índice de Vulnerabilidad asociada a la topografía y drenajes):**

<b>Características</b>	<b>Construcción sobre planicie y no existe drenajes</b>
<b><math>\alpha</math> 5</b>	0,04
<b>I<sub>5</sub></b>	20

**I<sub>6</sub> (Índice de Vulnerabilidad asociada al grado de deterioro):**

<b>Fallas</b>	<b>corrosión en acero de refuerzo en columna y losa acero</b>
<b><math>\alpha</math> 6</b>	0,04
<b>I<sub>6</sub></b>	80

$$I_v = 15*0.25 + 40*0.35 + 40*0.25 + 0*0.07 + 20*0.04 + 80*0.04 = 31,75$$

**I<sub>i</sub> (Índice de Importancia):**

<b>Uso</b>	<b>Educativo A-2</b>
<b>Cantidad de personas</b>	140
<b>I<sub>i</sub></b>	0,90

**I<sub>a</sub> (Índice de Amenaza):**

<b>Zona sísmica</b>	<b>4</b>
<b>I<sub>a</sub></b>	0,56

**I<sub>p</sub> (Índice de Priorización):**

$$I_p = I_v \times I_i \times I_a = 31,75 \times 0,87 \times 0,56 = 15,47$$

**I<sub>r</sub> (Índice de Riesgo):**

$$I_r = I_a \times I_v = 0,56 \times 31,75 = 17,78$$

**Valoración de los índices**

<b>Vulnerabilidad</b>	
<b>I<sub>v</sub></b>	31,75
<b>Rango</b>	$30 \leq I_v < 40$
<b>Nivel Vulnerabilidad</b>	Mediana Alta

<b>Priorización</b>	
<b>I<sub>p</sub></b>	15,47
<b>Rango</b>	$12 \leq I_p < 16$
<b>Nivel de priorización</b>	P8

<b>Riesgo</b>	
<b>I<sub>r</sub></b>	17,78
<b>Rango</b>	$15 \leq I_r < 25$
<b>Nivel de Riesgo</b>	Medio Alto

#### Módulo 4:

**I<sub>1</sub> (Índice de Vulnerabilidad asociada a la antigüedad):**

<b>Año de Construcción</b>	<b>1993</b>
<b><math>\alpha 1</math></b>	0,25
<b>I<sub>1</sub></b>	30

**I<sub>2</sub> (Índice de Vulnerabilidad asociada al tipo de estructura):**

<b>Tipo de estructura</b>	<b>Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto</b>
<b><math>\alpha 2</math></b>	0,35
<b>I<sub>2</sub></b>	40

**I<sub>3</sub> (Índice de Vulnerabilidad asociada a irregularidades):**

<b>Irregularidad</b>	<b>Ausencia de vigas altas en una o dos direcciones</b>
<b><math>\alpha 3</math></b>	0,25
<b>I<sub>3</sub></b>	40

**I<sub>4</sub> (Índice de Vulnerabilidad asociada a la Profundidad de depósito):**

<b>Cantidad de niveles</b>	<b>1 nivel</b>
<b><math>\alpha 4</math></b>	0,07
<b>I<sub>4</sub></b>	0

**I<sub>5</sub> (Índice de Vulnerabilidad asociada a la topografía y drenajes):**

Características	Construcción sobre planicie y no existe drenajes
<b>α 5</b>	0,04
<b>I<sub>5</sub></b>	20

**I<sub>6</sub> (Índice de Vulnerabilidad asociada al grado de deterioro):**

Fallas	Agrietamiento en columna y fisuras en paredes
<b>α 6</b>	0,04
<b>I<sub>6</sub></b>	55

$$I_v = 30 * 0.25 + 40 * 0.35 + 40 * 0.25 + 0 * 0.07 + 20 * 0.04 + 55 * 0.04 = 34,5$$

**I<sub>i</sub> (Índice de Importancia):**

Uso	Educativo A-2
<b>Cantidad de personas</b>	238
<b>I<sub>i</sub></b>	0,90

**I<sub>a</sub> (Índice de Amenaza):**

<b>Zona sísmica</b>	5
<b>I<sub>a</sub></b>	0,56

**I<sub>p</sub> (Índice de Priorización):**

$$I_p = I_v \times I_i \times I_a = 34,5 \times 0,90 \times 0,56 = 17,39$$

**I<sub>r</sub> (Índice de Riesgo):**

$$I_r = I_a \times I_v = 0,56 \times 34,5 = 19,32$$

**Valoración de los índices**

Vulnerabilidad	
<b>I<sub>v</sub></b>	34,5
<b>Rango</b>	$30 \leq I_v < 40$
<b>Nivel Vulnerabilidad</b>	Mediana Alta

Priorización
--------------

<b>Ip</b>	17,39
<b>Rango</b>	$16 \leq I_p < 20$
<b>Nivel de priorización</b>	P7

<b>Riesgo</b>	
<b>Ir</b>	19,32
<b>Rango</b>	$15 \leq I_r < 25$
<b>Nivel de Riesgo</b>	Medio Alto

### Módulo 5:

**I<sub>1</sub> (Índice de Vulnerabilidad asociada a la antigüedad):**

<b>Año de Construcción</b>	<b>2003</b>
<b><math>\alpha 1</math></b>	0,25
<b>I<sub>1</sub></b>	15

**I<sub>2</sub> (Índice de Vulnerabilidad asociada al tipo de estructura):**

<b>Tipo de estructura</b>	<b>Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto</b>
<b><math>\alpha 2</math></b>	0,35
<b>I<sub>2</sub></b>	40

**I<sub>3</sub> (Índice de Vulnerabilidad asociada a irregularidades):**

<b>Irregularidad</b>	<b>Ausencia de vigas altas en una o dos direcciones, corrosión del acero de refuerzo.</b>
<b><math>\alpha 3</math></b>	0,25
<b>I<sub>3</sub></b>	40

**I<sub>4</sub> (Índice de Vulnerabilidad asociada a la Profundidad de depósito):**

Cantidad de niveles	1 nivel
$\alpha 4$	0,07
$I_4$	0

$I_5$  (Índice de Vulnerabilidad asociada a la topografía y drenajes):

Características	Construcción sobre planicie y no existe drenajes
$\alpha 5$	0,04
$I_5$	20

$I_6$  (Índice de Vulnerabilidad asociada al grado de deterioro):

Fallas	corrosión en acero de refuerzo en columna y losa acero
$\alpha 6$	0,04
$I_6$	105

$$I_v = 15 \cdot 0,25 + 40 \cdot 0,35 + 40 \cdot 0,25 + 0 \cdot 0,07 + 20 \cdot 0,04 + 105 \cdot 0,04 = 32,75$$

$I_i$  (Índice de Importancia):

Uso	Educativo A-2
Cantidad de personas	98
$I_i$	0,87

$I_a$  (Índice de Amenaza):

Zona sísmica	4
$I_a$	0,56

$I_p$  (Índice de Priorización):

$$I_p = I_v \times I_i \times I_a = 32,75 \times 0,87 \times 0,56 = 15,96$$

**$I_r$  (Índice de Riesgo):**

$$I_r = I_a \times I_v = 0,56 \times 32,75 = 18,34$$

**Valoración de los índices**

<b>Vulnerabilidad</b>	
<b><math>I_v</math></b>	32,75
<b>Rango</b>	$30 \leq I_v < 40$
<b>Nivel Vulnerabilidad</b>	Mediana Alta

<b>Priorización</b>	
<b><math>I_p</math></b>	15,96
<b>Rango</b>	$12 \leq I_p < 16$
<b>Nivel de priorización</b>	P8

<b>Riesgo</b>	
<b><math>I_r</math></b>	18,34
<b>Rango</b>	$15 \leq I_r < 25$
<b>Nivel de Riesgo</b>	Medio Alto

**Módulo 6:**

**I<sub>1</sub> (Índice de Vulnerabilidad asociada a la antigüedad):**

<b>Año de Construcción</b>	<b>1993</b>
<b><math>\alpha</math> 1</b>	0,25
<b>I<sub>1</sub></b>	30

**I<sub>2</sub> (Índice de Vulnerabilidad asociada al tipo de estructura):**

<b>Tipo de estructura</b>	<b>Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto</b>
<b><math>\alpha</math> 2</b>	0,35
<b>I<sub>2</sub></b>	40

**I<sub>3</sub> (Índice de Vulnerabilidad asociada a irregularidades):**

<b>Irregularidad</b>	<b>Desprendimiento del friso, techo de asbesto.</b>
<b><math>\alpha</math> 3</b>	0,25
<b>I<sub>3</sub></b>	40

**I<sub>4</sub> (Índice de Vulnerabilidad asociada a la Profundidad de depósito):**

<b>Cantidad de niveles</b>	<b>1 nivel</b>
<b><math>\alpha</math> 4</b>	0,07
<b>I<sub>4</sub></b>	0

**I<sub>5</sub> (Índice de Vulnerabilidad asociada a la topografía y drenajes):**

Características	Construcción sobre planicie y no existe drenajes
$\alpha_5$	0,04
$I_5$	20

$I_6$  (Índice de Vulnerabilidad asociada al grado de deterioro):

Fallas	Agrietamiento en columna y fisuras en paredes
$\alpha_6$	0,04
$I_6$	50

$$I_v = 30 \cdot 0,25 + 40 \cdot 0,35 + 40 \cdot 0,25 + 0 \cdot 0,07 + 20 \cdot 0,04 + 50 \cdot 0,04 = 34,3$$

$I_i$  (Índice de Importancia):

Uso	Educativo A-2
Cantidad de personas	12
$I_i$	0,87

$I_a$  (Índice de Amenaza):

Zona sísmica	4
$I_a$	0,56

$I_p$  (Índice de Priorización):

$$I_p = I_v \times I_i \times I_a = 34,3 \times 0,87 \times 0,56 = 16,71$$

$I_r$  (Índice de Riesgo):

$$I_r = I_a \times I_v = 0,56 \times 34,3 = 19,21$$

### Valoración de los índices

Vulnerabilidad	
<b>Iv</b>	34,3
<b>Rango</b>	$30 \leq I_v < 40$
<b>Nivel Vulnerabilidad</b>	Mediana alta

Priorización	
<b>Ip</b>	16,71
<b>Rango</b>	$16 \leq I_p < 20$
<b>Nivel de priorización</b>	P7

Riesgo	
<b>Ir</b>	19,21
<b>Rango</b>	$15 \leq I_r < 25$
<b>Nivel de Riesgo</b>	Medio Alto

**Tabla 25** Índices de Vulnerabilidad (Iv), de Población (Ip), de Amenaza (Ia) y de Riesgo (Ir) en la Muestra de los diferentes módulos de la edificación.

Modulo	Vulnerabilidad							Importancia	Amenaza	Riesgo	Priorización
	I1	I2	I3	I4	I5	I6	Iv				
1	15	40	30	0	20	50	28,05	0,87	0,56	15,71	13,67
2	10	40	40	0	20	80	30,5	0,87	0,56	17,08	14,86
3	15	40	40	0	20	80	31,75	0,87	0,56	17,78	15,47
4	30	40	40	0	20	55	34,5	0,9	0,56	19,32	17,39
5	15	40	40	0	20	105	32,75	0,87	0,56	18,34	15,96
6	30	40	40	0	20	50	34,3	0,87	0,56	19,21	16,71

**Fuente:** Propia (2018).

Para lograr percibir mejor la situación de la institución en estudio, se procede a realizar una comparación del módulo 4 del Liceo José Leonardo Chirino y la Escuela Valentín Valiente (EVV), la cual colapsó en el sismo de Cariaco producido en el año

1997. Se toma como referencia esta edificación debido a su semejanza estructural y el hecho que su derrumbe representa un antes y un después en el estudio de vulnerabilidad y riesgo sísmico en Venezuela, los datos para llevar a cabo la metodología son tomados desde el informe IMME-FUNVISIS-FEDE Reducción del Riesgo Sísmico en Edificaciones Escolares en Venezuela, Informe técnico final proyecto FONACIT N°2005000188, donde se refleja las siguientes características:

- Año de construcción: 1958
- Sistema estructural: Pórtico de Concreto Armado relleno con paredes de bloques de arcillas o de concreto
- Presencia de columnas cortas
- Abertura significativa en losas
- Población escolar 1380 alumnos



**Figura 33:** Módulo 2 Escuela Valentín Valiente, colapsada en el sismo de Cariaco 1997

**Fuente:** <https://www.mppeuct.gob.ve/actualidad/noticias/17-anos-del-terremoto-de-cariaco>



**Figura 34.** Módulo 4 Liceo José Leonardo Chirino  
**Fuente:** Propia 2018

La aplicación del método arroja los siguientes índices del Módulo 2 de la Escuela Valentín Valiente:

- Índice de amenaza (sin efectos topográficos),  $I_a = 0,90$
- Índice de Vulnerabilidad,  $I_v = 54,6$
- Índice de Importancia,  $I_i = 0,95$
- Índice de riesgo,  $I_r = 43,7$
- Índice de priorización,  $I_p = 48,56$

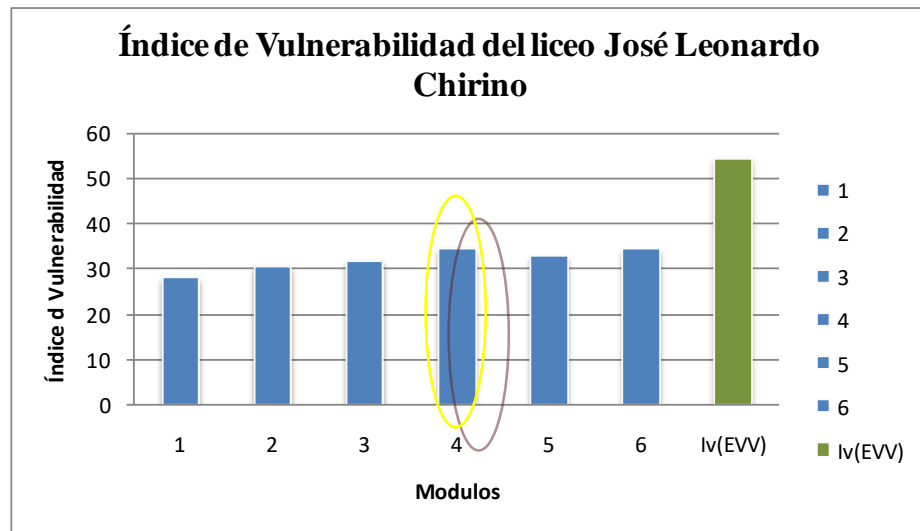
**Nota:** el índice de priorización estimado para esta edificación colapsada, se realizó a modo de comparación, ya que el método tiene como finalidad priorizar escuelas existentes, realizando la valoración de los índices, obteniendo lo siguiente:

- Índice de vulnerabilidad según tabla 14, arroja que es elevada.
- Índice de riesgo, según tabla 15, indica que es elevado
- Índice de priorización, según tabla 16. Indica que es un P3.

**Tabla 26.** Índices obtenidos para las edificaciones escolares (LJLC) y (EVV)

MODULO	EDAD	ESCUELA	Vulnerabilidad	Importancia	Amenaza	Riesgo	Priorización
			Iv	Ii	Ia	Ir	Ip
4	1993	Liceo José Leonardo Chirino	34,5	0,9	0,56	19,32	17,39
2	1958	Escuela Valentin Valiente	54,6	0,95	0,9	43,7	48,56

Fuente: Propia (2018)

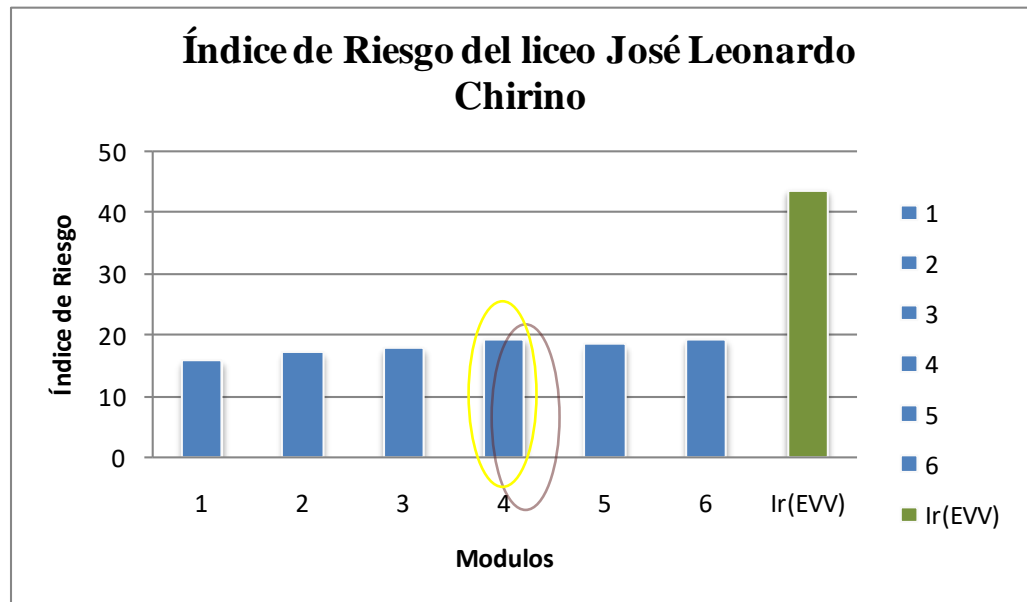


**Figura 35** Comparación de Índices de Vulnerabilidad (LJLC y EVV).

Fuente: Propia 2018

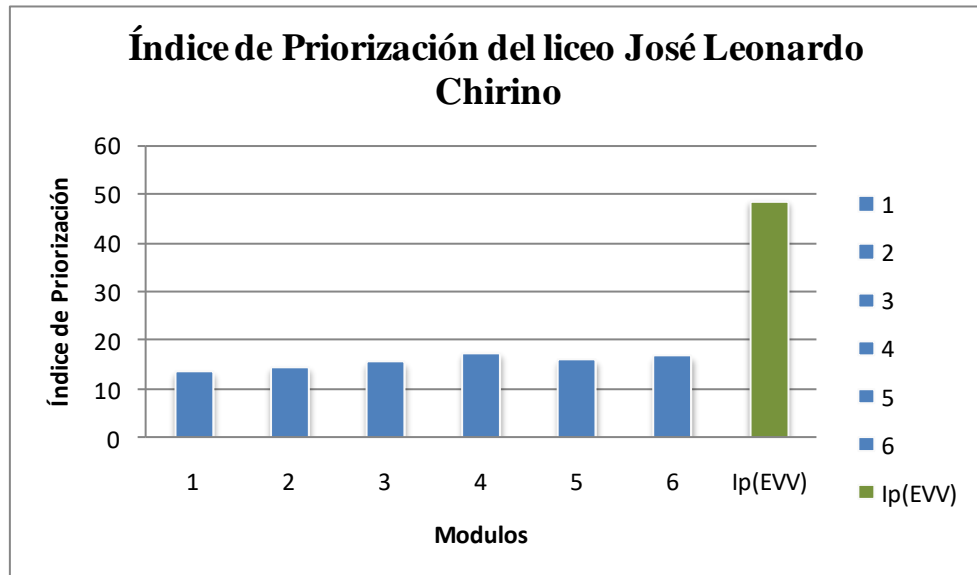
Como puede observarse en la figura 35 el índice del vulnerabilidad del módulo 4, arrojó una vulnerabilidad de mediana alta, éste se encuentran bastante distantes que la (EVV) poseía una vulnerabilidad más alta debido a la presencia de una junta estructural que adosaba las losas de entrepiso de un módulo contra las del otro módulo, y la presencia del entrepiso blando debido a la inexistencia de cerramientos en diversas áreas de la planta baja, se tiene como irregularidades importantes en las dos edificaciones la presencia de columnas cortas , lo cual puede generar un mecanismo potencial de falla a la hora de presentarse un evento sísmico debido a la presencia de ventanas que acortan la deformabilidad de la columna

originando solicitudes excesivas de corte no contemplada en los proyectos, y generando una falla frágil como la sucedida en el EVV de Cariaco.



**Figura 36.** Comparación de Índices de Riesgo (LJLC y EVV)  
**Fuente:** Propia 2018

Haciendo un énfasis en la valoración del índice de riesgo para el Liceo José Leonardo Chirino indica que es de Media Alta, mientras que para el EVV es elevada, se encuentra dos categoría por encima, la diferencia entre estas valoraciones se debe a la ubicación geográfica de cada institución y a sus diferencias en cuanto a las irregularidades estructurales, la edificación colapsada se encontraba en una zona 7 según norma COVENIN 1756-2001, y el Liceo José Leonardo Chirino se encuentra en una zona sísmica 4, se debe tomar muy en cuenta que a pesar de esta diferencia la norma COVENIN antes mencionada categoriza ambas zonas de peligro sísmico elevado.

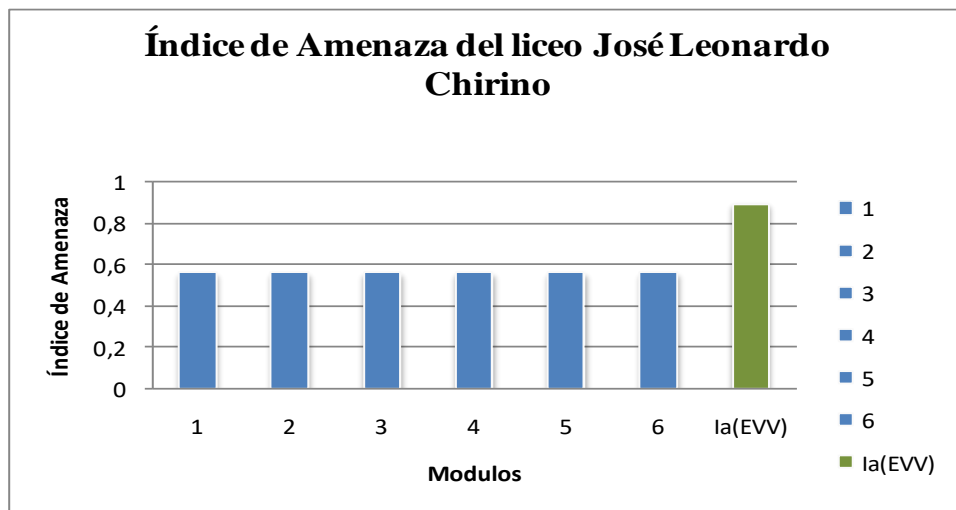


**Figura 37.** Comparación de Índices de Priorización (LJLC y EVV)  
**Fuente:** Propia 2018

En cuanto al índice de priorización para los módulos del liceo José Leonardo Chirino, la valoración arrojó un valor para los módulos 1,2,3,y 5 (P8) y los módulos 4 y 6 (P7), mientras que para la EVV si estuviera en erguida arrojaría una prioridad de 3, se debe prestar mucha atención a esta comparación debido a que la EVV, a pesar de no presentar una máxima prioridad (P1) fue una estructura que igualmente colapsó ante el evento sísmico, por lo tanto refiere que, se debe dar atención a las similitudes que existen con respecto a las irregularidades estructurales y emplazamiento en zonas de peligro sísmico elevado.

La metodología para el cálculo de los índices de priorización, surge debido al mal desempeño de estructuras que durante el sismo de Cariaco 1997 y el sismo de Caracas 1967 colapsaron a pesar de su aparente buen estado de conservación; en el caso de las estructuras analizadas en este trabajo se diferencian en gran magnitud con las edificaciones colapsadas en Cariaco, por las diferentes tipologías estructurales que estas presentaban, como lo son las configuraciones de planta no adecuadas (tipo U) y por concepciones estructurales erróneas como lo es el efecto de columna corta, el cual

ocasionó en ellas fallas frágiles, que llevaron al colapso de las mismas. En este caso las edificaciones poseen irregularidades estructurales en menor medida, pero si un avanzado estado de deterioro, ocasionado por la acción de agentes externos como lo es el ión Cloruro que es el principal agresor del medio o por prácticas constructivas defectuosas, quedando demostrado el mal estado en el que se encuentran los elementos estructurales portantes, lo que puede traer como consecuencia un mal comportamiento ante un evento sísmico. Es por ello que a pesar del mal estado de conservación de ambas edificaciones, los índices de priorización obtenidos fueron bajos, lo cual no se relaciona con la realidad ya que un mal estado de conservación puede repercutir en la respuesta de la estructura a la hora de un evento sísmico.



**Figura 38.** Comparación de Índices de Amenaza (LJLC y EVV)

**Fuente:** Propia 2018

La valoración relativa del índice de amenaza sísmica entre ambas edificaciones escolares, dependerá de las zonas sísmicas establecidas en la norma COVENIN 1756 (2001), establece que la (EVV) tenía una amenaza sísmica elevada ya que estaba ubicada en la Zona sísmica 7 la zona con mayor actividad sísmica del país por lo tanto el (LJLC) tiene un índice de amenaza tres veces menor que la (EVV) debido a que se encuentra emplazada en la zona sísmica 4 con una actividad sísmica moderada.

## **CAPÍTULO V CONCLUSIONES**

Seguidamente se presentan las conclusiones de la investigación basadas en los resultados obtenidos de los objetivos anteriormente desarrollados en el capítulo cuatro del presente trabajo:

**1.** Respecto a la caracterización del ambiente donde se encuentra expuesta la edificación escolar, según el documento técnico Fondonorma Concreto Durabilidad 4015-2012, se determinó que la misma pertenece a una clase marina, debido a que se encuentra ubicada a 129 metros de la línea costera colocándola en una subclase entre 5 a 500m, obteniendo una designación de categoría M4 (de corrosividad alta). Por consiguiente se puede dar por sentado que en el municipio José Leonardo Chirino presenta un ambiente agresivo, debido a que la incidencia de ion cloruro es elevada, en comparación al Estado Carabobo tal como lo indica el mapa de corrosividad.

**2.** Muchas de las fallas observadas en las edificaciones son producto del transcurrir del tiempo, la acción del medio ambiente (aire, agua, cloruros), y la falta de mantenimiento las cuales pueden causar múltiples efectos, como se puede corroborar en el liceo José Leonardo Chirino donde se evidenció el deterioro del manto asfáltico producto del envejecimiento.

**2-1.** Es importante resaltar que en aquellos elementos estructurales donde se observó: exposición de acero, acero delaminado y desprendimiento de friso, el espesor de recubrimiento fue aproximadamente de 0.5 cm, el cual no cumple con lo establecido en el documento técnico FONDONORMA 4015:2012 concreto durabilidad, tabla 2, (valores límites para la composición y propiedades del concreto), esto es producto de que para el año de construcción de la institución, no se disponía de normativa que orientaran los diseños y construcciones en cuanto a la durabilidad del concreto y

mucho menos expuestas a ambientes agresivos. Con esto se evidencia la importancia de la aplicación de este documento técnico en proyectos nuevos.

**3.** Se identificaron las condiciones de riesgo sísmico de forma cualitativa en el liceo José Leonardo Chirino en base al método de priorización de edificios para gestión de riesgo sísmico, la cual arrojó:

- El índice de vulnerabilidad, de acuerdo a las características de los módulos obtuvo una calificación en el rango de valores entre 30 y 40 considerándolo media alta, exceptuando el módulo 1 que resultó ser media baja.
- El índice de riesgo obtenido según su calificación se valoró medio alta en los seis módulos, ya que su rango está comprendido entre 15 y 25
- En cuanto al índice de priorización, determinado como el producto de amenaza sísmica, se muestra una calificación en el rango de valores entre 12 y 16, clasificando al módulo 1, módulo 2, módulo 3 y módulos 5 en prioridad 8 de las 12 prioridades que establece Funvisis. El módulo 4 y módulo 6 como prioridad P7, tomando en cuenta que la P1 es prioridad máxima y la P12 es prioridad mínima, se concluye que ninguno de los módulos evaluados por el método es prioritario al momento de definir edificaciones para la evaluación.

## RECOMENDACIONES

- ✚ Se debe incentivar el uso del documento técnico FONDONORMA 4015:2012 Concreto Durabilidad, en las diferentes etapas de vida de una estructura, desde su concepción hasta su puesta en servicio, para así obtener estructuras durables que garanticen la seguridad y funcionabilidad de las mismas durante su vida útil, las condiciones de servicio que generan los daños más comunes que afectan al concreto en su durabilidad están expresadas por ataque de sulfatos, exposición al agua de mar, ataque ácido, carbonatación, abrasión, corrosión del acero de refuerzo y reacciones químicas y por último, se deben tomar en cuenta las prácticas constructivas recomendadas previas, durante y posteriores a la colocación del concreto. La aplicación de este documento representa un gran avance en el área de la construcción, ya que la misma está enfocada al correcto diseño y concepción de las estructuras debido a los parámetros que allí se recomiendan, pero también realiza un gran aporte a la hora de evaluar estructuras existentes, debido a que esclarece el tipo de proceso que afecta a una estructura según el ambiente en cual se encuentra emplazada, permitiendo de esta forma establecer hipótesis más acertadas a la hora de evaluar una sintomatología de falla.
- ✚ De manera general se recomienda realizar a la brevedad posible ya que es de vital importancia total para la edificación un plan de mantenimiento correctivo y periódico con personal especializado a toda la institución especialmente, en las diferentes zonas afectadas a través de:
  1. Sanear y recubrir el concreto dañado, y de ser necesario sustituirlo con un mortero de reparación, protegiendo la superficie con un producto especial que no perjudique el acero de refuerzo.
  2. Diseñar e implementar un sistema de drenaje de aguas de lluvias ya que el mismo no existe.

3. Ejecutar una pronta sustitución del manto de impermeabilización existente y colocar uno acorde a las necesidades de la losa.
4. Corregir las fallas menores en cerramientos y losas de techo causadas por filtraciones.
5. Aplicar un sistema de protección al menos anualmente a las paredes, y protectores de puertas y ventanas con pinturas adecuadas al tipo de ambiente que puedan actuar como barrera entre el concreto y el medio agresivo.

✚ El liceo José Leonardo Chirino específicamente el módulo 4 tiene una edificación similar a la Escuela Valentín Valiente derrumbada en el terremoto de cariacó 1997, por tanto se recomienda que aún cuando no posee un índice de prioridad elevado, su valoración arroja un índice a tener muy en cuenta, lo que indica que es necesario realizar estudios estructurales más profundos a futuro, con la finalidad de conocer si se requiere o no una adecuación basada en las normas sismorresistente y de diseño estructural actuales, según el comportamiento de la estructura y su interacción con el medio donde se encuentra emplazada.

✚ Es recomendable y normativo en proyectos nuevos evitar el efecto de columna corta es decir, no adosar directamente las paredes a las columnas, sino dejar un espacio libre entre ellas permitiéndole a la estructura poder moverse de acuerdo a su modelo matemático en el movimiento sísmico, y que las paredes dado el caso sean suficientemente frágil como para romperse y permitir que la estructura se siga moviendo.

✚ Se recomienda complementar el presente estudio pre diagnóstico, con un estudio más profundo que permita a través de un muestreo estadístico realizar ensayos adecuados para comprobar la calidad de los materiales, definiendo con esto un diagnóstico de la edificación, que facilitará un posible proyecto de intervención de la misma.

- ✚ Por tratarse de una edificación institución educacional, que alberga una gran cantidad de personas y son considerados zonas de refugio en caso de que ocurra un evento sísmico severo, y por poseer índices de vulnerabilidad e índices de riesgo sísmico altos, se recomienda la intervención a través de un personal capacitado para dictar conferencias y talleres preventivos sobre cómo actuar ante la ocurrencia de un evento sísmico. En ese sentido pueden implementar políticas educativas ya publicadas en la página web de Funvisis que explican dichos planes de evacuación indicando las rutas de escape a la hora de la ocurrencia de un movimiento sísmico.
- ✚ Para finalizar se recomienda, que se considere en el método de priorización de Funvisis aplicado en este trabajo, específicamente en la determinación del índice de vulnerabilidad, el cual toma de la tabla 10 “Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado al deterioro” ( $I_6$ ) que toma en cuenta el grado de deterioro en la estructura, paredes y de manera general la edificación, ya que una vez ponderados tales deterioros, al momento de incluirlos en la fórmula que permite determinar el índice de vulnerabilidad, se aplica un factor de 0,04 que disminuye drásticamente el impacto que debería tener, sobre todo en elementos estructurales fisurados, agrietados y corroídos pues comportamiento ante un sismo no será el mismo que un elemento sin fallas.

## REFERENCIAS

### **Impresas**

Alonso, José Luis. (2012) **Vulnerabilidad sísmica de edificaciones**. 2da Edición.

Astorg, Ariana; Rivero, Pedro. (2009) **Patología en las edificaciones. Módulo III sección IV**.

Arrieta, Liana; Dikdàn, Maria y otros. (2013) **Un enfoque integral Prevención de daños y rehabilitación de estructuras de concreto armado**.

Borja, Manuel. (2012) **Metodología de la investigación científica para ingenieros**.

COVENIN 1756-2001 **Edificaciones Sismorresistente**

COVENIN 1753-2006 **Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural**

COVENIN 3044-1998 **Impermeabilización de edificaciones**.

Durar, Cyted. (2006) **Manual de inspección, evaluación y diagnóstico de Corrosión en estructuras de hormigón armado**. 4ta edición.

Fontana, Mars. (1967) **Corrosión Engineering**. 3era Edición.

López, Oscar A.; Marinilli, Ángel; y otros. (2010) **Evaluación Sismorresistente de edificios escolares en Venezuela**. Revista de la Facultad de Ingeniería, UCV, Vol. 25, No 4.

López, Oscar A. (2008) **Reducción del Riesgo Sísmico en Edificaciones Escolares de Venezuela Proyecto FONACIT N° 2005000188**. Informe técnico Capítulo III, inspección de escuelas e índice de riesgos (IMME–FI-UCV).

Documento técnico FONDONORMA Concreto. Durabilidad 4015:2012

Oropeza, María; Salazar, Libeinis (2006) **Caracterización de las Principales Fallas por Corrosión en Edificaciones Multifamiliares de Concreto Armado Expuesta en Ambiente Marino**.

Rangel, Hevelin; Rodríguez, Sandra (2010) **Propuesta de programa de Mantenimiento preventivo en elementos de concreto armado de edificios habitaciones expuestos en ambientes marinos.**

Sampieri, Roberto y otros. (2006) **Metodología de la investigación. 4ta Edición.**

### **Digitales**

Oscar A. López; Luis F. Espinosa **Derrumbe del liceo RMC durante el terremoto de Cariaco de 1.997.** (Documento en línea) disponible: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0376-723X2007000200003](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0376-723X2007000200003) Consulta (2018, junio 14).