



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO

ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

TEMA:

**ESTADO ACTUAL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL EDIFICIO
CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO DEL CAMPUS
ALPACHACA DE UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR.**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**INGENIERO EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN
DEL RIESGO**

AUTOR(ES):

MOPOSITA ROMERO ELSA JAQUELINE

GUARANDA BAYAS CARLOS LAUTARO

TUTOR(A):

LIC. MARÍA ROSA MAS CAMACHO

GUARANDA- ECUADOR

JULIO 2019

DICATORIA

Con profundo humildad dedico este trabajo primeramente a mi Dios todo poderoso, luz de mi camino, a él me encomiendo hoy y todos los días para ser cada día mejor ser humano ya que con la bendición de Dios he logrado una vez más cumplir mis estudios.

Además, dedico este trabajo a mi Madre querida Carmela y adorada y a mi Padre, quienes me han dado el apoyo necesario para llegar a este periodo de mi carrera profesional y además a mis hermanos queridos y a mi hermana, por darme con cada palabra su aliento fuerza principal para seguir adelante, por quien me he comprometido a concluir esta etapa.

Carlos Guaranda Bayas

Esta tesis está dedicada a:

A mis Padres Miguel y Virginia quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido a llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo el esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque DIOS está conmigo siempre Finalmente dedico todo este trabajo a todas las personas que de una u otra forma me han apoyado durante todo el transcurso de la vida universitaria.

Elsa Jacqueline Moposita Romero

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios todo poderoso y la santísima virgen María que con su luz me ha guiado en el camino de la vida estudiantil.

Agradezco a mis padres que de otra manera estuvieron apoyándome sin importar de las dificultades presentadas en la vida, nos brindaron y supieron dar su apoyo, brindarnos sus enseñanzas e hicieron posibles seguir nuestros estudios.

Agradezco a la Universidad Estatal de Bolívar por a ver sido el centro de formación que me acogió durante toda esta etapa de vida par a alcanzar a obtener este título los mismos que serán fundamentales en nuestra formación profesional, así como en nuestra personalidad, de igual manera nuestro agradecimiento a nuestra directora del proyecto Lic. María Rosa Mas Camacho por su excelente dirección y paciencia en el desarrollo del proyecto.

Carlos Guaranda Bayas

AGRADECIMIENTO:

Agradezco a Dios, quien siempre me guía mi camino, que me permita despertar día a día para seguir en mi preparación continua.

A mis amados Padres Miguel Moposita y Virginia Romero que con sus sabios consejos y su apoyo incondicional me ha sabido guiar en este proceso.

A mis hermanos(a) Oscar, Danilo, Lorena por estar siempre presentes, acompañándonos y por el apoyo moral, que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

También quiero agradecer a toda mi familia quien me presto el tiempo necesario para terminar mi carrera, motivándome con sus consejos, experiencias dándome fuerza para seguir adelante, especialmente a mis Tíos(a) Alfonso, Gregorio, Martha, Cristina que me apoyaron siempre por los buenos y malos momentos.

A mis queridas amigas Sandra Pico, Amelia Borja, Sandra Punina, quien ha sido mi compañera y que, con sus consejos, paciencia, perseverancia en conjunto logramos culminar nuestros estudios.

Elsa Jacqueline Moposita Romero

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE GENERAL.....	VI
<i>INDICE DE FIGURAS</i>	IX
CERTIFICA.....	XII
<i>RESUMEN EJECUTIVO</i>	XIII

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PÁG.
CAPITULO I		
1.	PROBLEMA	3
1.1.	Planteamiento del Problema	3
1.2.	Formulación del Problema	5
1.3.	Objetivos	6
1.3.1.	Objetivo General	6
1.3.2.	Objetivos específicos	6
1.4.	Justificación de la Investigación	7
1.5.	Limitaciones	8
CAPITULO II		
2.	MARCO TEÓRICO	10
2.1.	Antecedentes de la Investigación	10
2.2.	Bases Teóricas	11
2.2.1.	Conceptos generales sobre el riesgo de sismos y sus factores amenazas y vulnerabilidad	12
2.2.1.1.	Sismos	12
2.2.1.2.	Riesgos sísmicos	13
2.2.1.3.	Riesgo de desastre.....	13
2.2.1.4.	Amenaza	13

2.2.1.5.	Peligro	14
2.2.1.6.	Amenazas sísmicas	14
2.2.1.7.	El epicentro	15
2.2.2.	Componentes de los sismos	15
2.2.2.1.	Ondas sísmicas.....	15
2.2.2.2.	Onda P.....	17
2.2.2.3.	Ondas S	17
2.2.2.4.	Peligrosidad sísmica	18
2.2.2.5.	Riesgo sísmico	18
2.2.3.	Vulnerabilidad: sísmico, estructural, no estructural	18
2.2.3.1.	Vulnerabilidad.....	18
2.2.3.2.	Vulnerabilidad sísmica.....	19
2.2.4.	Vulnerabilidad física estructural y no estructural	19
2.2.4.1.	Vulnerabilidad física Estructural	20
2.2.4.2.	Vulnerabilidad física no estructural	20
2.2.5.	Elementos de la construcción.....	20
2.2.5.1.	Hormigón	21
2.2.5.2.	Hormigón armado	21
2.2.5.3.	Arena.....	21
2.2.5.4.	Cemento	21
2.2.5.5.	Cimentaciones.....	22
2.2.5.6.	Varillas-acero.....	22
2.2.5.7.	Esclerómetro	23
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS (GLOSARIO).....	24
2.3.1.	Marco legal	29
2.3.1.1.	Normas Ecuatorianas de Construcción.....	30

2.3.1.2.	Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización (COOTAD).....	30
2.3.1.3.	Constitución de la República del Ecuador	30
2.4.	Sistemas de Variables	32
2.4.1.	Variable Independiente	33
2.4.2.	Variable Dependiente	37

CAPITULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO.....	38
3.1.	Nivel de Investigación	38
3.1.1.	Exploratorio	38
3.1.2.	Descriptivo.....	38
3.1.3.	Metodología.....	38
3.2.	Diseño	44
3.2.1.	Investigación de campo	44
3.2.3.	Investigación bibliográfica o documental.....	44
3.2.4.	Investigación Cualitativa	44
3.2.5.	Investigación cuantitativa	45
3.3.	Población y Muestra	45
3.4.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	45
3.5.	Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos (Estadístico utilizado), para cada uno de los objetivos específicos	46

CAPÍTULOS IV

4.	RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	48
4.1.	Resultados según objetivo 1.....	48
4.2.	Resultados según objetivo 2	50
4.3.	Resultados según el objetivo 3	61

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
5.1.	Conclusiones	62
5.2.	Recomendaciones	63
5.3.	BIBLIOGRAFÍA	64

ANEXOS

Anexos 1.	Trabajo de campo que se realizó a los elementos estructurales del edificio Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar.....	68
Anexos 2.	Problemas presentados en la parte de la mampostería en la edificación Ciencias de la Salud y del Ser Humano.....	70
Anexo 3.	Planos estructurales correspondientes a vigas losas pilares y gradas de la Facultad Ciencias de la salud.....	72

INDICE DE FIGURAS

<i>ÍTEM</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>PÁG.</i>
Figura 1.	Ruptura y propagación de un terremoto.....	12
Figura 2	Riesgos sísmicos	13
Figura 3.	Peligro probable de amenazas por tornado	14
Figura 4.	Foco sísmico y Epicentro	15
Figura 5.	Procesos de la ruptura de un terremoto	15
Figura 6.	Tipos de onda sísmica y sus movimientos característicos	16
Figura 7.	Sismología típica. Observándose el intervalo temporal (aproximadamente 5 minutos) transcurrido entre la llegada de la primera onda P y la llegada de la primera onda S.....	16
Figura 8.	Esquema de la propagación de las ondas primarias o P.....	17
Figura 9.	Esquema de propagación de las ondas secundarias o S	18
Figura 10.	Vulnerabilidad sísmica en la Edificación.....	19
Figura 12.	Fabricación del Cemento Portland.....	22
Figura 14.	Recolecciones de valores por medio de rebotes en posición diferente	23

ÍNDICE DE TABLAS

<i>ÍTEM</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>PÁG.</i>
Tabla 1.	Vulnerabilidad físico estructural del edificio Ciencias de la Salud y del ser Humano	33
Tabla 2	Vulnerabilidad sísmica	37
Tabla 4	Matriz variables e indicadores para la vulnerabilidad física	39
Tabla 7	Matriz de ponderación de vulnerabilidad para amenaza sísmica.	41
Tabla 3	Indicé de vulnerabilidad sísmica	42
Tabla 6	Matriz de resumen de los elementos estructurales del sistema edificio	45
Tabla 8	Evaluación del índice de vulnerabilidad con la metodología del PNUD del edificio Ciencias de la Salud	48
Tabla 9	Nivel de vulnerabilidad	49
Tabla 10	Matriz de resultado de los Pilares en Planta Baja de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar.	50
Tabla 11	Matriz de resultado de los Pilares en Primera Planta Alta de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar.	51
Tabla 12	Matriz de resultado de los Pilares en Segunda Planta Alta de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar.	52
Tabla 13	Matriz Final de Resultados de los Pilares de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar.	53
Tabla 14	Matriz de resultado de las Vigas en Planta Baja de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar.	54
Tabla 15	Matriz de resultado de las Vigas en Primera Planta Alta de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar.	55
Tabla 16	Matriz de resultado de las Vigas en Segunda Planta Alta de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar.	57
Tabla 17	Matriz final de resultados de las Vigas de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar	58
Tabla 18	Matriz final de resultados de las Losas de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar	59
Tabla 19	Matriz final de resultado de las Gradadas de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar.	60

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>ÍTEM</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>PÁG.</i>
Grafico 1	Vulnerabilidad de los pilares del edificio Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la U.E.B.....	53
Grafico 2	Vulnerabilidad de las vigas del edificio Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la U.E.B	58
Grafico 3	vulnerabilidad de losa del edificio Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la U.E.B	59
Grafico 4	vulnerabilidad en gradas del edificio Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la U.E.B	60

Guaranda, 06 de noviembre del 2019

La suscrita, Lic. María Rosa Mas Camacho, Docente de la Universidad Estatal de Bolívar y directora del Proyecto de Investigación en calidad de docente tutor.

CERTIFICA:

Que el proyecto de investigación previa a la obtención del Título de Ingeniero en Administración Para Desastres y Gestión de Riesgos, con el tema,

“ESTADO ACTUAL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL EDIFICIO CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO DEL CAMPUS ALPACHACA DE UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR. 2019”

elaborado por los señores, Guaranda Bayas Carlos Lautaro y Elsa Jaqueline Moposita Romero, ha sido revisado y reúne los requisitos académicos y normativos establecidos en el reglamento de titulación, por lo que autorizo la presentación en las instancias respectivas de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano para su evaluación y calificación.

Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad.



LIC. MARÍA ROSA MAS CAMACHO
DIRECTORA DE TESIS

RESUMEN EJECUTIVO

Este trabajo del Estado Actual de la Vulnerabilidad del Edificio de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano se realizó de la Universidad Estatal de Bolívar que está ubicada en el campus Universitario sector Alpachaca Av. Ernesto Che Guevara y Av. Gabriel Secarúa, en la georreferenciación X 721678.02 Y. 982618.64 con una superficie total 383.23m²

En la investigación se determina el estado actual y grado de vulnerabilidad sísmica del edificio, al sector que se realizó el estudio se aplica al sistema estructural del inmueble referente a pilares, vigas, losas y gradas debido a la ocurrencia de temblores de tierra de últimos tiempos del que destaca el sismo del 16 de Abril de 2016 que dejó edificaciones afectadas en la parte física de la estructura.

El proyecto se realizó mediante la aplicación de la matriz del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), y visitas en el territorio. Para el estudio se utilizó la Metodología adaptada para Riesgos Sísmico de la propuesta por la Secretaria Nacional de la Gestión de Riesgos (SNGR) – PNUD (2012), además se utilizó el instrumento esclerómetro que facilitó la toma de los valores y conocer la dureza y la resistencia de los elementos estructurales de interés: losas, vigas, pilares y gradas a través de su ponderación máxima identifica el estado actual del Edificio. La metodología está basada en las siguientes variables sistema estructural, tipo de material de paredes, tipo de cubierta, sistema de entre pisos, número de pisos, año de construcción, estado de conservación, características del suelo bajo la edificación, topografía del sitio, forma de construcción, las cuales fueron estimadas y analizadas para explicar el índice y nivel de vulnerabilidad del estado actual del edificio.

El documento que se presenta cuenta con cinco capítulos de lo que se resume a continuación:

En el capítulo I: EL PROBLEMA

Se describe la problemática del estudio, se exponen los objetivos propuestos, la justificación de trabajo investigativo, y las limitaciones presentadas en la investigación.

En el capítulo II: MARCO TEORICO

Desarrolla la teoría conceptual, también las normativas a las cuales se rige nos regimos para el estudio, así como la definición de términos y las variables a estudiar.

En el capítulo III: MARCO METODOLÓGICO

Se exponen la metodología aplicada la determinación de la población y muestra para el trabajo, así como también se describen los instrumentos utilizados.

En el capítulo IV: RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Se muestran los resultados alcanzados para cada objetivo planteado en el trabajo investigativo, y aparece su análisis respectivo.

En el capítulo V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se exponen las conclusiones a las que se arriba y las recomendaciones sugeridas para la consecutividad en la investigación.

INTRODUCCIÓN

El territorio ecuatoriano es un país está expuesto a un riesgo sísmico, que se refiere a la posibilidad o la probabilidad de que ocurran pérdidas (humanas, sociales o económicas) debidas a un sismo. El riesgo sísmico se debe a tres factores: la amenaza sísmica, que se relaciona con los movimientos telúricos que pueden ocurrir en un lugar; la exposición, que se refiere a la cantidad de personas e infraestructuras que se encuentran en un lugar y pueden llegar a ser afectadas por la ocurrencia de un evento sísmico, y la vulnerabilidad, que se relaciona con la capacidad de las edificaciones de resistir eventos sísmicos.

Los sismos y movimientos vibratorios en el interior de la tierra que suben a la superficie en forma de ondas sísmicas provocando daños en las infraestructuras, las que son causas de que las construcciones, sufran daños o deterioros que afectan su estética, su funcionalidad, o lo más grave, su seguridad estructural.

La vulnerabilidad sísmica de una estructura, grupo de estructuras o de una zona urbana completa, se precisa como su predisposición intrínseca a sufrir daños ante la ocurrencia de un movimiento sísmico, está asociada directamente con sus características físicas estructuras de diseños.

El daño en las edificaciones puede ser causado por fenómenos naturales, o también por la acción humana al darle un uso impropio por construir de manera incorrecta. Para que la estructuras tengan un buen comportamiento frente a sismos fuertes es necesario que su diseño resista niveles de deformación más altos que los límites elásticos, más bien en sismos moderados las estructuras no sufran daños importantes que impidan su uso y ante sismos severos no debe ocurrir el colapso.

El estudio de la vulnerabilidad sísmica del hormigón armado y las mamposterías de diferentes materiales de las edificaciones desde hace años se verifica con estudios de investigación por medio de la tecnología se han desarrollado metodologías diversas, las que se han aplicado en diferentes países; las mismas tiene como propósito expresar los puntos débiles de las edificaciones donde es más propenso que fallan al momento de ocurrir un evento sísmico.

Se hace uso del esclerómetro y de la metodología del Programa Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD donde su uso práctico y facilitando de análisis respectivo para saber el nivel de vulnerabilidad (bajo, medio y alto) así obtener resultados del estado actual en el Edificio de Ciencias de la Salud y del ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar, así como la metodología del doctor Abelardo Paucar para la evaluación de la vulnerabilidad física de las edificaciones en la ciudad de Guaranda.

El diseño y desarrollo el ingeniero Ernest Schmidt como martillo SCHMIDT siendo su valor “R” (como índice de rebote) como una unidad dimensional que relaciona la dureza superficial del hormigón con su resistencia y la dureza. En donde refiere la herramienta no destructivo ro es un instrumento de calidad que facilita identificar comportamientos del hormigón armado, para ello se mide el aguante de los elementos estructurales por medio de sus rebotes con el objetivo de establecer la determinación de un numero de rebote en el concreto endurecido,

Con el estudio de la vulnerabilidad del sistema edificio del sistema edificio se pretende identificar el nivel de resistencia de los hormigones y el grado de vulnerabilidad de los elementos estructurales del inmueble antes mencionado.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

El mundo es un escenario expuesto a diversas amenazas y desastres ya que así lo demuestran diferentes estudios realizados en el pasar de los años. Se han registrado grandes desastres como: sismos, terremotos, erupciones volcánicas, caídas de ceniza, movimientos en masa entre otros, estos siniestros han inducido daños de mayor porcentaje a las sociedades siendo de gran afectación a la infraestructura de las viviendas, vías, sistema de agua potable, sistema eléctrico, edificaciones, y pérdidas humanas.

Como consecuencia de lo expuesto anteriormente se han realizado estudios de riesgo para los inmuebles y personas que los habitan en escenarios de desastres, en los cuales han trabajado profesionales de la Gestión de Riesgos a nivel territorial, provincial y dentro de la localidad con la intención de tomar las medidas necesarias a fin de colaborar para minimizar efectos perjudiciales de los desastres.

Dada la ubicación geográfica del Ecuador, la población es sensible a la ocurrencia de evento adversos como los sismos siendo oportuno prestarle atención especial a la vulnerabilidad de las edificaciones que existen y las que se construyen.

Con los años ha ido en momento la construcción de nuevos edificios, de lo que afirman (Villacis & Carrillo, INEC 2010) que las mismas aún incurren en errores de diseño y de construcción, siendo estas vulnerables estructuralmente dado a que no se aplica adecuadamente el procedimiento de las Normas Ecuatorianas de Construcción (NEC), siendo de mayor trascendencia para las edificaciones de uso social y colectivo por el hacinamiento de personas en estas diariamente.

Respecto a las viviendas se sabe que las de adobe sin refuerzo son vulnerables a los sismos debido a su gran masa, teniendo problemas en las conexiones de los materiales y falta de continuidad de muros, sin embargo, la mayoría de los pobladores de zonas rurales han optado por construir con material de menor resistencia a pesar del conocimiento de las dificultades en el momento de evento sísmico.

Teniendo en cuenta que los desastres no pueden ser predichos por los humanos, pero que, si se pueden tomar acciones para disminuir sus daños se han realizado un número de estudios con bases teóricas y metodológicas desarrollados por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) con la finalidad de trabajar en la prevención y mitigación de desastres.

La investigación que se presenta surge en base a los daños y pérdidas que ocasiona en momentos de suceso de movimientos de tierra, como fue el sismo del año 2016 y sus consecuencias en el cantón Guaranda, donde hubo dificultades de viviendas como grieta y fisuras, y otras con daños en las infraestructuras. (Bolívar, SNGR 2019)

La Universidad Estatal de Bolívar, en particular el edificio de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano que se encuentra situado del campus Alpachaca de la provincia de Bolívar Cantón Guaranda es uno de los edificios construido en el año 2007. Cabe recalcar que la construcción del inmueble cuenta con tres pisos levantada en un área de 381.23m², la edificación es de hormigón armado, mamposterías de bloques, paredes, columnas, vigas de hormigón armado, entre otros. Se sabe que los suelos corresponden a limos arenosos, de plasticidad alta a media y consistencia baja.

En la edificación afluyen cotidianamente estudiantes, docentes y demás personal administrativo de la carrera de Licenciatura de Enfermería y de Administración para Desastres y Gestión de Riesgo, ascendiendo a un total de 1151 personas con flujo diario hoy día lo que hace interés identificar el estado de vulnerabilidad del inmueble.

1.2. Formulación del Problema

Ante un evento sísmico: ¿Cómo se comporta la vulnerabilidad sísmica del Edificio Ciencias de la Salud y del Ser Humano del campus Alpachaca de la Universidad Estatal de Bolívar?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Estudiar la vulnerabilidad ante sismos del edificio Ciencias de la Salud y del ser Humano del campus Alpachaca de la Universidad Estatal de Bolívar.

1.3.2. Objetivos específicos

- Definir la vulnerabilidad de los factores físicos del edificio Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar según la metodología del PNUD.
- Evaluar la vulnerabilidad física del edificio Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar ante amenazas sísmicas.
- Proponer medidas para la reducción de la vulnerabilidad física en el edificio.

1.4. Justificación de la Investigación

El Ecuador es uno de los países que se localiza en el Cinturón de Fuego del Pacífico, este presenta placas tectónicas las cuales forman un rozamiento entre ellas, generando tensión, que al ser liberada la misma produce vibraciones de tierra, que presenta diversas amenazas que pueden ocasionar grandes desastres en los eventos telúricos ocasionado el colapso estructural, no estructural causando pérdidas de vidas humanas, así como se puede mencionar el sismo que ocurrió el 16 de Abril del 2016.

La ciudad de Guaranda es un cantón de la provincia Bolívar de la zona sierra que tiene afectaciones sísmicas y climáticas y que está expuesta a amenazas como: sismos, deslizamientos, crecida torrenciales e inundaciones, deslaves por procesos volcánicos, entre otros sucesos la cual conserva registros de terremotos pasados que afectaron también la universidad estatal de bolívar a las diferentes facultades. La cual provocaron deficiencias e inseguridad en las mismas.

Resulta de especial interés verificar en las edificaciones el nivel vulnerabilidad sísmica y asimismo investigar los comportamientos y la resistencia de los elementos estructurales ante un evento sísmico, y de a partir de ahí adoptar las medidas que permitan reducir las amenazas sísmicas en la edificación construidas y así amparar principalmente las vidas humanas.

La presente investigación surge con la finalidad de analizar la vulnerabilidad ante sismos del edificio, con el propósito de determinar y ponderar las características actuales de la edificación ciencias de la salud y del ser humano conocer el nivel vulnerabilidad sísmica, con la observación directa en las estructuras facilitan identificar el estado actual de las construcciones, averiguar su estabilidad ante un evento sísmico con el fin de clasificar, seleccionar, describir las estructuras y los elementos correspondientes de acuerdo a los indicadores de riesgo sísmico, y de esta manera saber si las edificaciones requieren estudios estructurales a detalle. (Andrade & Cabezas, 2016)

Con el trabajo de investigación proporcionar conocimientos sobre el tema de la vulnerabilidad sísmica de la edificación en un acto sísmico que ser útil a los personajes que aportan servicios en la edificación y así mejorar los conocimientos sobre el tema de

un acto sísmico o cualquier evento que se presente, y el alcance del problema en el edificio y las forma de prevenirlos para así salvaguardas vidas humanas

Debido a que no se cuenta con suficientes estudios del alcance sobre el tema previsto, cabe recalcar el presente trabajo es conveniente para afianzar un mayor conocimiento sobre los actos sísmicos que se ha venido dando en los últimos años por otra parte la investigación constituye a ampliar y conocer las preparaciones en caso de una amenaza sísmica o cualquier emergencia ya sea amenazas naturales o antrópicas.

El trabajo tiene una utilidad metodológica, ya que se podrían realizarse futuras investigaciones y estudios que utilizan metodologías compatibles, de manera que se posibilitan evaluar la edificación con la metodología del PNUD la cual nos permitirá saber el nivel de vulnerabilidad de cada uno de los respectivos factores de la construcción, la cual también se hizo uso del instrumento Esclerómetro para saber la resistencia por medio de sus revotes de los elementos de pilares, vigas, losas y gradas de la facultad ciencias de la salud y del ser humano la investigación presentado es uno de los trabajos viables, ya que pues dispone de valores exactos de estudios realizados con la salida de campo.

1.5. Limitaciones.

Se identificaron como limitaciones para el estudio:

- En nuestro proyecto de investigación no se puede hacer estudios técnicos de lo que engloba al edificio ya que no contamos con laboratorios e equipos necesarios ni recursos.
- Dificultades presentadas al momento de acoger datos del instrumento esclerómetro por motivo de aplicar por primera vez
- Carencia de antecedentes e investigaciones similares sobre el tema Estado Actual de vulnerabilidad sísmico en la página web de la Universidad Estatal de Bolívar respecto al Edificio Ciencias de la Salud y del Ser Humano.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

La Universidad Estatal de Bolívar abre sus puertas como casa de alto estudios ecuatorianos el 22 de octubre de 1977, gracias al auspicio económico del Consejo Provincial. Inicialmente funcionó como Extensión de la Universidad de Guayaquil, adscrita a la Facultad de Ciencias Administrativas, Escuela de Administración de Empresas Agroindustriales, que fue la primera en crearse, cumpliendo así con una de las más caras aspiraciones de la sociedad bolivarenses: contar con un centro de educación superior que atendiese las demandas del desarrollo regional.

El funcionamiento de la Extensión Universitaria de Guaranda transcurre con normalidad hasta el 15 de septiembre de 1983, fecha en la cual el H. Consejo Universitario de la Universidad Estatal de Guayaquil, declara insubsistente la firma del convenio con el Consejo Provincial, lo que posibilitó tramitar el funcionamiento del primer Centro de Educación Superior de la Provincia de Bolívar. A pesar de las dificultades, la Extensión de Guaranda, siguió funcionando por cuenta propia e inició los trámites para su reconocimiento oficial como universidad autónoma en el Consejo Nacional de Universidades y Escuelas Politécnicas (CONUEP).

Finalmente, el desarrollo académico alcanzado por la Extensión Universitaria de Guaranda fue reconocido por el CONUEP quien aprobó la creación de la Universidad Estatal de Bolívar (UEB) el 20 de junio de 1989, mediante decreto No 32 del H. Congreso Nacional. El Presidente Constitucional de la República del Ecuador en ese entonces Dr. Rodrigo Borja Cevallos, firma el ejecútase el 29 de junio del mismo año y se publica en el Registro Oficial No 225, el 4 de julio de 1989, "la creación de la Universidad Estatal de Bolívar (UEB), actuando como primer Rector el Ing. Gabriel Galarza López.

Una vez que la Universidad Estatal de Bolívar adquirió la personería jurídica, inició la etapa de organización interna y la estructuración de propuestas para la formación de profesionales. Se crea la Carrera de Enfermería en 1986, luego la de Educación Física, Tecnología Avícola y finalmente Contaduría Pública, la que más tarde cambiaría su nombre por Contabilidad y Auditoría (1990). En la UEB las actividades y funciones se normaron por sus Estatutos aprobados por el H. Consejo Universitario el 14 de julio de 1989 y por el ente regulador de las Universidades de aquel entonces CONUEP, hoy llamado Consejo de Educación Superior (CONESUP), en donde se

confiere legitimidad a la organización institucional basada en organismos, Facultades, Departamentos, Unidades Académicas y Servicios y es así que la Universidad Estatal de Bolívar actualmente funciona con cinco Facultades, siendo la última la de Jurisprudencia que fue creada el 12 de junio del 2002 . Todas ellas fueron creadas en base a los requerimientos de la sociedad y con la finalidad de buscar la calidad profesional y dar respuesta a la misión institucional y al desarrollo de la Provincia.

El edificio de la Facultad de Ciencias de la Salud fue construido en el año 2006 y dio por terminado en el año 2009 con una duración de 3 años de construcción, en atención a la demanda estudiantil y cumpliendo políticas de mejoramiento en la calidad de la Educación Superior, y se invierte significativamente en la construcción de edificios para aulas, oficinas, bibliotecas accesos y áreas deportivas, en las diferentes propiedades que la Universidad posee.

La construcción se realizó bajo la modalidad de Administración Directa, con la dirección técnica y de fiscalización del Departamento de Planificación Física y Construcciones de la Universidad. De acuerdo a los diseños arquitectónicos y estructurales, que responden a las necesidades y requerimientos de las autoridades de la Facultad de Salud de ese entonces, se destinan estos espacios para la carrera de Enfermería, y posteriormente se incorpora la carrera de Ingeniería en Administración para Desastre y Gestión Riesgo. Esta última dentro de su ámbito de estudio e investigación forma profesionales en Gestión de Riesgo, la cual se creó en el año 1990, especialistas capacitados para determinar la calidad de las edificaciones, en términos de seguridad y fiabilidad de acuerdo a normas nacionales e internacionales de construcción, evaluación y peligro sísmico. (H. Consejo Universitario U.E.B, 2018)

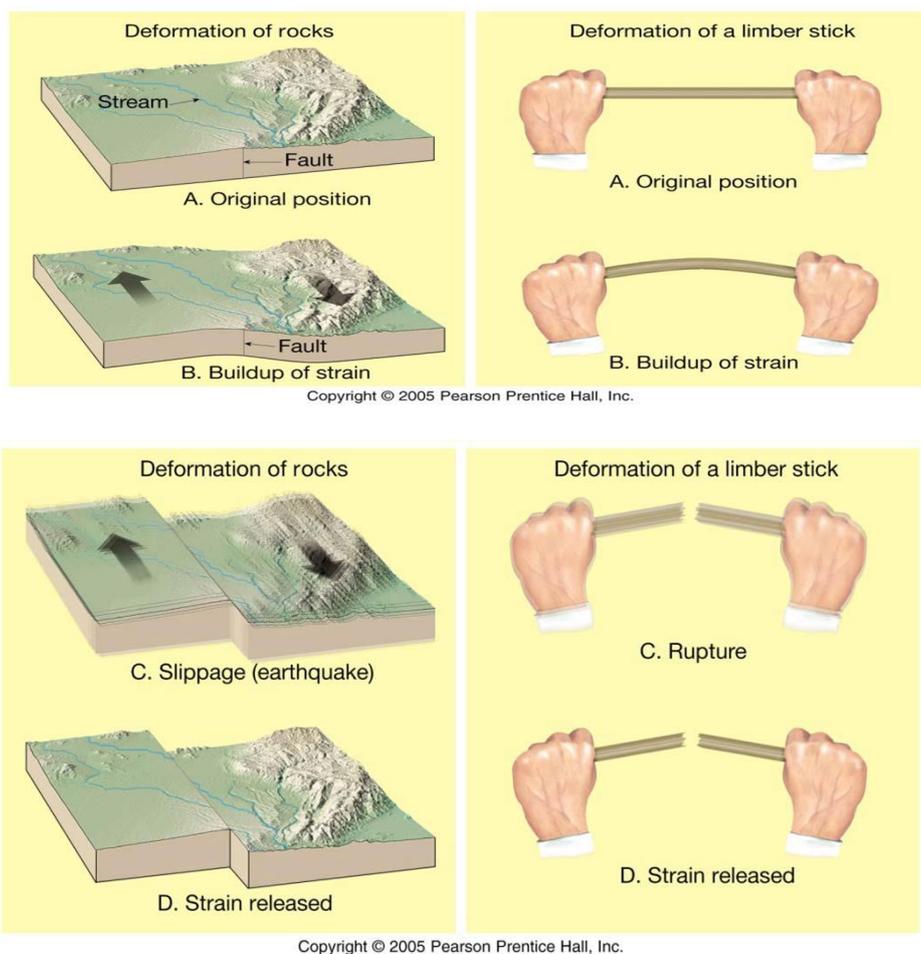
2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Conceptos generales sobre el riesgo de sismos y sus factores amenazas y vulnerabilidad

2.2.1.1. Sismos:

Los sismos se producen en lugares determinados de la tierra causando una liberación de energía con brusquedad. Se concreta que las placas de la corteza terrestre están sometidas a tensiones llamada zona de roca o fallas donde causa ondulaciones, movimientos, sacudimientos a la superficie terrestre. Las fuentes pueden ser de varios tipos (tectónicas, volcánicas, explosiones, meteoritos.) siendo las más comunes en las placas tectónicas. También se lo conoce como terremotos, temblores o movimientos telúricos. (Espíndola & Pérez, 2018).

Figura1. Ruptura y propagación de un terremoto



Fuente: Tarbuck & Lutgens, *Ciencias de la Tierra*, 2005.

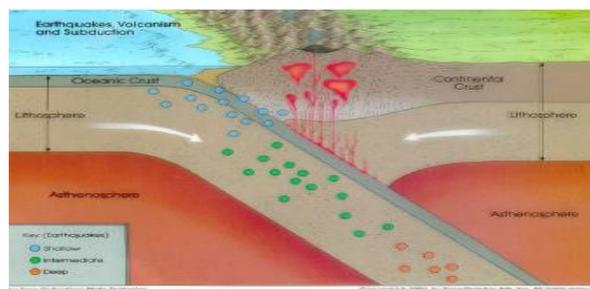
A lo largo de la historia, el Ecuador ha tenido una actividad sísmica considerable. En los últimos 460 años, diferentes sismos han provocado la destrucción de las ciudades enteras

con la muerte de miles de personas. Escenarios sísmicos probables realizados en Quito y Guayaquil, revelan la necesidad de emprender acciones para disminuir el riesgo de las edificaciones.

2.2.1.2. Riesgos sísmicos:

Se dice que son los resultados sociales y económicos viables inducidos por un sismo o terremoto, como la consecuencia de la falla de estructuras, cuarteamiento de paredes, pérdidas económicas, entre otras. (Hernandez, 2015)

Figura 2 Riesgos sísmicos



Fuente: Espinosa Castro, & Pérez Campos, Sismología para ingenieros, 2018.

2.2.1.3. Riesgo de desastre:

Son las pérdidas esperadas, causadas por uno o varios peligros particulares que inciden simultánea o concatenadamente sobre uno o más elementos vulnerables en un tiempo, lugar y condiciones determinados. (Arrospide, San Miguel, & Helden, 2018)

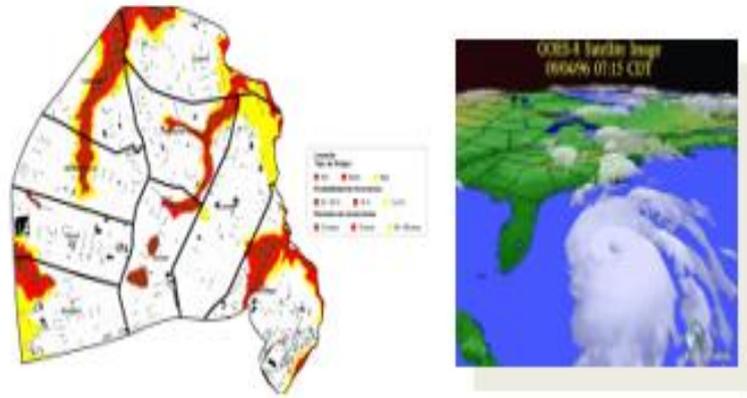
2.2.1.4. Amenaza:

Posibilidad de ocurrencia de un fenómeno de origen natural, socio natural o antrópico, potencialmente dañino, que puede tornarse peligroso para las personas, sus bienes y sus medios, instalados en una región o comunidad expuesta al mismo. Ejemplo: tornados, lluvias, presencia cercana de material peligroso (Ej. gasolinera). (Arrospide, San Miguel, & Helden, 2018).

2.2.1.5. Peligro:

Un probable evento extraordinario o extremo, de origen natural o tecnológico, particularmente nocivo, que puede producirse en un momento y lugar determinado y que, con una magnitud, intensidad, frecuencia y duración dada, puede afectar desfavorablemente la vida humana, la economía o las actividades de la sociedad al extremo de provocar un desastre. (Espíndola & Pérez, 2018).

Figura 3. Peligro probable de amenazas por tornado



Fuente: Espinosa Castro, & Pérez Campos, sismología para ingenieros, 2018.

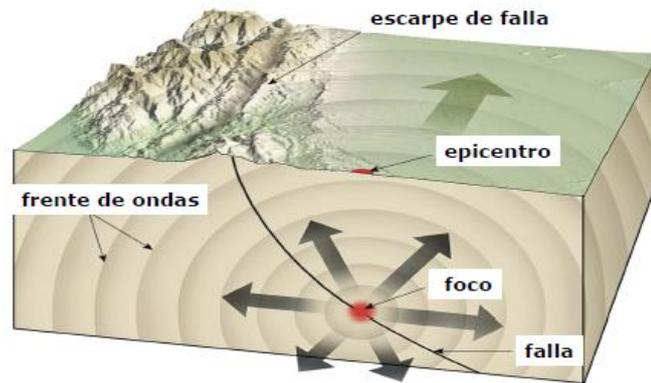
2.2.1.6. Amenazas sísmicas:

Una amenaza sísmica es un acontecimiento que se encuentra presente en cualquier lugar o sector, que es asociado con un sismo y puede producir efectos adversos al hombre a la economía. (Espíndola & Pérez, 2018)

El hipocentro:

“Es también llamado foco o el punto del origen del sismo o terremoto en el interior de la tierra en forma de ondas, es la parte que libera dos tipos de ondas “P” o Primarias y las ondas “S” o Secundarias, que se desplazan por la superficie y son las causantes de los daños”. (UCR-ICE, 2019, pág. 2)

Figura 4. Foco sísmico y Epicentro

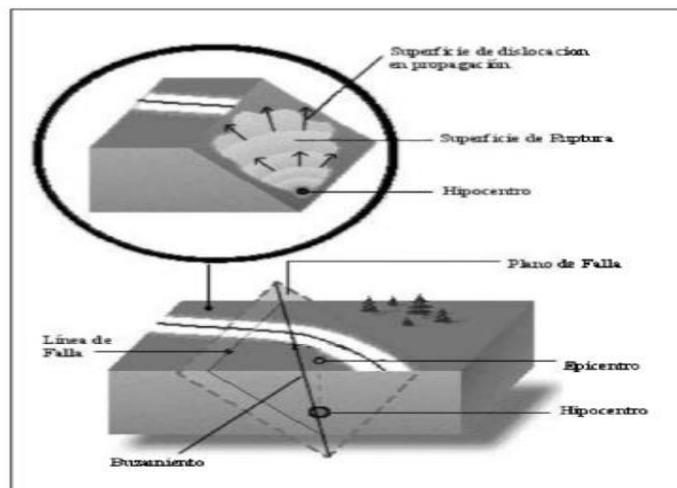


Fuente: Tarbuck & Lutgens, Ciencias de la Tierra, 2005

2.2.1.7. El epicentro:

Es el lugar de la superficie terrestre que se halla más cerca del hipocentro, desde donde salen las ondas sísmicas superficiales, y donde ocurren las mayores destrucciones. (UCR-ICE, 2019, pág. 2).

Figura 5. Procesos de la ruptura de un terremoto



Fuente: Giner & Molina, Sismicidad y Riesgo Sísmico, 2015

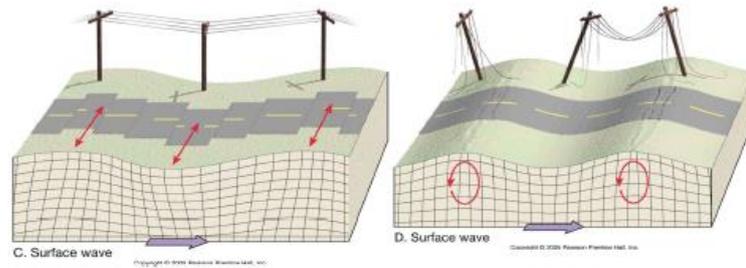
2.2.2. Componentes de los sismos

2.2.2.1. Ondas sísmicas:

Es el sitio que libera la mayor parte de energía en el proceso de la ruptura en que se sitúa el foco de un terremoto, debido a la relajación del esfuerzo, es llamado energía de tipo

elástico. La propagación de la energía es tanto por el interior, así como también por la superficie de la tierra, emergiendo a la superficie libre, mientras que las ondas superficiales se propagan en zonas de discontinuidad en el interior de la tierra y por la superficie de la misma, que están divididas en el proceso de acoplamiento de energía en superficie de discontinuidad (Giner & Molina, 2015)

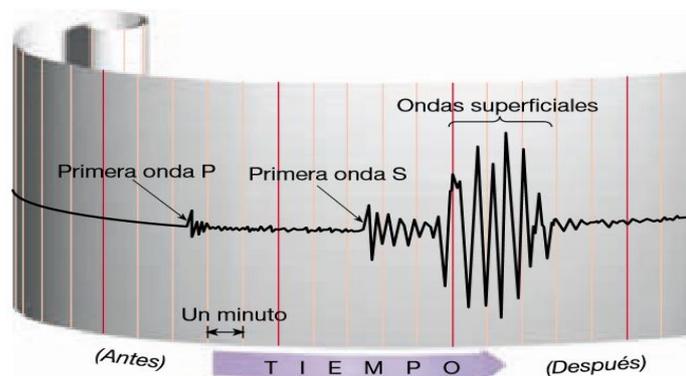
Figura 6. Tipos de onda sísmica y sus movimientos característicos



Fuente: Tarbuck & Lutgens, *Ciencias de la tierra*, 2005

El movimiento de las ondas sísmicas son las vibraciones que viajan desde el punto en que ocurre el sismo a lo largo del suelo, que es muy parecida al oleaje oceánico, provocando así los catastros en las estructuras de las viviendas asentadas, y como otras consecuencias ocasionando la pérdida de vidas humanas.

Figura 7. Sismología típica. Observándose el intervalo temporal (aproximadamente 5 minutos) transcurrido entre la llegada de la primera onda P y la llegada de la primera onda S.

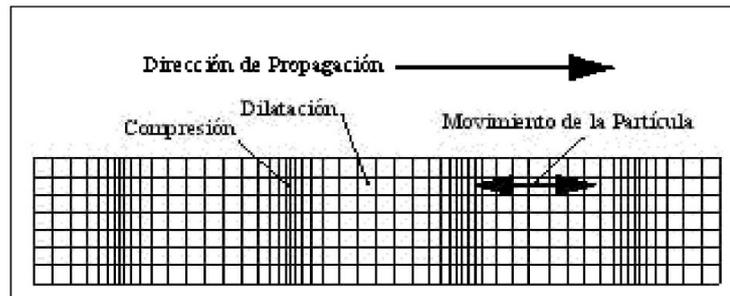


Fuente: Tarbuck & Lutgens, *Ciencias de la tierra*, 2005

2.2.2.2. Onda P:

Estas ondas son longitudinales porque el movimiento de vibración de las partículas es en la dirección de propagación de la onda, casi comparado con las ondas sonoras, de forma que la roca se comprime y dilata con el paso de las ondas. (Giner & Molina, 2015)

Figura 8. Esquema de la propagación de las ondas primarias o P



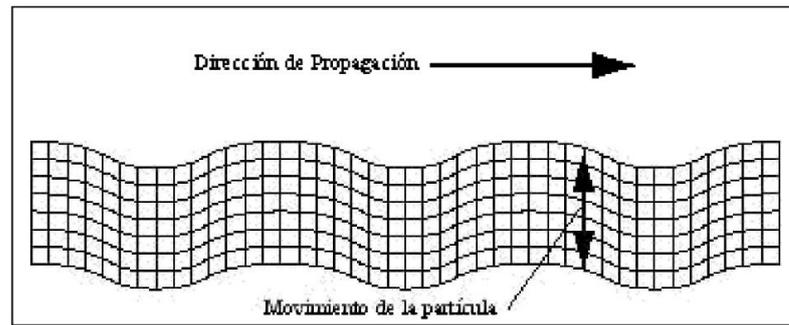
Fuente: Giner & Molina, Sismicidad y Riesgo Sísmico, 2015

2.2.2.3. Ondas S:

Son ondas transversales, el movimiento de vibración de la partícula es perpendicular a la dirección de propagación de las ondas. Su velocidad es menor que las ondas primarias, por lo que siempre llega tras ella. Este tipo de ondas no se propagan a través de los fluidos, por lo que no pueden propagarse por los océanos y lagos, ni tampoco por el núcleo interno de la tierra, cuyas características físicas son muy próximas al comportamiento de los fluidos.

Cabe recalcar que la velocidades de las ondas P y S dependen de las características del material por el que se propagan (densidad, propiedades elásticas, etc.) en todos los terremotos, la primera onda en sentirse es la onda P, el efecto es muy parecido al de una onda sonora que por la brusca liberación de energías el vibrar la superficie del suelo principalmente en la dirección horizontal. (Giner & Molina, 2015)

Figura 9. Esquema de propagación de las ondas secundarias o S



Fuente: Giner & Molina, *Sismicidad y Riesgo Sísmico*, 2015

2.2.2.4. Peligrosidad sísmica:

Se define como la probabilidad que mide el movimiento del suelo, por ejemplo, aceleración, intensidad, etc. Y sea superado en un determinado periodo de tiempo, también llamado periodo de exposición. (Martinez & Angulo, 2016)

2.2.2.5. Riesgo sísmico:

Se produce en la litosfera terrestre y está inducida por la liberación súbita de la energía acumulada en las rocas. Esta energía se libera cuando los esfuerzos a los que está sometida la litosfera producen el movimiento de una falla. La mayoría de estas fuerzas están relacionadas con la tectónica de placas. (Martinez & Angulo, 2016)

2.2.3. Vulnerabilidad: sísmico, estructural, no estructural

2.2.3.1. Vulnerabilidad:

La vulnerabilidad, entendida como debilidad, es una condición de susceptibilidad a ser afectado por las características propias del objeto o sujeto a la amenaza, la poca capacidad de resistencia y recuperación de las personas y de la comunidad frente a un fenómeno amenazante. Las personas son más vulnerables cuando no tienen conciencia de las amenazas que ponen en peligro su vida y sus medios de vida. (Arrospide, San Miguel, & Helden, 2018)

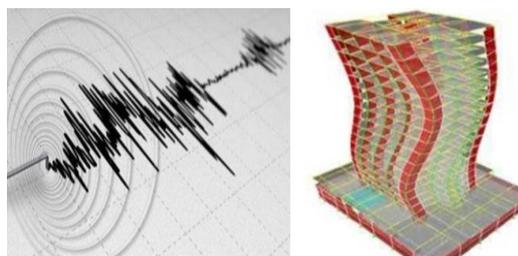
2.2.3.2. Vulnerabilidad sísmica:

Según (Martinez C., 2016) refiere que es una parte importante para evaluar el riesgo sísmico de una región es la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las estructuras construidas por el ser humano, esto se debe a que existen estructuras con una calidad estructural mejor que otras, en otras palabras, su vulnerabilidad es menor.

Por lo tanto, se puede llegar a plantear que la vulnerabilidad sísmica de una estructura o grupo de estructuras, es la calidad estructural o capacidad de sus elementos estructurales para resistir un terremoto. El que una estructura sea más o menos vulnerable ante un terremoto de determinadas características, es una propiedad intrínseca de cada estructura, es decir, es independiente de la peligrosidad sísmica del sitio de emplazamiento, por lo tanto, una estructura puede ser vulnerable pero no estar en riesgo, a menos que se encuentre en un sitio con una cierta peligrosidad sísmica.

El autor (Hernandez, 2015) resume que la vulnerabilidad sísmica: “Es una de las medidas de daño o grado que se muestran en un lugar dado, formando referencia a un valor que consiente en especificar a las construcciones de acuerdo a la calidad estructural intrínseca de las mismas dentro de un rango de menor vulnerable o ya sea mayor vulnerabilidad ante una acción de un sismo. El peligro sísmico depende directamente de los elementos de una zona, pueden verse afectados en menor o mayor medida dependiendo el grado de peligrosidad sísmica que tengan, ocasionando un cierto nivel de riesgo sísmico del lugar”.

Figura 10. Vulnerabilidad sísmica en la Edificación



Fuente: Martinez C., vulnerabilidad sísmica urbana basada en tipología constructivas y posición urbana de las edificaciones, 2016)

2.2.4. Vulnerabilidad física estructural y no estructural

2.2.4.1. Vulnerabilidad física Estructural:

Es la capacidad resistiva de las edificaciones a las fuerzas destructivas del peligro al daño estructural, es un fenómeno que muy difícil de modelar analíticamente o reproducir en laboratorios. El daño como se comentó antes, es un fenómeno que afecta a cualquier tipo de estructura, sin embargo, a partir de ahora se hará referencia únicamente al daño que pueden sufrir las edificaciones, por ser parte del objetivo de este trabajo.

La vulnerabilidad estructural también depende del comportamiento del trabajo de los elementos que forman parte del sistema resistente tales como vigas, pilares, muros, forjados etc. Se relaciona con las características de las materias que lo componen, su configuración y ensamblaje, el tipo de sistema resistente y la característica de la acción. Se cuantifica mediante índices de daño correspondientes a cada uno de los elementos estructurales, cuya ponderación sobre parte o totalidad de la estructura. (Marquez P, 2017) Con el desarrollo significativo de modelos de daño de los elementos estructurales se ha podido evaluar el daño en forma cuantitativa, basándose en algunos parámetros de respuesta estructural como, por ejemplo, las distorsiones de piso, las deformaciones de los elementos a nivel de sección transversal y de miembro, demandas de ductilidad, de rigidez, cantidad de energía disipada, cortante de entrepiso, etc. (Martinez C., 2016)

2.2.4.2. Vulnerabilidad física no estructural:

Este tipo de vulnerabilidad origina daños en las líneas vitales del territorio, como sistema de gasificación, comunicaciones, redes eléctricas, así como el estado del sistema de drenaje y las redes de alcantarillado, también el tipo de daño está asociado principalmente a elementos que no forman parte del sistema resistente, como pueden ser muros divisorios, ventanales, etc. (Martinez C., 2016)

2.2.5. Elementos de la construcción

2.2.5.1. Hormigón:

El hormigón o concreto es un material compuesto empleado en construcción, formado esencialmente por un aglomerante en la mayoría de las ocasiones cemento generalmente cemento Portland al que se añaden partículas o fragmentos de un agregado compuesto por un medio conglomerante que será el cemento, partículas de árido y agua. (Sanhueza R , 2015)

2.2.5.2. Hormigón armado:

Se refiere que el hormigón está conformado por distintos materiales como cemento Portland, arena y pedregullo o canto rodado y su armadura es metálica, que se compone de hierro que se coloca en la estructura. El hormigón armado es la parte fundamental de una construcción que puede determinar la resistencia de hasta 50 Kg. cm², porque el hierro presenta una gran resistencia a la torsión (Valencia & Aulestia, 2015)

2.2.5.3. Arena:

Se define que la arena de la construcción tiene diferentes características pudiendo ser de varias clases: fino o árido que se utilizan como material para la fabricación del hormigón, concreto, montero, la cual está compuesta por partículas de rocas trituradas muy pequeñas y muy finas, o de diferentes grosores dependiendo para el uso que es destinada. (Valencia & Aulestia, 2015)

2.2.5.4. Cemento:

Se restringe a materiales aglutinantes utilizados con piedras, arena, ladrillos, bloques de construcción, etc. Los principales componentes de este tipo de cemento son compuestos de cal, de modo que en construcción e ingeniería civil se trabaja con cementos calcáreos. Los cementos que se utilizan en la fabricación de concreto tienen la propiedad de fraguar y endurecer con el agua, en virtud de que experimentan una reacción química con ella y, por lo tanto, se denominan cementos hidráulicos; Los mismos están compuestos principalmente por silicatos y aluminatos de cal y pueden clasificarse, en general, como cementos naturales; cementos Portland y cementos aluminosos. (Arostegui & Erazo, 2018)

Figura 11. Fabricación del Cemento Portland



Fuente: Arostegui Hurtado & Erazo Santillán, Ingeniería Civil, 2018.

2.2.5.5. Cimentaciones:

Las cimentaciones tienen como misión transmitir al terreno las cargas que soporta la estructura del edificio. De modo general se puede decir que existen dos tipos de cimentación según que principalmente vayan a soportar esfuerzos de compresión pura o que soporten, además, tensiones de tracción.

El primer caso incumbe con estructuras sencillas basadas principalmente en muros de carga. Se pueden emplear las cimentaciones denominadas ciclópeas en las que se emplean sillares de piedra u hormigón en masa, sin armadura, aunque se recomienda la inclusión de un armado mínimo en su cara inferior con objeto de absorber las tensiones producidas por distintos factores: atado, resistencia, asientos diferenciales, defectos de hormigonado, etc. En el resto de los casos, que constituyen la mayoría, se emplea el hormigón armado. (Arostegui & Erazo, 2018)

2.2.5.6. Varillas-acero:

El acero o llamado también varillas corrugadas es uno de los aceros laminado diseñados específicamente para construcciones de hormigón armado, es un material de acero que presentan resaltos o corrugas que forman parte de la adherencia con el hormigón y posee una gran adaptabilidad dado su facilidad de cortar y doblar.

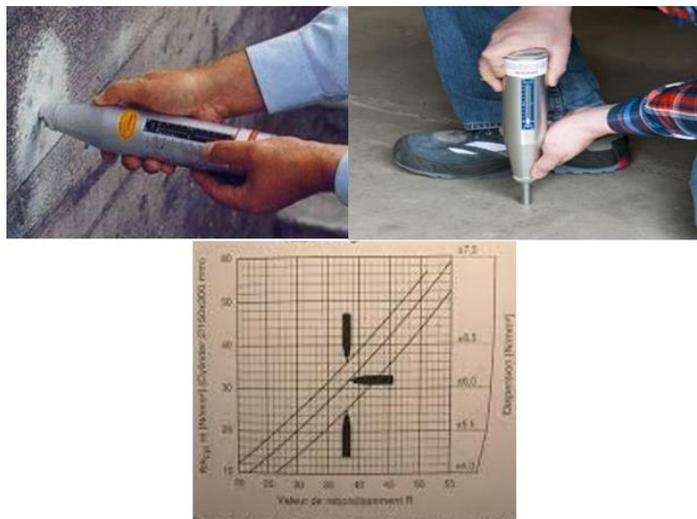
Las varillas de acero son conjuntos de barras de acero corrugado que configuran un acumulado funcionalmente homogéneo, conforman una armadura en la estructura de las edificaciones, por otro lado, se trabajan conjuntamente para que tengan una resistencia con la combinación del hormigón. Por último, las armaduras de varillas de acero también se ocupan para evitar las fisuras y cuarteamientos del hormigón. (Andrade & Cabezas, 2016)

2.2.5.7. Esclerómetro:

“Fue diseñado en el año 1950 para la medición no destructiva del hormigón. Se lo patentó con el nombre SCHMIDT; su valor de rebote "R" permite medir la dureza de este material y es el procedimiento más usado a nivel internacional para el control no destructivo en hormigón.”

“Este instrumento está provisto de una pesa tensada con un muelle y la forma de utilizar es lanzando la prensa tensada a la superficie de interés a analizarse para medir su rebote”.
(Segarra, Miguitama, Fierro, & Mogrovejo, 2017)

Figura 12. Recolecciones de valores por medio de rebotes en posición diferente



Fuente: V, Miguitama, & C., Características Técnicas de los terrenos y cimentaciones adecuadas, 2017

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS (GLOSARIO)

Amenaza. - Posibilidad de ocurrencia de un fenómeno de origen natural, socio naturales o antrópicos que ponen en peligro a la actividad humana, o condiciones peligrosas que pueden ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, las pérdidas de medios de sustento y de servicio, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales. (Arrospide, San Miguel, & Helden, 2018)

Anomalías. - La anomalía en las sedimentaciones son causantes de algunos problemas:

- ✓ Envejecimiento natural
- ✓ Errores en la ejecución
- ✓ Materiales deficientes

Los profesionales en el área de la ingeniería civil tienen las diferentes pautas y posibilidades de utilizar materiales de calidad a la tecnología de la construcción para evitar pérdidas económicas. (Poves Ferrer, 2015)

Arena. – “Se define como un material árido de tamaño entre 5mm y 0.05mm este material se obtiene de rocas disgregados y suelen encontrar en la naturaleza, según su procedencia se distinguen diferentes tipos de arenas como son la de río, de mina, de playa o de cantera. La arena es el material básico para la elaboración de morteros y hormigones”. (Bottani Mamani, Albino Torrico, Marca Chino, & Verduguez Zerda, 2017)

Cemento. - El cemento portland es un conglomerante hidráulico es decir un material inorgánico que tiene como principal propiedad la de formar masas pétreas resistentes y duraderas al mezclarse con áridos y agua. Se obtiene moliendo conjuntamente su clinker (calcinación del crudo en hornos rotatorios) y la cantidad adecuada de regulador de fraguado. El cemento está compuesto por conglomerantes que amasados con agua fraguan y endurecen, tanto expuestos al aire como sumergidos en agua, por ser los productos de su hidratación estables en tales condiciones. (IECA, 2017)

Columnas. - Son los elementos estructurales de construcciones que sirven para transmitir las cargas de la estructura al cimiento, las formas, los armados y las especificaciones de las columnas estarán en razón directa al tipo de esfuerzos que están expuestas. (Rodas A., 2015)

Construcciones. - La construcción es el arte o la técnica de elaborar edificios e infraestructuras. (López García, 2015)

Desastre. – Son cambios intensos en las personas, los bienes, los servicios y el ambiente causando interrupción grave del funcionamiento de una comunidad o sociedad en cualquier escala y debido a la ocurrencia de fenómenos peligrosos que interactúan con las condiciones de exposición, vulnerabilidad y capacidad, ocasionando impactos. (Gálvez Rivero, 2015)

Elementos estructurales. – Son las partes en que está dividida la estructura acorde al diseño, el cual se realiza según los cálculos y comprobación respectiva de acuerdo al supuesto de la resistencia de la materia prima atendiendo a la arquitectura, ingeniería civil, y principalmente en el ámbito de la ingeniería estructural. (AECID, 2016)

Epicentro. - Es el punto en la superficie terrestre situado directamente encima del hipocentro (UCR-ICE, 2019, pág. 3)

Exposición. – La exposición es el único concisamente vinculado a los parámetros de la temperatura, es decir, al carácter, la magnitud, la rapidez del cambio y la variación en el clima. Los factores típicos de exposición incluyen la temperatura, la precipitación, la evapotranspiración y el balance hídrico climático, así como los eventos extremos, como fuertes lluvias y la sequía meteorológica. Los cambios en estos parámetros pueden ejercer mayor presión adicional sobre los sistemas (por ejemplo, eventos de lluvia intensa, aumento de la temperatura, cambio del pico de lluvia de junio a mayo). (Fritzsche, y otros, 2016)

Fisuras. – Se llaman fisuras a los puntos de una edificación con daños ligeros en los elementos estructurales, resultado de producirse algún sismo. Las fisuras se ocasionan debido a la humedad, la mala calidad de material utilizado en la obra, resultante de vibraciones en la tierra o asentamientos de la estructura que provoca inestabilidad en el edificio. Cabe recalcar que estos problemas se producen en las mamposterías de las edificaciones. (Poves Ferrer, 2015)

Gestión de riesgos y desastres. –Es la aplicación de políticas y estrategias de reducción del riesgo de desastres con el propósito de prevenir nuevos riesgos, reducir los existentes y gestionar el riesgo residual, contribuyendo al fortalecimiento de la resiliencia y reducción de las pérdidas por desastres. (Arrospide, San Miguel, & Helden, 2018)

Grietas. - Las grietas son rupturas que no solo afectan a la parte de la superficie de la pared, sino que se puede ampliar a lo extenso de toda su dimensión suelen asomar en elementos importantes como pilares, vigas, muros de carga y forjados. (Poves Ferrer, 2015)

Hipocentro o foco sísmico.- Es la zona en el interior de la Tierra donde inicia la ruptura de la falla: desde ahí se propagan las ondas sísmicas (UCR-ICE, 2019)

Intensidad. La intensidad es una medida de los efectos que provoca un terremoto en un lugar determinado de la superficie terrestre. En cambio, un sismo de mayor intensidad, pero muy lejano puede apenas ser sentido y su intensidad a distancia será pequeña. (Recio, 2018)

Losa. - Es piedra plana o llana, de poco grosor, pero de gran duración, totalmente labrada, cuyo empleo es tapar o cerrar algo en particular, es decir que puede ser utilizada con el fin de pavimentar suelos y revestir paredes. Por otro lado, también se conoce como un elemento superficial sometido principalmente a sollicitaciones perpendiculares a su plano medio (Rodas A., 2015)

Magnitud. - La magnitud de un sismo es un número que caracteriza la dimensión de un sismo o terremoto saber cuánta energía de liberación causó. Se mide con una escala logarítmica, es la parte que detalla cada una de las unidades de magnitud, corresponde a un incremento de raíz cuadrada de 1000 que especifica aproximadamente 32 veces la energía liberada. Cabe recalcar un sismo de magnitud 8 es 32 veces más grande que uno de magnitud 7, 1000 veces más grande que uno de magnitud 6, es 32,000 veces más grande que uno de magnitud 5, así sucesivamente. (Instituto de Geofísica Universidad Nacional Autónoma de México, 2017)

Mampostería estructural. - Es la parte fundamental de una edificación o construcción la cual está conformada por varios materiales: ladrillos, bloques de concreto u otros que

pueden ser materiales que logran resistir la gravedad, sismos vientos u otros tipos de eventos naturales que puedan ocurrir. (Poves Ferrer, 2015)

Mampostería reforzada. - Se define a las mamposterías que están compuestas por muros y bloques de concreto perforado con alguna celda rellena de concreto y con acero de refuerzo, también generalmente son edificaciones de uno o dos pisos, con cubierta ligera en la mayoría de los casos. (Vargas Mena, 2016)

Mampostería simple.- Están compuestas por muros en bloque o de concreto o arcilla, generalmente en la mayoría de los casos presenta una vulnerabilidad sísmica alta, con niveles de daños estructural importante. (Vargas Mena, 2016).

Medidas estructurales. – Presentan las medidas de ingeniería y de construcción tales como protección o refuerzos de estructuras e infraestructuras para minimizar o evitar el posible impacto de amenaza. (AECID, 2016)

Multiamenaza. -Es la combinación de dos o más amenazas de origen natural y humano se produzca en determinado tiempo en un territorio habitado por una comunidad vulnerable. Las amenazas se manifiestan de manera aislada, simultánea o por reacción en cadena, lo que puede producir un suceso disparado de un desastre. (Casuscelli, 2019)

Ondas P o primarias. - Son ondas longitudinales, lo cual significa que el suelo es alternadamente comprimido y dilatado en la dirección de la propagación. (Caballero , 2017)

Ondas S o secundaria. – Estas ondas son transmisiones internas, centrales o de cuerpo, transmiten los temblores preliminares de un terremoto, producen poca destrucción. Generalmente viajan a una velocidad 1.73 veces más rápido que las ondas P y pueden viajar a través cualquier tipo de material. (Caballero , 2017)

Ondas sísmicas. - Son oscilaciones que se propagan desde una fuente (foco o hipocentro) a través de un medio material elástico (sólido o líquido) transportando energía mecánica. Se clasifican en corpóreas y superficiales. Las corpóreas viajan por el interior de la Tierra y se clasifican en Primarias (P) y Secundarias (S). Las superficiales, como su nombre lo

indica, se desplazan por la superficie del planeta y se dividen en Ondas Love (L) y Ondas Rayleigh (R). (Caballero , 2017)

Patologías. - Las patologías surgen a partir de algunos errores, daños, las improvisaciones, edificaciones, de mala cimentaciones lo que genera urbes incorrectas la cual nos inquietan una mala aptitud de vida. (López García, 2015)

Peligro. - Es la fuente de daño potencial (movimiento de las placa de Nazca) que implica ser causa de un evento adverso (terremoto) y no involucra las consecuencias del evento adverso destrucción de viviendas. (Chavez L, 2018)

Piso. - Son las separaciones de elementos de terminaciones o acabados de una construcción, llamado también superficiales inferiores horizontales de un espacio arquitectónico, es el lugar que da separaciones a los diferentes niveles llamados plantas, mientras que a los materiales que conforman la superficie superior de cada planta se llaman pavimento. (Valencia & Aulestia, 2015)

Placas tectónicas. - Es un fragmento de litosfera (que engloba la corteza y parte del manto superior de la Tierra. (Cecilia & Miranda, 2019)

Réplicas. - Son movimientos sísmicos posteriores a un sismo de magnitud menor que este y que ocurren en la misma región. (Cecilia & Miranda, 2019).

Riesgo. - Define como un suceso generalmente violento causado por la naturaleza o la actividad humana, que puede ocasionar daños o los bienes, los servicios y el ambiente. (Chavez L, 2018)

Riesgos de desastres. - Son las pérdidas esperadas, causadas por uno o varios peligros particulares que inciden sobre elementos vulnerables en un tiempo, lugar y condiciones determinados. (Arrospide, San Miguel, & Helden, 2018)

Sismo resistente.- Las edificaciones sismo-resistentes son las que están diseñadas y construidas con una adecuada configuración estructural y con componentes de dimensiones apropiadas y materiales con una proporción y resistencia suficiente para

soportar la acción de la fuerza causados por los sismos frecuentes. (Villarreal Castro, 2016).

Sismo. - Se define a un sismo como la ocurrencia de suceso en un lugar determinado de la tierra, originado por la liberación de energía con brusquedad. Cuando las placas de la corteza terrestre están sometidas a tensiones y así facilitando llamadas rocas gigantes o fallas, es la parte de la ocurrencia de los terrenos por la fuerza de superación de las placas mientras que al instante se produce movimientos violentos produciendo las ondulaciones y las liberaciones de energía que es conocido como terremotos, sismos o movimientos telúricos. (Espíndola & Pérez, 2018)

Torsión. - Es válida la misma consideración hecha para cortante por cuanto el esfuerzo de torsión es también un esfuerzo de corte. (Rodas A., 2015)

Viga. - Es un componente lineal solicitado principalmente por cargas perpendiculares a su eje, sus esfuerzos adecuados son de flexión. (Rodas A., 2015)

Vulnerabilidad estructural. - Capacidad resistiva de las edificaciones a las fuerzas destructivas del peligro. (Martinez C., 2016)

Vulnerabilidad. -Es la propensión de los elementos a ser dañados por una amenaza, es el grado de pérdida causado por determinado riesgo, resultante de una amenaza dada a un nivel de gravedad determinado. (Arrospide, San Miguel, & Helden, 2018)
y pérdidas de vida, salud, materiales, económicos y ambientales. (Arrospide, San Miguel, & Helden, 2018)

2.3.1. Marco legal

2.3.1.1. Normas Ecuatorianas de Construcción

Mediante el Acuerdo Ministerial del Nro. 0028, del 26/agosto/2014 y su actualización mediante el Acuerdo Ministerial del Nro. 0047, del 15/diciembre/2014. Para el presente proyecto se tomó en cuenta dos de las siete guías prácticas de la implementación de las normas ecuatorianas de construcción las que se encuentran a continuación:

1. Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización (COOTAD)
2. Constitución de la República del Ecuador, (NEC-2015) para la correcta aplicación de la normativa.

2.3.1.2. Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización (COOTAD).

Artículo 54: Se refiere que el estado regula e inspecciona las cimentaciones tanto en las zonas urbanas como rurales con el fin de hacer cumplir las normas de control y prevención de riesgo y desastre. (Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización COOTAD, 2010)

Artículo 57: Según la normativa, los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GAD) deberán regular los procesos constructivos bajo las NEC y tienen la potestad de desarrollar normativa técnica adicional para dicho control a dar a conocer que toda sedimentación en que se vaya a reconstruir, remodelar, reparar, hacer sus respectivas instalaciones o cualquier tipo de solución a los problemas presentados en las construcciones, tienen la obligación de cumplir con los permisos pertinentes para el inicio de la obra, acorde con las normas técnicas y ordenanzas legales respectivas regidas en el cantón. (Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización COOTAD, 2010).

2.3.1.3. Constitución de la República del Ecuador.

Art. 261.- El Estado central tendrá competencias exclusivas sobre las políticas de educación, salud, seguridad social y vivienda. Planificar, construir y mantener la infraestructura física y los equipamientos correspondientes en educación y salud. (Asamblea Nacional, 2011)

Sección novena

Art. 389.- Refiere que el Estado resguardará a las personas y poblaciones frente a los efectos dañinos de los desastres de origen natural o antrópicos mediante la prevención ante el riesgo, con el objetivo de reducir las condiciones de vulnerabilidad. (Asamblea Nacional, 2011)

2.3.1.3.1. Las líneas de acción según este artículo son:

- ✓ Reducción de vulnerabilidad como prioridad nacional
- ✓ Identificación, conocimiento, información y seguimiento de riesgos
- ✓ Integración de la GR en las políticas, planes u programas de desarrollo e inversión
- ✓ Fortalecimiento institucional
- ✓ Instrucción social.

“El sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgo está compuesto por las Unidades de Gestión de Riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional. El Estado ejercerá la rectoría a través del organismo técnico establecido en la ley y tendrá como funciones principales, entre otras:

1. Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano.
2. Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.
3. Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.
4. Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas, capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.
5. Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.
6. Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional.

7. Garantizar financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del Sistema, y coordinar la cooperación internacional dirigida a la gestión de riesgo”. (Asamblea Nacional, 2011)

Art. 390.- Se refiere que todas las instituciones descentralizadas de la localidad tienen la responsabilidad de brindar el apoyo necesario dentro de la localidad en necesidad de cualquier emergencia o evento de riesgos que se presente, cuando sea una emergencia de mayor riesgo es el compromiso de solicitar asistencia de diferentes GADS (Asamblea Nacional, 2011)

2.4. Sistemas de Variables

2.4.1. Variable Independiente

Tabla 1.

Vulnerabilidad físico estructural del edificio Ciencias de la Salud y del ser Humano

VARIABLE INDEPENDIENTE					
Variable	Definición	Dimensión	Indicadores	Ítems-Escala	Técnica o instrumento
Vulnerabilidad Física Estructural	Trata de entender la diferente debilidad y condiciones actuales del sistema estructural, y podremos saber la resistencia actual y la capacidad de Soportar daños a los que se vean vulnerables en el momento de un evento.	Condiciones físicas	Sistema estructural	Hormigón armado	Ficha de observación basada en la metodología del PNUD
				Estructura metálica	
				Estructura de madera	
				Estructura de caña	
				Estructura de pared portante	
				Mixta madera/hormigón	
				Mixta metálica/hormigón	
			Tipo de material en paredes	Pared de ladrillo	
				Pared de bloque	
				Pared de piedra	

				Pared de adobe	
				Pared tapial/bahareque/madera	
			Tipo de cubierta	Cubierta metálica	
				Losa de hormigón armado	
				Vigas de madera y zinc	
				Caña y zinc	
				Vigas de madera y teja	
				Losa de hormigón armado	
			Sistema de entrepisos	Vigas y entramado de madera	
				Entramado de madera y caña	
				Entramado metálico	

				Entramado hormigón/ metálico	
			Número de pisos	1 piso	
				2 pisos	
				3 pisos	
				4 pisos	
				5 pisos o más	
			Año construcción	Antes de 1970	
				Entre 1971 y 1980	
				Entre 1981 y 1990	
				Entre 1991 y 2010	
				2011 en adelante	
			Estado de conservación	Bueno	
				Aceptable	
				Regular	
				Malo	
				Firme, seco,	
			Características del suelo bajo la edificación	inundable,	
				ciénaga,	
				Húmedo, blando, relleno.	
				A nivel terreno plano	

			Topografía del sitio	Bajo nivel calzada	
				Sobre nivel calzada	
				Escarpe positivo o negativo	
			Forma de la construcción	Regular	
				Irregular	
				Irregularidad severa	

Fuente: SNGR, PNUD (2012) y Paucar Camacho, (2016)

Elaborado: Guaranda Carlos y Moposita Elsa

2.4.2. Variable Dependiente

Tabla 2

Vulnerabilidad sísmica

Variable independiente	Definición	Dimensión	Indicador	Métodos y Técnicas	Instrumentos
Vulnerabilidad Sísmica	Es el grado de exposición a sufrir daños ante la ocurrencia de un movimiento sísmico y asociada directamente con las características físicas del sistema edificio.	Grado de magnitud	Bajo Medio Alto Escala de Richter	Metodología del PNUD. Reporte del instituto geográfico militar.	Esclerómetro Historial de los últimos años.

Fuente: SNGR, PNUD (2012) y Paucar Camacho, (2016)

Elaborado: Guaranda Carlos y Moposita Elsa

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Nivel de Investigación

3.1.1. Exploratorio: Se realiza exploración a través de una visita de campo y ficha de observación basada en la matriz del PNUD, la misma que sirvió para hacer la valoración del sistema estructural.

3.1.2. Descriptivo: Se describe a detalle la problemática que presenta la edificación y se evalúan las propiedades físicas de la misma, con la finalidad de medir el grado de vulnerabilidad del sistema edifico.

3.1.3. Metodología

La metodología planteada en el desarrollo del trabajo corresponde a la propuesta por la SNR-PNUD (2012) la que toma variables y las características físicas de la edificación:

- ✓ Sistema estructural
- ✓ Tipo de material entre paredes
- ✓ Tipo de cubierta, sistema entre pisos
- ✓ Número de pisos
- ✓ Año de construcción
- ✓ Estado de conservación
- ✓ Características del suelo bajo la edificación
- ✓ Topografía del sitio
- ✓ Forma de construcción
- ✓ Año de construcción

Para obtener el índice de vulnerabilidad física, se multiplica el valor del indicador por el peso de ponderación que da como resultado el máximo, la sumatoria de los valores máximos dan como producto final el índice, con cada una con indicadores, a las cuales se califican en: 1 bajo, 5 medio, 10 alto, dependiendo de las diferentes características de la

edificación, luego se hace la sumatoria de los valores y se determina el nivel de vulnerabilidad del edificio.

Tabla 3

Matriz variables e indicadores para la vulnerabilidad física

Variable de vulnerabilidad	Descripción de la variable	Indicadores considerables	Amenaza sísmica
Sistema estructural	Describe la tipología estructural predominante de la edificación	Hormigón armado	1
		Estructura metálica	1
		Estructura de madera	1
		Estructura de caña	10
		Estructura de pared portante	5
		Mixta madera/ hormigón	5
		Mixta metálica/ Hormigón	1
Tipo de material paredes	Describe el material predominante utilizado en las paredes divisorias de la edificación	Pared de ladrillo	1
		Pared de bloque	1
		Pared de Piedra	10
		Pared de Adobe	10
		Pared de tapial-bahareque-madera	5
Tipo de cubierta	Describe el tipo de material utilizado como sistema de cubierta de la edificación	Cubierta metálica	5
		Losa de hormigón armado	1
		Vigas de madera y zinc	5
		Caña y zinc	10
		Vigas de madera y teja	5

Sistema de entrepisos	Describe el tipo y material utilizado para el sistema de pisos diferentes a la cubierta	Losa de hormigón armado	1
		Vigas y entramado de madera	5
		Entramado madera y caña	10
		Entramado metálica	1
		Entramado hormigón/metálica	1
Número de pisos	Se considera el número de pisos como una variable de vulnerabilidad	1 piso	1
		2 pisos	1
		3 pisos	5
	debido q que su altura incide en su comportamiento	4 pisos	10
		5 o más pisos	1
Año de construcción	Permite tener una idea de la posible aplicación de criterios de diseño de defensa contra la amenaza	antes de 1970	10
		entre 1971 y 1980	5
		entre 1981 y 1990	1
		entre 1991 y 2010	1
Estado de conservación	El grado de deterioro influye en la vulnerabilidad de la edificación	Bueno	1
		Aceptable	1
		Regular	5
		Malo	10

Característica del suelo de la edificación	El tipo de terreno influye en las características de vulnerabilidad física	Firme- seco	1
		Inundable	1
		Ciénega	5
		Húmedo- Relleno	10
Topografía del sitio	La topografía del sitio de Construcción indica posibles debilidades frente a la amenaza.	A nivel de terreno plano	1
		Bajo nivel de calzada	5
		Sobre nivel calzada	1
		Escarpe positivo o negativo	10
Forma construcción	La presencia de irregularidades en la edificación genera vulnerabilidades	Regular	1
		Irregular	5
		Irregularidad severa	10

Fuente: Adaptado de metodologías para el análisis de riesgos sismos, deslizamientos e inundaciones de la ciudad de Guaranda (U.E.B, 2014)

Elaborado por: Guaranda Carlos y Elsa Moposita

Tabla 4

Matriz de ponderación de vulnerabilidad para amenaza sísmica.

Índices de vulnerabilidad para las amenazas sísmicas			
VARIABLES	valores posibles del indicador	Ponderación	valor máximo
sistema estructural	1,5,10	1.2	12
materiales de paredes	1,5,10	1.2	12
tipo de cubierta	1,5,10	1	10

sistemas de entrepisos	1,5,10	1	10
número de pisos	1,5,10	0.8	8
año de construcción	1,5,10	1	10
estado de conservación	1,5,10	1	10
características suelo bajo edificado	1,5,10	0.8	8
topografía del sitio	1,5,10	0.8	8
forma de construcción	1,5,10	1.2	12
		Valor = 10	100

Fuente: SNGR, PNUD (2012) Adaptado de metodologías para el análisis de riesgos sismos, deslizamientos e inundaciones de la ciudad de Guaranda (U.E.B, 2014)

Elaborado por: Guaranda Carlos y Moposita Elsa

Tabla 5
Indicé de vulnerabilidad sísmica

Nivel de amenaza sísmica	Puntaje (Rango)
Bajo	De 0 a 33 puntos
Medio	De 34 a 66 puntos
Alto	De 67 puntos

Fuente: SNGR, PNUD (2012) Adaptado de metodologías para el análisis de riesgos sismos, deslizamientos e inundaciones de la ciudad de Guaranda (U.E.B, 2014)

Elaborado por: Guaranda Carlos y Moposita Elsa

La metodología para la evaluación de Pilares, Vigas, Losas y Gradadas de hormigón armado mediante métodos no destructivos del edificio ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar presenta el origen del cemento y la importancia que tiene en la construcción para la conformación de hormigón armado, también se expone las diferentes cualidades y reacciones que tiene el hormigón frente a amenazas sísmicas.

El trabajo de tesis proporciona de manera explícita, las formas de cómo se debe utilizar los equipos de medición como el esclerómetro, para obtener resultados precisos, guiados con la normativa que rige el instrumento desde sus rebotes de valores hasta el análisis.

El esclerómetro es un instrumento preciso para medir la resistencia a la compresión del hormigón y para realizar controles no destructivos de la calidad del hormigón. El esclerómetro dispone de un valor de rebote en un valor de medición. Dicho valor se muestra en la escala, que está totalmente integrada en el diseño del esclerómetro para el desarrollo del trabajo, se establecerán las características del hormigón, con un enfoque hacia las patologías causadas por movimientos telúricos.

Se expondrán los resultados obtenidos mediante la aplicación de ensayos no destructivos realizados a los elementos estructurales, y se establecerán posibles recomendaciones ante los resultados obtenidos para posibles soluciones.

Después de obtener los resultados se realizará a verificar si la resistencia a Pilares, Vigas, Losas y Gradas ante un sismo se establecerán conclusiones de acuerdo a los datos obtenidos en cada uno de los ensayos, los cuales determinarán la condición en la que el hormigón se encuentra, de este modo se confirmará si los ensayos no destructivos, son técnicas que proporcionan información eficiente del estado del hormigón y, de esta forma, se puede tomar acciones para optimizar la vida de las estructuras y potenciar un uso responsable de los materiales. Ecuador: Normativa NTE INEN 3121

Normativa de aplicación

En este apartado se describen la normativa, y sus secciones, de Ecuador y de Estados Unidos para establecer los requisitos mínimos y máximos de servicio, seguridad y cargas estructurales que deben cumplir las construcciones vigentes en el país.

Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-HM

El 10 de enero de 2015, dispuso la Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC 2015, apartados que establecen los requisitos mínimos y máximos referentes a la construcción mediante el hormigón armado.

3.2. Diseño

3.2.1. Investigación de campo: Se realizan visitas de campo y se aplica la ficha de la metodología del PNUD para verificar el nivel de vulnerabilidad física y la condición actual del sistema edificio. Se utiliza el esclerómetro que aporta datos e información real respecto a la resistencia de la infraestructura del edificio de Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar.

3.2.2. Investigación no experimental: En nuestro proyecto no se ejecutó ningún tipo de experimento, únicamente se realizó un análisis cualitativo y cuantitativo en la edificación, con lo que obtuvimos datos muy significativos para el estudio de las variables planteadas, tomando como referencia las características y condiciones de las construcciones, relacionando la situación actual de la construcción frente a la amenaza sísmica

3.2.3. Investigación bibliográfica o documental: Se realiza una revisión relacionada con el tema del estudio de manera física y digital, de la que resulta la revisión de libros, tesis de pre y posgrado, así como resoluciones y documentos oficiales.

3.2.4. Investigación Cualitativa: Se describe el estado actual y el nivel de vulnerabilidad de cada uno de los elementos estructurales de manera cualitativa, de acuerdo a los indicadores de la metodología aplicada. La información permite precisar las anomalías que presenta el edificio en sus elementos estructurales.

3.2.5. **Investigación cuantitativa:** Con los datos obtenidos en el desarrollo de la investigación se realiza una ponderación de los indicadores estructurales, como lo son vigas, pilares, losas y gradas para mostrar el índice de vulnerabilidad de las mismas.

3.3. Población y Muestra

El estudio se hace a todo el edificio de la facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano, coincidiendo universo y muestra en la investigación. El edificio Ciencias de la Salud y del Ser Humano está ubicado en el campus Alpachaca Av. Ernesto Che Guevara y Av. Gabriel Secaría con las siguientes coordenadas X 721678.02 Y. 982618.64 con una superficie total 2586.000 m² el mismo que está distribuido en tres pisos, planta baja, primera planta alta y segunda planta alta. En la investigación se analizan los elementos estructurales correspondientes a losas, vigas, pilares y gradas, el edificio es de hormigón armado con una antigüedad de nueve años.

Tabla 6

Matriz de resumen de los elementos estructurales del sistema edificio

Elementos estructurales	Planta baja	Primera Planta alta	Segunda Planta alta	Total
Pilares	42	40	27	129
Vigas	67	61	40	188
Losas	1	1	1	3
Gradas tipo u	1	1		2

Elaborado por: Guaranda Carlos y Moposita Elsa

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

- ❖ En la investigación se utiliza la observación directa mediante una salida y recorrido de campo al lugar de estudio, se aplica la ficha de la matriz de la metodología del PNUD en cada uno de los elementos estructurales del edificio y se describen las características físicas; además se toman muestras con el esclerómetro lo que permite verificar el grado de resistencia del hormigón de los elementos estructurales estudiados.
- ❖ Otra de las técnicas aplicadas para el desarrollo del trabajo fue tener de base las NEC (Hormigón Armado), cabe recalcar que las normas

ecuatorianas de construcción suelen detallar cada uno de los materiales que se van a utilizar en sedimentación como en las vigas de cimentación superficiales, muros, losas de entrepisos, terraza y tapa grada, columna, vigas descolgadas y escaleras, entre otros. Las NEC recomienda que las estructuras deben ser lo más regulares y simétricas posibles en planta priorizando las formas tendientes a cuadrangulares. La longitud en las plantas excesivas en una edificación afecta directamente a su comportamiento estructural frente a las ondas que se producen debido a un movimiento de la tierra mientras más grande sea la magnitud mayor daño ocurre debido en todos los puntos de la edificación estructurales. La NEC específica y recomienda que las relaciones largo, ancho en una edificación no sea mayor a cuatro pisos, que ninguna de estas dimensiones exceda de 30 metros, así mismo las normas NEC (Vulnerabilidad Sísmico) da a conocer que son medidas específicas que debe tener la capacidad para resistir con mayor volumen en un sismo, la parte fundamental de una construcción es tomar en cuenta las columnas. muros, mamposterías tengan refuerzos adecuados para que soporte un sismo que tenga el menor nivel de vulnerabilidad. (Valencia A. & Diego, NEC 2015)

3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos (Estadístico utilizado), para cada uno de los objetivos específicos.

Procesamiento:

- Para desarrollar el primer objetivo: **Definir los factores físicos de la vulnerabilidad del edificio**, se realizó una observación de campo directa lo cual aportó en la evaluación de los factores y elementos estructurales del inmueble.
- En cumplimiento al segundo objetivo: **Evaluar la vulnerabilidad del edificio ante amenazas sísmica**, se aplica el método no experimental, se tomaron muestras con el esclerómetro en cada elemento estructural. Con los datos obtenidos se procedió a la tabulación y la elaboración de gráficos estadísticos a favor del análisis de la vulnerabilidad de los elementos estructurales. Para el análisis cualitativo y cuantitativo se partió de la

descripción de variables estructurales; en primer lugar, se estableció un valor a cada una de las variables del sistema edificio, posterior a ello los datos se procesan con la herramienta informática Excel determinándose el peso de cada uno los índices de vulnerabilidad de resistencia de los hormigones del sistema edificio.

- Y para el objetivo tres **proponer medidas para la reducción de la vulnerabilidad física en el edificio** en con el estudio realizados y el trabajo de equipo se revisa la documentación disponible y se define medidas en correspondencia a ello.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

4.1. Resultados según objetivo 1

A continuación, se exponen los resultados obtenidos en respuesta al objetivo uno.

- Definir la vulnerabilidad de los factores físicos del edificio Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar según la metodología del PNUD.

Tabla 7

Evaluación del índice de vulnerabilidad con la metodología del PNUD del edificio Ciencias de la Salud

EDIFICIO CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO				
CORDENADAS				
X	721678.02			
Y	982618.64			
Índice de vulnerabilidad para amenazas sísmica				
Indicadores	Previo amenazado	Amenaza sísmica	Factor de ponderación	Puntaje ante sismos
Sistema estructural	Hormigón armado	1	1.2	1.2
Tipo de material de paredes	Pared de bloque	1	1.2	1.2
Tipo de cubierta	Losa de hormigón armado	1	1.2	1.2
Sistema de entresijos	Losa de hormigón Armado	5	1	5
Número de pisos	3 pisos	5	0.8	4

Año de construcción	entre 1991 y 2010	5	1	5
Estado de conservación	Aceptable	5	1	5
Características del suelo de la edificación	Firme- seco	5	0.8	0,8
Topografía del sitio	A nivel de terreno plano	5	0.8	4
Forma de construcción	Regular	5	1.2	6
Nivel de vulnerabilidad física estructural del edificio ante amenaza sísmica				36,6

Fuente: SNGR, PNUD (2012) y Paucar Camacho, (2016)

Elaborado: Guaranda Carlos y Moposita Elsa

Tabla 8

Nivel de vulnerabilidad

NIVEL DE VULNERABILIDAD	PUNTAJE
MEDIO	36,6 PUNTOS

Fuente: SNGR, PNUD (2012) y Paucar Camacho, (2016)

Elaborado por: Guaranda Carlos y Moposita Elsa

Análisis:

En el estudio realizado de la Facultad Ciencias de la Salud del Ser Humano se determinó que la estructura se encuentra en un nivel de vulnerabilidad bajo con 36.6 puntos, lo cual sugiere que la construcción del edificio no tiene mayores dificultades en suceso de un evento sísmico, que puede resistir una magnitud de menor grado.

4.2. Resultados según objetivo 2

A continuación, se exponen los resultados obtenidos en respuesta al objetivo dos.

- Evaluar la vulnerabilidad física del edificio Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar ante amenazas sísmicas.

Tabla 9

Matriz de resultado de los Pilares en Planta Baja de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar.

Planta Baja			
Numero de pilares específicas de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano	Presión de la resistencia obtenida con el esclerómetro Kg/cm²	Número de pilares específicas de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano	Presión de la resistencia obtenida con el esclerómetro Kg/cm²
A4	204	D4	214
A5	194	D5	204
A6	184	D6	235
A7	224	D7	184
B4	204	D8	224
B5	214	D9	163
B6	245	E1	245
B7	184	E2	214
B8	194	E3	184
B9	214	E4	214
C1	163	E5	245
C2	224	E6	255
C3	194	F1	173
C4	204	F2	214
C5	214	F3	194
C6	184	F4	224
C7	235	F5	265
C8	245	G1	204
C9	204	H2	224

D1	214	H3	235
D2	235	H4	163
D3	184	H5	214
Promedio		H6	214
		210	

Fuente: Trabajo de campo del edificio

Elaborado por: Guaranda Carlos y Moposita Elsa

Tabla 10

Matriz de resultado de los Pilares en Primera Planta Alta de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar.

Primera Planta Alta			
Numero de pilares específicas de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano	Presión de la resistencia obtenida con el esclerómetro Kg/cm²	Número de pilares específicas de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano	Presión de la resistencia obtenida con el esclerómetro Kg/cm²
A4	224	D3	194
A5	214	D4	224
A6	184	D5	224
A7	255	D6	163
A8	163	D7	235
B4	245	D8	245
B5	184	D9	255
B6	194	E1	235
B7	255	E2	204
B8	245	E3	184
B9	224	E4	204
C1	204	E6	214
C2	245	F1	224
C3	265	F2	194
C4	214	F3	245

C5	194	F3	224
C6	184	F6	184
C7	214	G1	245
C8	235	H2	214
C9	204	H3	235
D1	204	H4	194
D2	184	H6	184
Promedio		215	

Fuente: Trabajo de campo del edificio

Elaborado por: Guaranda Carlos y Moposita Elsa

Tabla 11

Matriz de resultado de los Pilares en Segunda Planta Alta de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar.

Segunda Planta Alta			
Número de pilares específicas de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano	Presión de la resistencia obtenida con el esclerómetro Kg/cm²	Número de pilares específicas de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano	Presión de la resistencia obtenida con el esclerómetro Kg/cm²
A4	235	D3	184
A5	204	D4	194
A6	255	D5	204
A7	163	D6	235
A8	184	D7	214
B4	204	D8	255
B5	224	D9	204
B6	235	E1	184
B7	214	E2	224
B8	255	E3	235
B9	275	E4	214
C1	194	E6	173

C2	184	F1	214
C3	173	F2	214
C4	173	F3	235
C5	224	F4	214
C6	245	F6	224
C7	204	G1	184
C8	214	H2	1214
C9	235	H3	214
D1	194	H4	235
D2	184	H6	265
Promedio		213	

Fuente: Trabajo de campo del edificio

Elaborado por: Guaranda Carlos y Moposita Elsa

Tabla 12

Matriz Final de Resultados de los Pilares de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar.

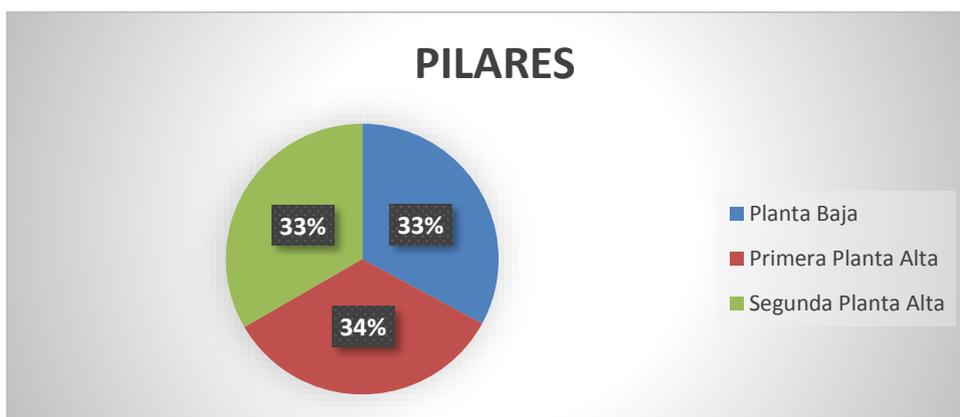
PILARES	Kg/cm²	Vulnerabilidad sísmica del Edificio
Planta Baja	210	33%
Primera Planta Alta	215	34%
Segunda Planta Alta	213	33%
TOTAL	638	100%

Fuente: Trabajo de campo del edificio

Elaborado por: Guaranda Carlos y Moposita Elsa

Grafico 1

Vulnerabilidad de los pilares del edificio Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la



Fuente: Trabajo de campo del edificio
Elaborado por: Guaranda Carlos y Moposita Elsa

ANALISIS

Se observa que coinciden con un 33% la vulnerabilidad sísmica de planta baja y segunda planta alta con respecto a los pilares, siendo ligeramente mayor para la primera planta alta con un 34%.

Tabla 13

Matriz de resultado de las Vigas en Planta Baja de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar.

Planta Baja			
Número de Vigas específicas de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano	Presión de la resistencia obtenida con el esclerómetro Kg/cm²	Número de Vigas específicas de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano	Presión de la resistencia obtenida con el esclerómetro Kg/cm²
AB4	194	FG2	204
AB5	173	FG3	224
AB6	224	FG4	214
AB7	245	54A	214
AB8	163	54B	214
BC4	194	54C	214
BC5	224	65A	194

BC6	235	65B	224
BC7	224	65C	184
BC8	184	76A	235
BC9	204	76B	184
CD1	194	76C	235
CD2	214	87A	245
CD3	224	87B	235
CD4	184	87C	204
CD5	235	98B	224
CD6	173	98C	224
CD7	194	21D	204
CD8	224	21E	214
CD9	214	21F	224
DE1	245	21G	204
DE2	204	32D	235
DE3	204	32E	235
DE4	194	32F	245
DE5	235	32G	224
DE6	224	43H	194
FG1	163	67H	184
Promedio		212	

Fuente: Trabajo de campo del edificio

Elaborado por: Guaranda Carlos y Moposita Elsa

Tabla 14

Matriz de resultado de las Vigas en Primera Planta Alta de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar.

Primera Plata Alta			
Número de Vigas específicas de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano	Presión de la resistencia obtenida con el esclerómetro Kg/cm²	Número de Vigas específicas de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano	Presión de la resistencia obtenida con el esclerómetro Kg/cm²
AB4	204	FG1	184
AB5	194	FG2	163
AB6	235	FG3	173
AB7	214	FG4	204
AB8	245	54A	173
BC4	214	54B	235
BC5	204	54C	255
BC6	194	65A	265
BC7	224	65B	245
BC8	173	65C	214
BC9	194	76A	235
CD1	163	76B	194
CD2	204	76C	255
CD3	224	87A	235
CD4	214	87B	204
CD5	204	87C	235
CD6	286	21D	184
CD7	214	21E	173
CD8	204	21F	214
CD9	194	21G	245
DE1	224	32D	255
DE2	245	32E	214
DE3	255	32F	245
DE4	204	32G	265
DE5	204	43H	184

DE5	224	67H	194
Promedio		215	

Fuente: Trabajo de campo del edificio

Elaborado por: Guaranda Carlos y Moposita Elsa

Tabla 15

Matriz de resultado de las Vigas en Segunda Planta Alta de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar.

Segunda Planta Alta			
Número de Vigas específicas de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano	Presión de la resistencia obtenida con el esclerómetro Kg/cm²	Número de Vigas específicas de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano	Presión de la resistencia obtenida con el esclerómetro Kg/cm²
AB4	235	FG2	265
AB4	204	FG3	204
AB6	214	FG4	214
AB7	245	54A	204
AB8	245	54B	194
BC4	235	544C	184
BC5	194	65A	163
BC6	224	65B	173
BC7	204	65C	235
BC8	214	76A	245
BC9	255	76B	224
CD1	235	76C	204
CD2	245	87A	204
CD3	265	87B	214
CD4	224	87C	245
CD5	286	98B	214
CD6	213	98C	224
CD7	204	21D	163

CD8	214	21E	194
CD9	184	21F	184
DE1	194	21G	204
DE2	235	32D	224
DE3	204	32E	245
DE4	235	32F	265
Promedio		32G	194
		218	

Fuente: Trabajo de campo del edificio

Elaborado por: Guaranda Carlos y Moposita Elsa

Tabla 16

Matriz final de resultados de las Vigas de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar

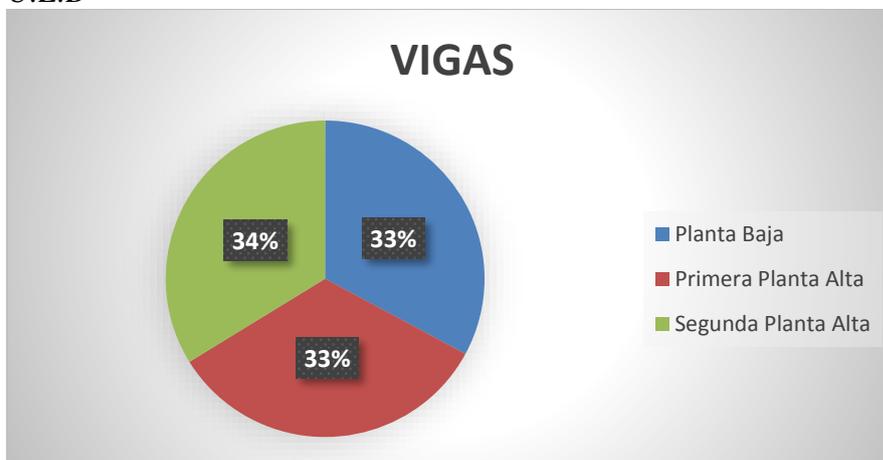
VIGAS	Kg/cm ²	Vulnerabilidad sísmica del Edificio
Planta Baja	212	33%
Primera Planta Alta	215	33%
Segunda Planta Alta	218	34%
TOTAL	645	100%

Fuente: Trabajo de campo del edificio

Elaborado por: Guaranda Carlos y Moposita Elsa

Grafico 2

Vulnerabilidad de las vigas del edificio Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la U.E.B



Fuente: Trabajo de campo del edificio
Elaborado por: Guaranda Carlos y Moposita Elsa

ANALISIS

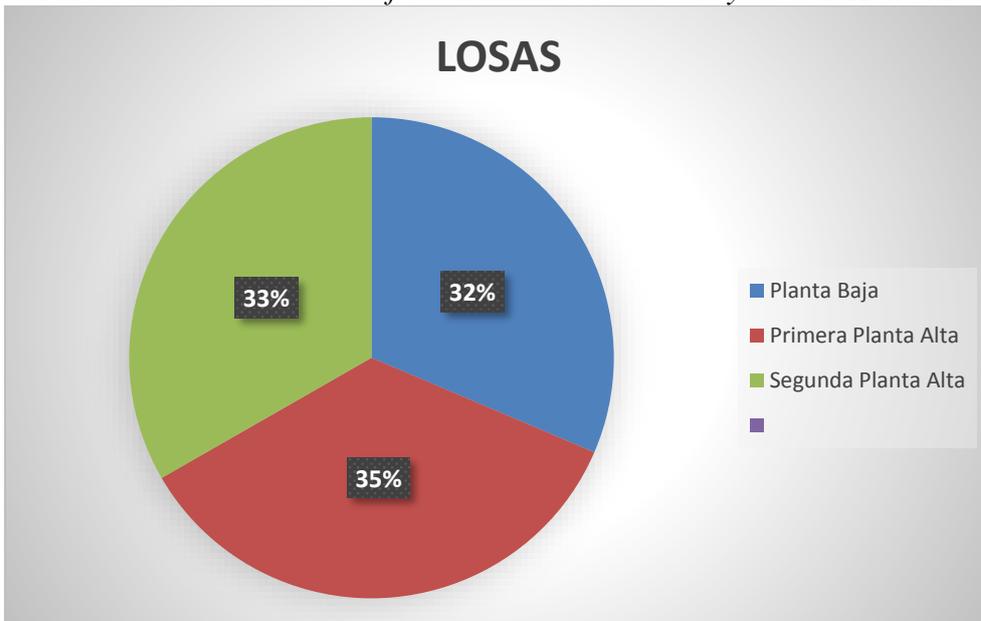
Se identifica que coinciden con un 33% la vulnerabilidad sísmica de planta baja y primera planta alta con respecto a las vigas, siendo ligeramente mayor para la segunda planta alta con un 34%.

Tabla 17
Matriz final de resultados de las Losas de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar

Losas del Edificio	Presión de la resistencia de losa medida con el esclerómetro Kg/cm ²	Vulnerabilidad sísmica del Edificio
Planta Baja	215	31%
Primera Planta Alta	241	35%
Segunda Planta Alta	228	33%
TOTAL	684	100%

Fuente: Trabajo de campo del edificio
Elaborado por: Guaranda Carlos y Moposita Elsa

Grafico 3
vulnerabilidad de losa del edificio Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la U.E.B



Fuente: Trabajo de campo del edificio
Elaborado por: Guaranda Carlos y Moposita Elsa

ANALISIS

Como se puede apreciar en el gráfico para el elemento estructural de losas se observan diferentes niveles de vulnerabilidad sísmica arrojando el menor valor en la planta baja (32%), le sigue la primera planta alta con un valor de (33%) alcanzando el valor mayor en la primera planta alta (35%).

Tabla 18

Matriz final de resultado de las Gradadas de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar.

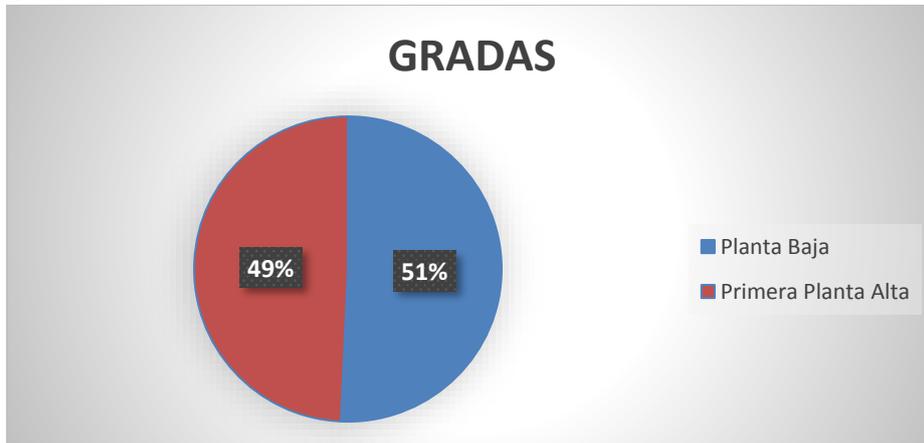
Gradadas del Edificio	Presión de la resistencia de grada medida con el esclerómetro Kg/cm²	Vulnerabilidad sísmica del Edificio
Planta Baja	241	51%
Primera Planta Alta	234	49%
TOTAL	475	100%

Fuente: Trabajo de campo del edificio

Elaborado por: Guaranda Carlos y Moposita Elsa

Gráfico 4

vulnerabilidad en gradadas del edificio Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la U.E.B



Fuente: Trabajo de campo del edificio

Elaborado por: Guaranda Carlos y Moposita Elsa

ANALISIS

El gráfico muestra que la vulnerabilidad para las gradadas del edificio tiene un mayor porcentaje (51%) en la primera planta alta, siendo del (49%) en la planta baja.

4.3. Resultados según el objetivo 3

A continuación, se exponen los resultados obtenidos en respuesta al objetivo tres.

Proponer medidas para la reducción de la vulnerabilidad física en el edificio.

- Hacer el seguimiento de las condiciones físicas y dar mantenimiento externo e interno continuo al edificio permitiendo contribuir a la seguridad y protección de las personas e infraestructura.
- Se sugiere revisiones de los puntos afectados a humedad de los elementos estructurales del edificio Ciencias de la Salud y del Ser Humano en forma periódica cada dos años.
- Inspección del recubrimiento del hormigón de las barras de acero para controlar la aparición de fisuras, grietas en las mamposterías del edificio cada 5 años.
- Establecer un sistema de información al personal que ocupa el edificio de la Facultad Ciencias de la Salud y del ser Humano respecto a las vulnerabilidades de los elementos estructurales identificadas el cual se anexa.
- Diseñar programas de reforzamiento estructural en el edificio acorde a las prioridades que se reflejen en los índices de vulnerabilidad sísmica de la infraestructura.

CAPITULO V:

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El nivel de vulnerabilidad de los factores físicos del edificio resulta de 36,6 puntos (según la metodología de PNUD) correspondiendo a un índice de vulnerabilidad sísmica medio acorde a la metodología de evaluación de riesgo sísmico en edificaciones.
- Se definieron como los elementos estructurales para el estudio de vulnerabilidad a pilares, vigas, gradas y losas, con el esclerómetro que se procedió obtener los datos exactos de la resistencia por medios de su rebote de cada uno de los elementos la cual se identificaron dos elementos estructurales con mayor vulnerabilidad en la primera planta alta correspondiendo a pilares (34%) y losas (35%) las vigas presentan mayor vulnerabilidad en la segunda planta alta (34%) y las gradas en la planta baja (51%)

- Como medidas a favor de la reducción de la vulnerabilidad física del edificio se considera: dar mantenimiento interno externo al edificio, realizar revisiones en los puntos con riesgo a humedad de los elementos estructurales con periodicidad de dos años mínimos e inspeccionar el recubrimiento del hormigón en las varillas o llamados también barra de acero con una frecuencia quinquenal.

5.2. Recomendaciones

- Considerar el presente tema de estudio como antecedente de investigaciones futuras que den continuidad a la evaluación de la vulnerabilidad física del edificio, dado el actual valor medio obtenido, con la inclusión de equipos e instrumentos de diagnóstico y aplicación de metodologías acorde al desarrollo científico.
- Considerar la posibilidad de plantear una nueva propuesta para realizar un trabajo de ingeniería de diagnóstico en el edificio con el uso de equipos de mayor precisión tanto para hormigón como para la cantidad de hierro, también se recomienda realizar un estudio de suelo con el propósito de identificar el origen de las grietas en la mampostería.
- Diseñar programas de reforzamiento estructural en el edificio acorde a las prioridades que se refleja en los índices de la vulnerabilidad sísmica de la infraestructura y establecer un sistema de información a los personales que ocupa el edificio de la Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano respecto a las vulnerabilidades de los elementos estructurales identificadas por ciclo académicos.

5.3. BIBLIOGRAFÍA

- AECID. (2016). *Prevención y Planificación en Riesgos Naturales. En D. G. Emergencias, Medidas Preventivas Estructurales no Estructurales. España.*
- Andrade , D., & Cabezas, A. (17 de 8 de 2016). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del Edificio de la Facultad de Comunicación Social, de la Universidad Central del Ecuador, utilizando la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-RE, 2015). Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/7026>*
- Arostegui, H., & Erazo, S. (2018). *Analisis de vulnerabilidad de la estructura. Quito.*
- Arrospide, J. A., San Miguel, W., & Helden, S. (2018). *Gestion de Riesgo de Desastres para los paises miembros de la comunidad Andina (Primera Edicion ed.). Lima.*
- Asamblea Nacional, A. (2011). *Constitucion de la Republica del Ecuador. Guaranda, Bolivar, Ecuador. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Constitución_de_Ecuador_de_2008*
- Bolivar, S. N. (SNGR 2019). *Google Book. Obtenido de Google Book.*
- Bottani Mamani, D. L., Albino Torrico, A., Marca Chino, L., & Verduguez Zerda, F. (2017). *Trabajo de materiales de construcción. Cochabamba.*
- Caballero , C. (2017). *Instituto de Geofisica Sismos y Terremotos.*
- Casuscelli, D. (2019). *Los desastres requieren un enfoque multiteamenaza. Diario Andino. Obtenido de <http://www.diarioandino.com.ar/noticias/2012/03/12/73276-los-desastres-requieren-un-enfoque-multiamenaza>*

- H. Consejo Universitario U.E.B. (23 de 6 de 2018). <http://www.ueb.edu.ec/sitio/index.php/la-institucion/historia>. Obtenido de <http://www.ueb.edu.ec/sitio/index.php/la-institucion/historia>.
- Harmsen, T. (Diseño de Estructuras 2005). *Diseño de Estructuras de concreto Armado (4ta ed.)*. Peru, Peru. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books>.
- Hernandez, U. (2015). *Aspectos Generales de Riesgo Sismico*.
- IECA. (2017). *Componentes y propiedades del cemento*. España. Obtenido de www.ieca.es/componentes-y-propiedades-del-cemento/
- Instituto de Geofisica Universidad Nacional Autonoma de Mexico. (2017). *Magnitud de un Sismo*.
- Instituto Geofisico, I. (6 de 2019). *Sismos registrados*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Internazionale, C. (2002). *Gestion de Riesgos y Prevencion de Desastres*. (FLACSO, Ed.)
- López García, J. (2015). *Patologias constructivas, estructurales y no estructurales*. Bogota.
- Marquez P, J. F. (2017). *Analisis de la Vulnerabilidd Sismica de los Edificios*. American.
- Martinez C., S. (2016). *Tipologias constructivas de las edificaciones*. En M. B. Benito, *Tipologias constructivas de las edificaciones (pág. 57)*. Mdrid.
- Martinez, P., & Angulo, E. (2016). *Estudios de Peligro Sismico de Ecuador y propuestas de espectros de diseño*. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books>.
- Masia Merino, A. (2011). *Peligro Natural, Desastres Evitable*. (E. G. S.a, Ed.)
- Mena Erazo, P. (18 de 4 de 2016). Obtenido de https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/04/160418_ecuador_terremoto_pueblo_pedernales_devastacion_ms
- Paucar Camacho, J. A. (2016). *Metodologia vulnerabilidad fisica de las edificaciones*. Guaranda.
- Paucar, A. (2015). *Metodologia evaluacion de reisos*. Ecuador.
- Plan Nacional del Desarrollo. (2017- 2021). *Constitución de la Republica del Ecuador*. Quito, Pichincha, Ecuador .
- PND. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo Todo una Vida*.
- Poves Ferrer, F. (2015). *Exposición de las patologías más habituales en los Edificios*.
- Recio, R. (2018). *Medición de los sismos*. Madrid.
- Riesgos, S. N. (2019). *Riesgos, Secretaria Nacional Gestion de Riesgos*. Guaranda, Ecuador.
- Rodas A., H. (2015). *Diseño Estructural*.

- Salud Ambiental con Posterioridad a los Desastres Naturales (2 ed.). (2008).*
- Sanhueza R, M. (2015). Construcción y Estructura. Obtenido de Google.*
- Segarra, M., Miguitama, B., Fierro, J., & Mogrovejo, D. (2017). Implementación de curvas de calibración esclerométricas para hormigones convencionales. Cuenca. UCR-ICE, R. (2019). ¿Qué es hipocentro y epicentro. Costa Rica. Obtenido de Definiciones de Hipocentro y el Epicentro: <https://rsn.ucr.ac.cr/documentos/educativos/sismologia/2329-que-son-el-hipocentro-y-el-epicentro>*
- Valencia, A., & Diego. (NEC 2015). NEC Hormigón Armado. Ecuador: MIDUVI.*
- Valencia, D., & Aulestia, D. (2015). Estructuras de hormigón armado. Quito: S.A.*
- Vargas Mena, F. A. (2016). Vulnerabilidad Sísmica para Viviendas y Edificios. Costa Rica.*
- Vasquez Granados, A., & Abarca Guerrero, L. (2017). Trazabilidad de la Varrilla de Acero para Construcción. En Varrilla o Acero (págs. 131-143). Costa Rica.*
- Villacis, B., & Carrillo, D. (INEC 2010). Estadística Demográfica en el Ecuador. En Instituto Nacional de Estadística y Censo. Quito, Pichincha, Ecuador.*
- Villarreal Castro, G. (2016). Sismo-Resistente.*

ANEXOS

ANEXOS 1. Trabajo de campo que se realizó a los elementos estructurales del edificio Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar

Fotografía 1



Esclerómetro que se utilizó para las medidas de resistencias de sismo del elemento estructural del edificio a pilares vigas losas gradadas.

Fotografía 2



Aplicación del esclerometro en pilares de las planta baja, primera planta, y segunda planta alta.

Fotografia 3



Aplicación del esclerometro en las losas de las planta baja, primera planta, y segunda planta alta.

Fotografia 4



Aplicación del esclerometro en las gradas de las primera planta, y segunda planata alta.

Anexos 2. Problemas presentados en la parte de la mampostería en la edificación
Ciencias de la Salud y del Ser Humano

Fotografía 5



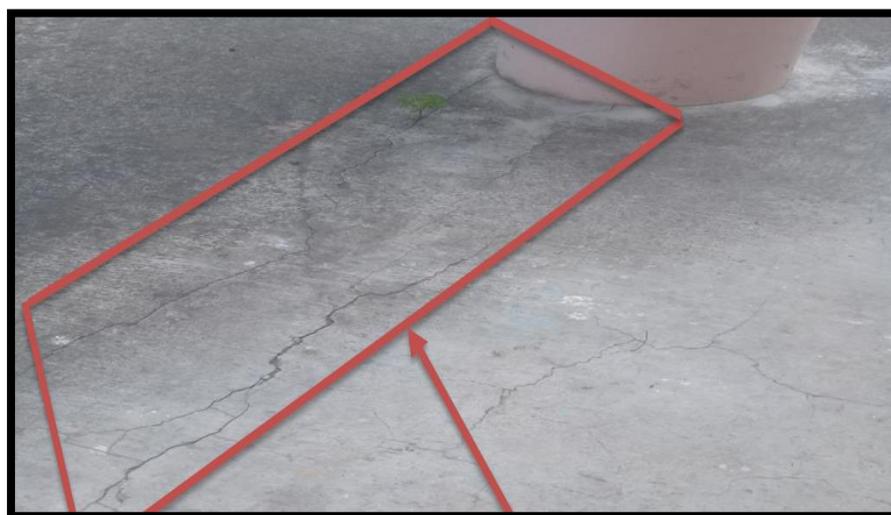
Fisuras presentadas en la fachada lateral derecho del edificio.

Fotografía 6



Dificultades presentadas en la fachada lateral izquierda de entrepisos por sismos y humedad presentadas en la facultad

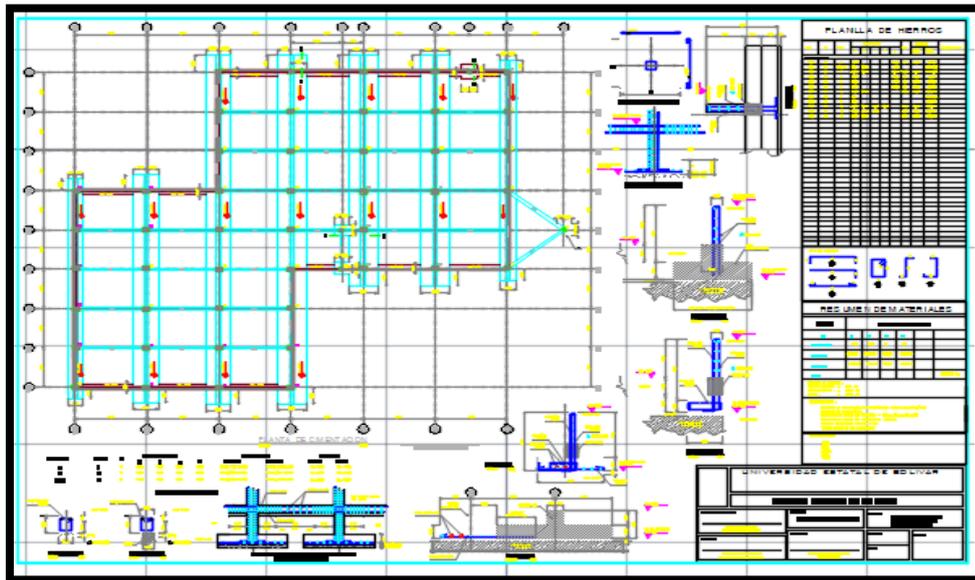
Fotografía 7



Los daños ocasionados en la facultad son evidentes en el contra piso puesto que se encontró Grietas debido a la humedad como se puede evidenciar.

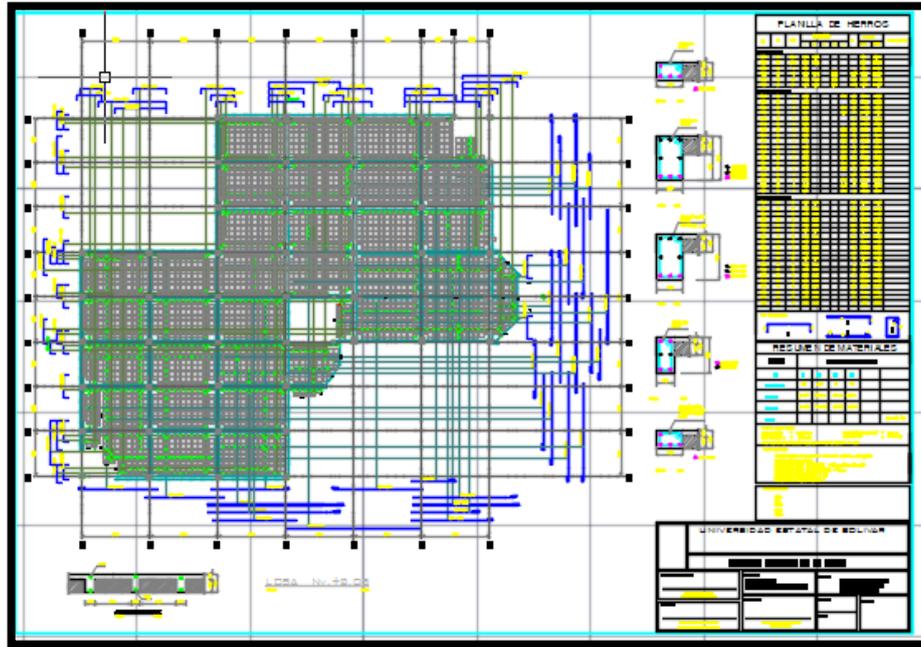
Anexo 3. Planos estructurales correspondientes a vigas losas pilares y gradas de la Facultad Ciencias de la salud.

Fotografía 8



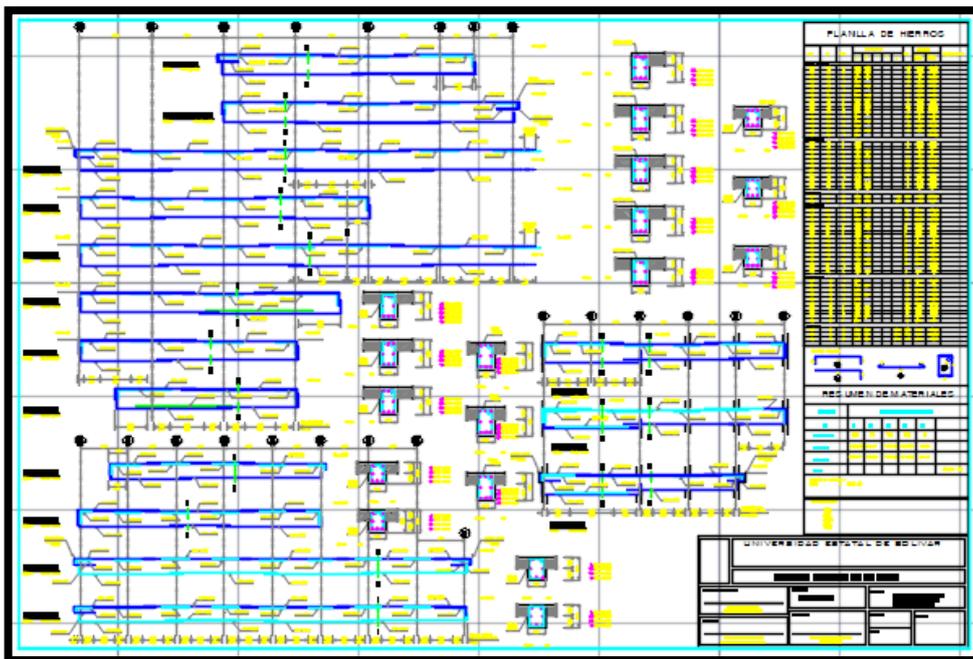
Plano de estructurales de la edificación Ciencias de la Salud

Fotografía 9



Plano correspondientes a losa de la primera planta

Fotografía 10



Plano correspondientes a vigas del edificio ciencias de la Salud y del Ser Humano