

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ.

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS DE GRADO

**PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL**

TEMA:

Análisis de vulnerabilidad del bloque 1 de la Unidad Educativa “Pedro Fermín Cevallos” del Cantón Manta, año 2014.

AUTORES

ROMERO RODRÍGUEZ WINTER XAVIER
FLORES BONILLA DIEGO JOSÉ

DIRECTOR DE TESIS

ING. DARÍO PÁEZ

MANTA – MANABÍ – ECUADOR

2014

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR DE TESIS

Ing. Darío Páez, Docente de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Laica Manabí.

CERTIFICA:

Que la presente Tesis de Grado titulada, **“Análisis de vulnerabilidad del bloque 1 de la Unidad Educativa “Pedro Fermín Cevallos” del Cantón Manta, año 2014”**, ha sido exhaustivamente revisada en varias sesiones de trabajo, se encuentra lista para su presentación y apta para su defensa.

Las opiniones y conceptos vertidos en esta Tesis de Grado son fruto del trabajo, perseverancia y originalidad de sus autores: Sr. Winter Xavier Romero Rodríguez y el Sr. Diego José Flores Bonilla, siendo de su exclusiva responsabilidad.

Manta, octubre de 2014

Ing. Darío Páez
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE TESIS

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ.

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE TESIS

El tribunal de revisión y evaluación, conformado por los señores: Presidente del tribunal y sus miembros.

Que la presente Tesis de Grado titulada, **“Análisis de vulnerabilidad del bloque 1 de la Unidad Educativa “Pedro Fermín Cevallos” del Cantón Manta, año 2014”**.

Cuyos autores son: Sr. Winter Xavier Romero Rodríguez y el Sr. Diego José Flores Bonilla, quienes han cumplido con todo el proceso de investigación; por lo tanto,

CERTIFICAMOS

Que esta investigación está lista para ser aprobada y evaluada, por lo que procede continuar su trámite.

Manta, octubre de 2014

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

El presente trabajo Investigativo está dedicado:

A Dios por guiarme y darme vida para ver cristalizados mis sueños, a mi esposa , quien me acompaña en todos y cada uno de los proyectos que emprendo, con su comprensión y su apoyo, me da ánimos para seguir adelante, y de manera especial a mi querido Padre quien puso fundamentos en mi vida y está a mi lado en todo momento dándome sus sabios consejos, a mi madre que es soporte fundamental acompañándome a través de mis sueños me impulsa a concluir con éxito mi aspiración de culminar mi título de tercer nivel.

Winter Xavier Romero Rodríguez

DEDICATORIA

Detrás de cada línea de llegada, hay una de partida.

A Dios, Por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más.

A quienes me enseñaron a nadar contra la corriente, quienes me apoyaron y siempre creyeron en mí, mis amados padres Susana y Jhonny.

A mis hermanos, a ti Dayan por bendecirme desde el cielo y guiar siempre mis pasos, a Susanita mi esfuerzo por ella, gracias por el apoyo, la amistad, las conversaciones y momentos vividos.

A mi novia Anita por estar siempre en esos momentos difíciles y haberme acompañado en este triunfo.

A mis amigos, por todas las penas y alegrías vividas juntos, gracias por su amistad.

Diego José Flores Bonilla

AGRADECIMIENTO

El ser humano está destinado a vivir y trabajar en sociedad, y para la realización de este trabajo no fue la excepción; no mencionar a aquellas personas que aportaron con su granito de arena sería un castigo al pasado al presente y al futuro, por ello nuestra gratitud, principalmente está dirigida a Dios Todopoderoso por habernos dado la existencia y permitido llegar al final de nuestra carrera.

Igualmente agradecemos muy profundamente a todos los organismos y personas que hicieron posible su realización, entre los que se deben mencionar, a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, a la Facultad de Ingeniería Civil; al Ing. Darío Páez Cornejo, director de nuestro trabajo de tesis, a las autoridades del Distrito 2 del Ministerio de Educación y de la Unidad Educativa “Pedro Fermín Cevallos” del Cantón Manta.

Los Autores

Contenido

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR DE TESIS.....	2
CIÓN DE LA TUTORA.....	2
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE TESIS	3
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE TESIS	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	7
INTRODUCCIÓN.....	12
CAPITULO I.....	16
MARCO CONCEPTUAL	16
1.1. RIESGO.-.....	16
1.2. RIESGO DE DESASTRES.....	16
1.3. FACTORES DE RIESGO.....	16
1.4. AMENAZA/PELIGRO.....	17
1.5. SISMO.....	18
1.6. INUNDACIÓN.....	18
1.7. DESLIZAMIENTO.....	18
1.8. VULNERABILIDAD.....	19
1.8.1. TIPOS O FACTORES DE VULNERABILIDADES	19
1.9. EVENTO ADVERSO.....	23
1.10. EMERGENCIA.....	24
1.11. DESASTRE.-.....	24
1.12. GESTIÓN DEL RIESGO.....	24
1.12.1. ÁREAS DE LA GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES Y COMPONENTES.....	24
1.25. CONTEXTO DEL CANTÓN Y LA CIUDAD DE MANTA.....	27
1.25.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y LÍMITES.....	27
1.25.3. ASPECTOS HISTÓRICOS DEL CANTÓN.....	28
1.25.4. ASPECTO FÍSICO.....	28
1.25.6. ASPECTOS ECONÓMICOS.....	30
1.25.7. ASPECTO DE INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS.....	30

CAPITULO II.....	34
2. DIAGNÓSTICO	34
2.1. UNIDAD EDUCATIVA PEDRO FERMIN CEVALLOS.....	34
2.2. MATERIALES UTILIZADOS	35
2.3. CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL	36
2.4. FALLAS OBSERVADAS	40
2.4.1. FALLA POR REFUERZO TRANSVERSAL	40
2.4.2. FALLA POR DESPRENDIMIENTO DEL HORMIGÓN	44
2.4.3. FALLA DE FISURAS	48
2.4.3.1. TIPOS DE GRIETAS.....	48
2.4.3.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS FISURAS	49
2.4.4. FALLA POR PANDEO DE LOSA	51
CAPITULO III.....	54
3. RESULTADOS DEL ESTUDIO	54
3.1. ANÁLISIS DE LA EDIFICACIÓN	54
3.2. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA UNIDAD EDUCATIVA PEDRO FERMIN CEVALLOS.....	55
CONCLUSIONES	62
BIBLIOGRAFÍA.....	63
ANEXOS	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Áreas y componentes de la gestión del riesgo	24
Tabla N° 2. Especificaciones de los materiales utilizados	35
Tabla N° 3. Descripción de estructura.....	37
Tabla N° 4. Niveles de daño propuestos por Ghobarah et al (1997)	57
Tabla N° 5: de Coeficientes de Irregularidad en Planta.....	68
Tabla N° 6: Coeficientes de Irregularidad en Elevación	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Unidad Educativa Pedro Fermín Cevallos.....	34
Figura N° 2. Acero liso de la estructura.....	35
Figura N° 3. Configuración en Planta Tipo.....	36
Figura N°4. Configuración Estructural por Bloques 1, 2 y 3	36
Figura N°5. Perspectiva de la estructura en estudio	38
Figura N° 6. Fachada Posterior de Edificación en Estudio	39
Figura N° 7. Corte A –A´	39
Figura N° 8. Corte A –A´	39
Figura N° 9. Detalle en Altura	40
Figura N° 10. Espaciamiento de refuerzo transversal	42
Figura N° 11. Falla por refuerzos de corte	42
Figura N° 12. Falla por refuerzo transversal	43
Figura N° 13. Falla por refuerzo transversal experimental	44
Figura N° 14. Falla por desprendimiento del hormigón	45
Figura N° 15. Falla por desprendimiento del hormigón	46
Figura N° 16. Respuesta Tensión Deformación	47
Figura N° 17. Fisuras Longitudinales	50
Figura N° 18. Fisuras Longitudinales	51

Figura N° 19. Fisuras de losa – causa de pandeo	52
Figura N° 20. Pandeo de la losa y exposición de refuerzos	53
Figura N° 21. Análisis de la estructura en ETABS.....	54
Figura N° 22. Grietas presentes en la estructura	58
Figura N° 23. Mapa sísmico de Ecuador.....	59
Figura N° 24. Esquema de cálculo de la curva de capacidad sísmica y el modelo bilineal.	60

INTRODUCCIÓN

El presente estudio comporta gran importancia ya que en el Ecuador existen muchas instituciones de servicio público, las cuales son un motivo de preocupación ya que las mismas no cuentan con un diseño priorizado para ofrecer garantías ante la ocurrencia de sismos ya sean estos de mayor o menor escala, la preocupación aumenta debido a que en estas edificaciones siempre hay gran cantidad de personas y es por ello que si se diera un desastre, la edificación pondría en peligro la vida de un buen número de personas; esto ocurre en muchas instituciones del servicio público en el Ecuador, pero sin duda aquellas que presentan mayor preocupación son los hospitales, porque a diferencia de las demás entidades un hospital siempre permanece ocupado las 24 horas del día.

La Unidad Educativa Pedro Fermín Cevallos de la ciudad de Manta, es una edificación que cuenta con varias décadas de funcionamiento y que en la actualidad no se conoce su estado real en cuanto a resistencia sísmica y la protección de los usuarios, es más realizando visitas a al departamento técnico del Distrito de Educación, se ha podido constatar que el mismo no cuenta con planos digitales de la edificación y tampoco con reporte del estado actual de la edificación.

Toda esta situación es de gran preocupación ya que a este centro educativo asisten gran número de niños y niñas a formarse desde diferentes lugares de la ciudad de Manta, y el no conocer el estado actual de la edificación, no solo representa un riesgo alto sino que a la vez también al no contar con el conocimiento del estado actual no se puede saber cómo ir mejorando la infraestructura de manera sistemática a fin de brindar mayor seguridad al usuario.

Mediante la presente se pretende realizar una evaluación sísmica de todos los elementos estructurales (vigas, columnas, mampostería, losas) así como de los elementos no estructurales (tuberías, equipos, vidrios).

Entre los antecedentes referentes al tema que está tratando en el presente se tiene que:

En el mundo entero se teme ante la posibilidad de la ocurrencia de temblores y terremotos, este temor es ampliamente justificado puesto que ya en muchas ocasiones se ha evidenciado la fuerza destructiva de la naturaleza; en las últimas décadas se han suscitado varios movimientos sísmicos a nivel mundial los cuales han causado grandes pérdidas humanas y es en los edificios en los que se reporta el mayor número de muertos como en el caso del terremoto de Kashmir ocurrido en Pakistán en el año 2005 en el cual murieron 80.000 personas; otro caso es el terremoto de Sichuan ocurrido en China en el 2008 este fenómeno natural destruyó un total de 9898 edificaciones en las que fallecieron miles de personas; en el terremoto que sacudió a Chile el 27 de febrero del 2010 en el que más de 18000 edificaciones fueron colapsadas y destruidas.

Este efecto fulminante de los terremotos y sismos menores sobre las edificaciones se debe a que la gran mayoría de edificaciones cuentan con varias décadas de vida y no han sido construidas con criterio de sismo resistencia, en torno a este factor se concibe que si un edificio es sismorresistente durante la ocurrencia de sismos menores no sufrirá daño alguno en paredes o en estructura; mientras que en sismos de mediana magnitud no deberá sufrir más que fisuras en sus paredes y en un sismo de alta magnitud no deben colapsar resistiendo el movimiento telúrico, es decir pueden sufrir gran daño pero su estructura no debe colapsar.

En el Ecuador la problemática no es diferente, los hospitales tienen grandes problemas a nivel estructural, es por ello que se plantea esta investigación la que está direccionada a la realización de un análisis del peligro y riesgo sísmico de presente en la infraestructura de las instituciones educativas en este caso la Unidad Pedro Fermín Cevallos de la ciudad de Manta.

La importancia que representa un estudio sísmico en las edificaciones es la seguridad que se pueda otorgar a los usuarios de las mismas, al saber que tienen resistencia y que el peligro al momento de un sismo es menor, especialmente en lo que respecta a la Unidad Educativa “Pedro Fermín Cevallos” que alberga niños y niñas en proceso de formación escolarizada los cuales deben estar seguros de que la construcción puede soportar un movimiento telúrico dando seguridad a las personas que ahí laboran y estudian.

Debido a las condiciones del Ecuador por estar situado en el cinturón de fuego del pacífico y su vulnerabilidad ante estos fenómenos naturales, se hace imprescindible que las edificaciones nuevas se construyan utilizando materiales antisísmicos, y las ya existentes evaluarlas para determinar su resistencia y hacer un reforzamiento dependiendo de las necesidades que se tengan.

Actualmente en lo que a Ecuador respecta, existe preocupación por la cantidad de volcanes que existen y estos conllevan a que se produzcan movimientos telúricos cuando entran en actividad, así mismo los hechos ocurridos en otros países donde los terremotos han destruido gran parte de sus edificaciones, debido a estos sucesos, el Ministerio de Desarrollo urbano y Vivienda patrocinó a la Cámara de la Construcción de Quito, a su vez recibió el respaldo del Gobierno Central para la elaboración de las Normas Ecuatorianas de la Construcción 2011 (NEC-11).

Las NEC-11 determinan las zonas de mayor riesgo y los lineamientos que deben tener las construcciones para poder soportar los sismos dependiendo de en qué sector se asiente la misma, esto lo concerniente a las nuevas edificaciones. A los edificios ya establecidos se les realiza una evaluación sísmica la que se refiere a analizar la resistencia ante el desplazamiento del edificio ante la presencia de un sismo, es decir el objetivo de la evaluación sísmica es encontrar conexiones débiles e identificar como su comportamiento afectará las respuestas del sistema estructural.

CAPITULO I

MARCO CONCEPTUAL

1.1. RIESGO.-

Es la probabilidad de ocurrencia de un evento adverso con consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y en un tiempo de exposición determinado. (SNGR, 2010)

1.2. RIESGO DE DESASTRES.

Es la posible pérdida que ocasionaría un desastre en términos de vidas, las condiciones de salud, los medios de sustento, los bienes y los servicios, y que podrían ocurrir en una comunidad o sociedad particular en un período específico de tiempo en el futuro. (NNUU-EIRD, 2009)

1.3. FACTORES DE RIESGO.

El riesgo deriva de la relación dinámica entre las Amenazas y las Vulnerabilidades de una sociedad o un componente en particular de las mismas.

El riesgo se ha conceptualizado en una función matemática, para fines de evaluación cuantitativa, en donde el riesgo es una función con evolución de la amenaza y de la vulnerabilidad, es decir que una condiciona a la otra y se materializan en el riesgo.

Este concepto matemático permite establecer una relación intrínseca entre la amenaza y la vulnerabilidad, explicándose que no es vulnerable si no existe amenaza y que a su vez no se está amenazada si no se es vulnerable.

$$R = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad (Cardona)}$$

Esta ecuación es la referencia básica para la estimación del riesgo, donde cada una de las variables: Amenaza y Vulnerabilidad y consecuentemente el Riesgo se expresa en términos de probabilidad (Bravo, 2011)

1.4. AMENAZA/PELIGRO.

Fenómeno natural, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que puede causar la muerte, lesiones u otros impactos en la salud, daños materiales, pérdida de medios de subsistencia, disrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental. (NNUU-EIRD, 2009)

Las amenazas o peligros según la EIRD/NNUU (2004: 43) clasifican en:

Amenazas Naturales, entre ellas comprende las amenazas hidrometeorológicas, como son los ciclones-huracanes, olas de frío y calor; geológicas, como son: sismos, erupciones volcánicas, tsunamis; biológica, como son: plagas, enfermedades epidémicas.

Amenaza socio-natural: entre estas tenemos a las inundaciones y deslizamientos, resultado de fenómenos naturales e influenciados en su intensidad por procesos de erosión y deterioro de cuencas; inundaciones pluviales en centros urbanos por invasión de cauces y deficientes sistemas de drenaje; así como la erosión costera; cambio climático; desertificación y pérdida de suelo por erosión, entre otras.

Amenaza Antrópica: entre ellas tenemos a la *amenaza tecnológica* y *de carácter social*, como contaminación industrial; actividades nucleares y radioactividad; desechos tóxicos, rotura de presas; accidentes de transporte, industriales o tecnológicos (explosiones, fuegos, derrames); guerras; conflictos sociales; entre otras (Paucar, 2011)

1.5. SISMO.

Es un fenómeno que se produce por el rompimiento repentino en la cubierta rígida del planeta llamada Corteza Terrestre. Como consecuencia se producen vibraciones que se propagan en todas direcciones y que percibimos como una sacudida o un balanceo con duración e intensidad variables. (CENAPRED)

“sacudida de la superficie terrestre por dislocación de la corteza; las fuentes pueden ser de varios tipos (tectónicas, volcánicas, explosiones, meteoritos, etc.), siendo las más comunes las tectónicas. También se le conoce como terremotos, temblores o movimientos telúricos” (IG/EPN, 2007).

1.6. INUNDACIÓN.

Es aquel evento que debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica, provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua, de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y que generalmente causan daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura. (CENAPRED)

Existen dos tipos de inundaciones:

Inundaciones fluviales: se generan cuando se desborda el agua del cauce normal de los ríos sobre las planicies aledañas, normalmente libres de agua. (OPS, 2006)

Inundaciones pluviales: son aquellas que se producen por la acumulación de agua de lluvia, nieve o granizo en áreas de topografía plana, que normalmente se encuentran secas, pero que han llegado a su máximo grado de infiltración. (OPS, 2006)

1.7. DESLIZAMIENTO.

Es un tipo de corrimiento o movimiento de masa de tierra, provocado por la inestabilidad de un talud. Se produce cuando una gran masa de terreno se convierte en *zona inestable* y se desliza con respecto a una *zona estable*, a través de una superficie o *franja de terreno de pequeño espesor*. Los deslizamientos se producen cuando en la franja se alcanza la tensión tangencial máxima en todos sus puntos. (Wikipedia.org)

1.8. VULNERABILIDAD.

El factor interno de una comunidad expuesta (o de un sistema expuesto) a una amenaza, resultado de sus condiciones intrínsecas para ser afectada e incapacidad para soportar el evento o recuperarse de sus efectos. (OPS, 2006).

1.8.1. TIPOS O FACTORES DE VULNERABILIDADES

Factores ambientales.- son aquellos relacionados con el uso de los recursos naturales y nuestra convivencia con los ecosistemas territoriales y globales que son el sustento de las acciones que realizamos a corto, mediano y largo plazo. (OIT-EIRD/NNUU, 2008).

Factores ecológicos o ambientales.- son aquellos que se relacionan cómo una comunidad determinada —explota los elementos de su entorno, debilitando a los ecosistemas en su capacidad para absorber los traumatismos los fenómenos de la naturaleza. Por ejemplo la deforestación incrementa la vulnerabilidad de los ecosistemas y comunidad frente al riesgo de inundaciones. (Módulos de Capacitación de Gestión del Riesgo Local. RED LA)

Factores económicos.- se trata de factores relacionados con la creación, acumulación y distribución de la riqueza y los procesos de producción, adquisición e intercambios de bienes que caracteriza los diferentes territorios. (OIT-EIRD/NNUU, 2008) *Factores económicos.-*

se refieren tanto a la ausencia o carencia de recursos económicos de los miembros de una localidad, como a la mala utilización de los recursos disponibles para una correcta —gestión del riesgo—. La pobreza quizás es la principal causa de vulnerabilidad. (Módulos de Capacitación de Gestión del Riesgo Local. RED LA)

Factores educativos.- es la correspondencia entre los contenidos y métodos de educación y las herramientas conceptuales y prácticas que requieren para participar activamente en la vida de esa localidad y contribuir a una relación armónica entre población y su entorno natural. Una comunidad educada e informada será menos vulnerable a los riesgos y desastres. (Módulos de Capacitación de Gestión del Riesgo Local. RED LA)

Vulnerabilidad física.- se refiere al nivel de daño potencial o grado de pérdida que puede sufrir un elemento en términos de su exposición y resistencia contra la magnitud de la amenaza.

También, se puede definir como el grado en que un sistema o parte del sistema, pueden reaccionar adversamente ante la materialización de la amenaza. La respuesta está condicionada a la capacidad del sistema de absorber y recuperarse después de ocurrido el deslizamiento. (Modelo de vulnerabilidad Física de estructuras de uno y dos pisos, asociadas a deslizamientos. (Doris Liliana Cifuentes Zaldúa, Bogotá, Colombia 2011)

Factores físicos.- tiene que ver, entre otros aspectos, con la ubicación física de los asentamientos o con las cualidades o condiciones técnicas – materiales de ocupación o aprovechamiento del ambiente y sus recursos. Por ejemplo la ubicación de asentamientos humanos en las laderas de un volcán, construcciones sin normas sismo resistentes en zona de fallas sísmica. (Módulos de Capacitación de Gestión del Riesgo Local. RED LA)

Factor o vulnerabilidad estructural.- se refiere a la susceptibilidad que la estructura presenta frente a posibles daños en aquellas partes del establecimiento hospitalario que lo mantienen en pie ante un sismo intenso. Esto incluye cimientos, columnas, muros, vigas y losas. (OPS, 2004)

Factor o Vulnerabilidad físico-estructural.- refiere a las características físicas de construcción, o condiciones técnicas con que fue elaborada de una edificación y que inciden directamente en el comportamiento estructural de la edificación frente a una amenaza.

Factor o vulnerabilidad funcional.- se refiere a la susceptibilidad que presenta una edificación en cuanto a los aspectos de organización y distribución física de los servicios, los recursos humanos, financieros e insumos disponibles, así como la capacidad organizativa y de respuesta de la institución. (CISMID, PERÚ)

Factor o vulnerabilidad funcional.- describe la predisposición de la institución de ver perturbado su funcionamiento como consecuencia del incremento de la demanda de sus servicios. Son diversos los factores que pueden contribuir a incrementar el nivel de perturbación funcional, aumentando así la vulnerabilidad funcional de las instalaciones. (OPS, 1993)

Factor o Vulnerabilidad funcional u organizacional.- se refieren a la distribución y relación entre los espacios arquitectónicos y los servicios médicos y de apoyo al interior de los hospitales; así como a los procesos administrativos—contrataciones, adquisiciones, rutinas de mantenimiento, etc.— y a las relaciones de dependencia física y funcional entre las diferentes áreas de un hospital. (OPS, 2007)

Factor o Vulnerabilidad físico-funcional.- refiere al **diseño físico-espacial** (selección de sitio, análisis del entorno, distribución interna y externa de espacios, etc.)

Factor o Vulnerabilidad institucional.- Se refiere a todos aquellos obstáculos formales (obsolescencia y rigidez Institucionales, burocracia, politización, corrupción de los servicios públicos, etc.), que impiden una adecuada adaptación de la comunidad respecto a su realidad cambiante y una rápida respuesta en caso de desastre (<http://www.monografias.com/Desastres Naturales>).

Factores institucionales u organizacionales.- son obstáculos derivados de la estructura del Estado y de las instituciones (públicas y privadas) que impiden una adecuada adaptación a la realidad, y rápida respuesta de las instituciones (desastre). Por ejemplo la politización, corrupción, burocratización hace más vulnerable a la institución y comunidad de influencia. (Módulos de Capacitación de Gestión del Riesgo Local. RED LA)

Factor o Vulnerabilidad institucional.- Se refiere a las formas con las que los actores sociales locales y regionales –con injerencia en el cantón– abordan la temática de riesgos. Esto involucra el grado de cohesión o conflicto en las relaciones interinstitucionales locales; las formas con las que la institución local más representativa del gobierno local –en este caso los municipios– mantiene dentro de su percepción y estructura organizativa interna la gestión de riesgos como actividades vinculadas a sus quehaceres cotidianos, así como, el avance de la gestión de riesgos a nivel de proyectos y acciones concretas plasmadas en el territorio. (Análisis de Vulnerabilidades a Nivel Cantonal, Quito, 2012).

Factores legales.- Tienen relación con los cuerpos normativos de carácter vinculante, a nivel nacional y local, que regulan la gestión del riesgo, así como el grado de aplicación de sus disposiciones a cargo del Estado y de las comunidades. El análisis de su expedición e implementación, contribuye a la identificación de la vulnerabilidad de

un gobierno local frente al riesgo, sus capacidades y limitaciones. (Análisis de Vulnerabilidades a Nivel Cantonal, Quito, 2012)

Factores políticos.- Se refieren al nivel de autonomía que tiene una comunidad en la toma de decisiones en varios aspectos de la vida social; y, la posibilidad de formular e implementar estrategias o acciones que permitan mantener los riesgos dentro de niveles de aceptabilidad (SINAPRED-PNUD). En base a esto, este factor se relaciona con instrumentos de política pública –estrategias, planes, programas– que el gobierno local ha formulado, y por el que ha definido su modelo de gestión de riesgos. (Análisis de Vulnerabilidades a Nivel Cantonal, Manta, 2010)

Factores Políticos.- Se refiere a los niveles de autonomía que posee una comunidad para tomar o influir sobre decisiones que la afectan, y a su capacidad de gestión y de negociación ante los actores externos. Por ejemplo la capacidad para tomar decisiones o solución de problemas. (Módulos de Capacitación de Gestión del Riesgo Local. RED LA)

Factores sociales.- se refiere a un conjunto de relaciones, comportamientos, creencias, formas de organización (institucional y comunitaria) y maneras de actuar de las personas y las comunidades que las coloca en condiciones de mayor o menor vulnerabilidad. (Módulos de Capacitación de Gestión del Riesgo Local. RED LA)

Factor o Vulnerabilidad técnica.- Hace referencia a las inadecuadas técnicas de construcción de edificios e infraestructura básica en zonas de riesgo. ([www//monografias.com/Desastres Naturales](http://www.monografias.com/Desastres Naturales))

1.9. EVENTO ADVERSO.

Cualquier situación capaz de desencadenar efectos no deseados. (SNGR, 2010)

1.10. EMERGENCIA.

Evento adverso en el cual la comunidad responde con sus propios recursos. (SNGR, 2010)

1.11. DESASTRE.-

Una seria interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad que ocasiona una gran cantidad de muertes al igual que pérdidas e impactos materiales, económicos y ambientales que exceden la capacidad de la comunidad o la sociedad afectada para hacer frente a la situación mediante el uso de sus propios recursos. (NNUU-EIRD, 2009)

1.12. GESTIÓN DEL RIESGO.

Proceso que implica un conjunto de actividades planificadas que se realizan, con el fin de reducir o eliminar los riesgos o hacer frente a una situación de emergencia o desastre en caso de que éstos se presenten. (SNGR, 2010)

Gestión del riesgo de desastres.- El proceso sistemático de utilizar directrices administrativas, organizaciones, destrezas y capacidades operativas para ejecutar políticas y fortalecer las capacidades de afrontamiento, con el fin de reducir el impacto adverso de las amenazas naturales y la posibilidad de que ocurra un desastre. (NNUU-EIRD, 2009)

1.12.1. ÁREAS DE LA GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES Y COMPONENTES.

La Gestión del Riesgo de Desastres abarca las siguientes áreas y Componentes (USAID- OFDA.LAC, 2009):

Tabla N° 1: Áreas y componentes de la gestión del riesgo

ÁREAS	COMPONENTES
Evaluación del riesgo	Estudio de amenaza y vulnerabilidad

Reducción y transferencia del riesgo	Prevención y mitigación, transferencia y financiamiento.
Manejo de eventos adversos	Preparación, alerta y respuesta
Recuperación	Rehabilitación y reconstrucción

Fuente: Curso de Reducción del Riesgo de Desastres USAID-OFDALAC, 2009

Evaluación del riesgo.- Una metodología para determinar la naturaleza y el grado de riesgo a través del análisis de posibles amenazas y la evaluación de las condiciones existentes de vulnerabilidad que conjuntamente podrían dañar potencialmente a la población, la propiedad, los servicios y los medios de sustento expuestos, al igual que el entorno del cual dependen. (NNUU-EIRD, 2009)

Evaluación de vulnerabilidad.- Procesos sistemáticos de análisis de información sobre población, edificios, infraestructura, áreas geográficas seleccionadas para identificar quién, qué, con qué características y dónde son susceptibles a daños por efecto de amenazas. (USAID-OFDA.LAC 2009).

Análisis de Amenazas/Peligros.- Estudios de identificación, mapeo, evaluación y monitoreo de una(s) amenaza(s) para determinar su potencialidad, origen, características y comportamiento (NNUU-EIRD, 2004)

Reducción del riesgo: El concepto y la práctica de reducir el riesgo de desastres mediante esfuerzos sistemáticos dirigidos al análisis y a la gestión de los factores causales de los desastres, lo que incluye la reducción del grado de exposición a las amenazas, la disminución de la vulnerabilidad de la población y la propiedad, una gestión sensata de los suelos y del medio ambiente, y el mejoramiento de la preparación ante los eventos adversos. (NNUU-EIRD, 2009)

Prevención.- Medidas y acciones dispuestas con anticipación que buscan evitar riesgos en torno a amenazas y vulnerabilidades. (SNGR 2010)

Mitigación.- Medidas y actividades de intervención dirigidas a reducir o disminuir el riesgo. (SNGR 2010)

Transferencia del riesgo.- El proceso de trasladar formal o informalmente las consecuencias financieras de un riesgo en particular de una parte a otra, mediante el cual una familia, comunidad, empresa o autoridad estatal obtendrá recursos de la otra parte después que se produzca un desastre, a cambio de beneficios sociales o financieros continuos o compensatorios que se brindan a la otra parte. (NNUU-EIRD, 2009)

Financiamiento del riesgo de desastres.- Los mecanismos de financiamiento del riesgo permiten pagar las pérdidas en el mediano a largo plazo a través de alguna facilidad de crédito. Estos mecanismos proveen una cobertura eficiente en costos y multi-anual que ayuda con la estabilización de las primas y aumenta la disponibilidad de fondos para fines de aseguramiento. (USAID-OFDA.LAC, 2009)

Manejo de eventos adversos.- ejecución de acciones necesarias para tener una respuesta a tiempo, después de la ocurrencia de un evento. (USAID-OFDA.LAC, 2009).

Preparación.- Conjunto de medidas y actividades que organizan y facilitan oportunamente la respuesta en una emergencia o desastre. (SNGR 2010)

Alerta.- Estado declarado con el fin de tomar decisiones específicas, debido a la probable ocurrencia de un evento adverso. (SNGR, 2010).

Respuesta.- El suministro de servicios de emergencia y de asistencia pública durante o inmediatamente después de la ocurrencia de un desastre, con el propósito de salvar vidas, reducir los impactos a la salud, velar por la seguridad pública y satisfacer las necesidades básicas de subsistencia de la población afectada. (NNUU-EIRD, 2009)

Recuperación.- La restauración y el mejoramiento, cuando sea necesario, de los planteles, instalaciones, medios de sustento y condiciones de vida de las comunidades afectadas por los desastres, lo que incluye esfuerzos para reducir los factores del riesgo de desastres. (NNUU-EIRD, 2009)

Rehabilitación.- Restablecer a corto plazo las condiciones normales de vida, mediante la reparación de los servicios vitales indispensables. (SNGR, 2010)

Reconstrucción.- Es el proceso de recuperación a mediano y largo plazo, del daño físico, social y económico, a un nivel de desarrollo igual o superior al existente antes del desastre. (SNGR 2010)

1.25. CONTEXTO DEL CANTÓN Y LA CIUDAD DE MANTA

1.25.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y LÍMITES.

Ubicación geográfica: El cantón Manta posee 306 kilómetros cuadrados, tiene aproximadamente 250.000 habitantes y su crecimiento acelerado le ha permitido convertirse en un polo de desarrollo, industrial, comercial, y especialmente turístico, siendo las industrias pesquera y turística las de mayor auge; limita, al norte, sur, al oeste con el océano pacífico, al sur con el Cantón Montecristi, y al este los Cantones Montecristi y Jaramijó, su ubicación es estratégica para el ingreso de todo tipo de embarcaciones, ya que se encuentra en el centro del litoral ecuatoriano.

La ciudad se ubica a cinco metros sobre el nivel del mar, le dan preferencia para ser acogidas como prioridad vacacional.

El cantón Manta tiene cinco Parroquias Urbanas, dos rurales; y, pintorescos recintos. Los Recintos de Manta son San Juan, La Travesía de Jome; Los tres Pacoches – de afuera, del centro y de arriba o de adentro; El Aromo; Ligüique; Las Piñas y Santa Rosa.

1.25.3. ASPECTOS HISTÓRICOS DEL CANTÓN.

Reseña histórica del cantón: Manta se formó siendo como parroquia, del Corregimiento de Guayaquil, multas hasta del Siglo XVIII y desde esa fecha hasta el 4 de Noviembre de 1922 a la Jurisdicción del cantón Montecristi, sin embargo la idea de cantonización comenzaba ya a principios de siglo XX a latir en las mentes de la gente de la ciudad. El 18 de julio de 1912 se formó el Primer Comité Pro Cantonización de Manta, presidido por Don Ascario Paz Bonilla, considerado el precursor de las gestiones que dieron una Manta con Autonomía cantonal. Diez años más tarde, el 8 de julio de 1922, se formó el Comité central de pro cantonización de Manta, presidido por Pedro Elio Cevallos.

El 30 de agosto de ese mismo año, el Proyecto de cantonización fue presentado a la Cámara de Diputados por el legislador Sergio Domingo Dueñas quien lo impulso. El 29 de septiembre de 1922, a las 17 horas, el entonces presidente de la República, José Luis Tamayo, firmó y puso el ejecútese al decreto Número 602 del 30 de septiembre de 1922, que entro en vigencia el 4 de noviembre del mismo año. El mismo 4 de noviembre se oficializó la cantonización y se celebró una fiesta que es ahora tradicional en este hermoso puerto internacional.

1.25.4. ASPECTO FÍSICO

Zonas de vida: El cantón Manta posee varias áreas con similares características de flora y fauna las cuales presentan variaciones de acuerdo a la zona, a las que se denomina zonas de vida y que determinan la temperatura, clima y precipitación, así tenemos:

Orografía: El relieve del cantón es poco accidentado en su zona central, sin embargo se tiene la presencia de la cordillera Colón Colonche que le ofrece una variedad de recursos naturales.

Hidrografía: El cantón Manta no posee grandes ríos, sin embargo, tiene la conexión directa con el océano Pacífico, encontrándose ubicada con la cordillera de Carnegie.

La cordillera submarina de Carnegie es una dorsal asísmica ubicada en el océano Pacífico entre las costas de Ecuador y las islas Galápagos. La cordillera de Carnegie es de origen volcánico y es resultado del movimiento de la placa de Nazca sobre el punto caliente de Galápagos, el mismo que hoy en día genera el volcanismo en las islas Galápagos. En otras palabras a medida que los antiguos volcanes de Galápagos se alejan del punto caliente que es su fuente de magma la erosión los reduce de altura formando una cadena submarina de volcanes extintos. Su nombre se debe al barco científico que la descubrió en 1929, el Carnegie (NGIA, 2010).

Geomorfología de la ciudad de Manta: según el estudio —Levantamiento Geológico del Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR, 2010:16), la ciudad está frente a la cordillera de Carnegie, la cual es una elevación submarina que permite el desarrollo de la vida marina; esta estructura se suma al hecho de que la ciudad está en el cinturón del fuego del pacífico, encontrándose que en los últimos años se han presentado movimientos telúricos en la provincia de Manabí, especialmente en Portoviejo y Bahía de Caráquez.

1.25.5. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS.

Población: En todo el cantón Manta la población llega a 260.000 habitantes aproximadamente de los cuales 90.000 se encuentran en la zona rural y 170.000 en la zona urbana, de esta última el 40% de los habitantes son hombres y el 60% mujeres. (INEC, 2010)

1.25.6. ASPECTOS ECONÓMICOS

Situación económica: La economía del cantón Manta, se desarrolla en torno al comercio, la industria, turismo y sobre todo la pesca.

En el cantón existen industrias de importancia, como la Fabril, Ales, Inepaca, Etc. la gran mayoría de la producción sirve para la exportación, y se sirven de la mano de obra local, generando ocupación para casi todos los habitantes del lugar y logrando además la producción con una muy alta calidad, lo cual ha permitido que el pescado sea comercializado en los principales mercados del país y exportados a diferentes partes del mundo.

El turismo en el cantón ha sido explotado, pero no con eficiencia y eficacia, sin embargo se constituye en una fuente de ingresos para sus habitantes, entre los lugares turísticos con los que cuenta el cantón tenemos: El bosque de pachocha, La reserva Machalilla, arrecifes rocosos de jurel, perpetuo socorro y los bancos de arenas, etc.

La producción pesquera constituye la principal fuente de ingresos para los habitantes del cantón, debido no solamente a que tiene la salida al mar, sino también por ser un lugar tradicionalmente pesquero con una variada producción debido a la alta fertilidad de su plataforma continental y a la variedad de beneficios existentes.

1.25.7. ASPECTO DE INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS

Servicios básicos: La población tanto urbana como rural del cantón tiene acceso a varios servicios básicos y saneamiento que para objeto de este estudio se describirá únicamente para el área urbana, lo cual se describe a continuación:

Agua: La Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Manta (EPAM), suministra agua potable debidamente tratada, a las parroquias urbanas, pero se debe aclarar que no son las únicas fuentes del líquido vital,

pues parte de la población la obtiene de otras fuentes tales como carro repartidor y agua lluvia.

Electricidad: El servicio de electricidad tanto para el área urbana como rural del cantón, es abastecido por el CENEL, mediante sistemas interconectados, aunque existen otras formas de abastecimiento.

Alcantarillado: Existe alcantarillado público de tipo combinado, (aguas lluvia y aguas servidas) que funcionan a través de tuberías de cemento, tanto en el área urbana como ciertas partes en el área rural, cuyo diseño consta de un colector general que permite descargar en los emisores que se encuentran localizados generalmente en quebradas. Estas aguas provenientes de aguas servidas de viviendas de industrias y comercios sin ningún tipo de tratamiento, lo que causa la contaminación de los cuerpos de agua receptores (ríos aledaños), pero en ciertos lugares la eliminación se lo hace en pozos sépticos, letrinas y a veces al aire libre, ocasionando condiciones de insalubridad.

Desechos Sólidos: El GAD Cantonal, tiene un sistema de recolección de desechos sólidos, mediante carros recolectores, teniendo como destino final los botaderos de basura, determinados. Pero hay que recalcar que el mencionado servicio de recolección en ciertos sectores es muy bajo, por lo que la población ha optado por otras formas de eliminación de residuos.

Educación: La infraestructura de educación, según los datos que constan en el PDOT, 2011, cuenta con Centros Parvularios, Escuelas, Colegios y Universidades. A nivel cantonal existen 242 centros educativos a donde acuden alrededor de 25.152 estudiantes de los niveles básicos y bachillerato, la mayoría de estos centros educativos carecen de los servicios de internet, bibliotecas y viviendas para docentes

El cantón registra establecimientos educativos de tipo fiscal, particular, Fiscomisional, siendo los más utilizados los establecimientos públicos

Dentro de la ciudad de Manta existen 57 centros educativos públicos tanto para nivel primario como secundario (Ver tabla 15), que permiten a la población tener acceso a la educación.

A nivel superior en la ciudad de Manta, se encuentra la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, que ofrece un servicio a la comunidad con carreras prácticas. Además, en la ciudad y cantón se vienen ofertando los servicios de educación superior en otras instituciones.

Analfabetismo.- El nivel de formación más alto alcanzado por la población en general se sitúa en el nivel primario seguido de la formación básica, es notable el bajo porcentaje de acceso al nivel superior, y también el índice de analfabetismo con un promedio cantonal del 13,87%, estas condiciones de educación de la población generan baja capacidades para impulsar procesos de desarrollo, además que generan condiciones de vulnerabilidad. A nivel urbano la ciudad de Manta presente un nivel de analfabetismo de 5,19%.

Entre los principales problemas respecto a la educación se identificaron los siguientes:

- Falta de formación humana y enseñanza en valores.
- Flujo elevado de estudiantes hacia los núcleos urbanos, donde se tiene centro de educación de renombre, esto se está regulando a través de la zonificación realizada por el Ministerio de Educación.
- Insuficiencia de las escuelas, en las áreas consolidadas de la ciudad. Inexistencia de centros educativos primarios, en las áreas recientes y en proceso de consolidación.
- No existe una adecuada educación sexual y reproductiva.
- Baja calidad educativa en todos los niveles.
- Escuelas con escaso personal docente.

- El equipamiento de las escuelas es muy básica.
- El personal docente de las escuelas no recibe capacitación.
- No hay orientación vocacional.
- Falta de integración de los padres de familia en los procesos educativos.
- Pocos recursos económicos para la educación.
- No hay capacitación en computación.
- Poco acceso a la educación secundaria para jóvenes de comunidades donde no existen colegios.

CAPITULO II

2. DIAGNÓSTICO

2.1. UNIDAD EDUCATIVA PEDRO FERMIN CEVALLOS

La Unidad Educativa Pedro Fermín Cevallos fue construida en el año 1932, siendo en la actualidad un centro educativo con mucha acogida debido a su gran trayectoria académica, donde tiene una población significativa de estudiantes desde nivel inicial hasta el décimo año de educación básica, logrando de este manera es un ícono en la formación de niños y adolescente del cantón Manta.

El edificio consta de una estructura de dos niveles, el entrepiso posee una losa maciza, vigas peraltadas en los volados interiores y acarteladas en los volados (corredor), las columnas son de sección constantes (cuadradas). El lugar donde se encuentra ubicada la edificación es un suelo blando. La tipología estructural constituye un modelo típico de construcción de estos edificios educacionales, en la siguiente foto se muestra una vista del edificio en estudio.



Figura N° 1. Unidad Educativa Pedro Fermín Cevallos
Fuente: Los Autores

2.2. MATERIALES UTILIZADOS

De acuerdo a los datos con los que fueron construidas la Unidad Educativa Pedro Fermín Cevallos, se resumen en la siguiente tabla:

DATOS DEL HORMIGÓN

Elemento estructural	Especificación
Losa	$f'c = 180 \text{ Kg/cm}^2$
Vigas	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Columnas	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Tabla N° 2. Especificaciones de los materiales utilizados
Fuente: Notas de cálculo UEPFC

En relación a los materiales utilizados en la construcción se puede observar que son valores tradicionales, excepto la losa que son de tipo macizas con altura de 30 cm, se tienen valores positivos de construcción: la edad del edificio y la temperatura alrededor de los 30°C , que favorecen al endurecimiento y mejora del hormigón por duración.

La resistencia del acero se dedujo observando la forma lisa de las varillas cuyo esfuerzo de fluencia no superiores a $f'y = 2800\text{Kg/cm}^2$, material típico utilizado en la época de construcción de la edificación.



Figura N° 2. Acero liso de la estructura
Fuente: Los Autores

2.3. CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

Se describe esta estructura como tipo ortogonal, la misma que posee regularidad en planta

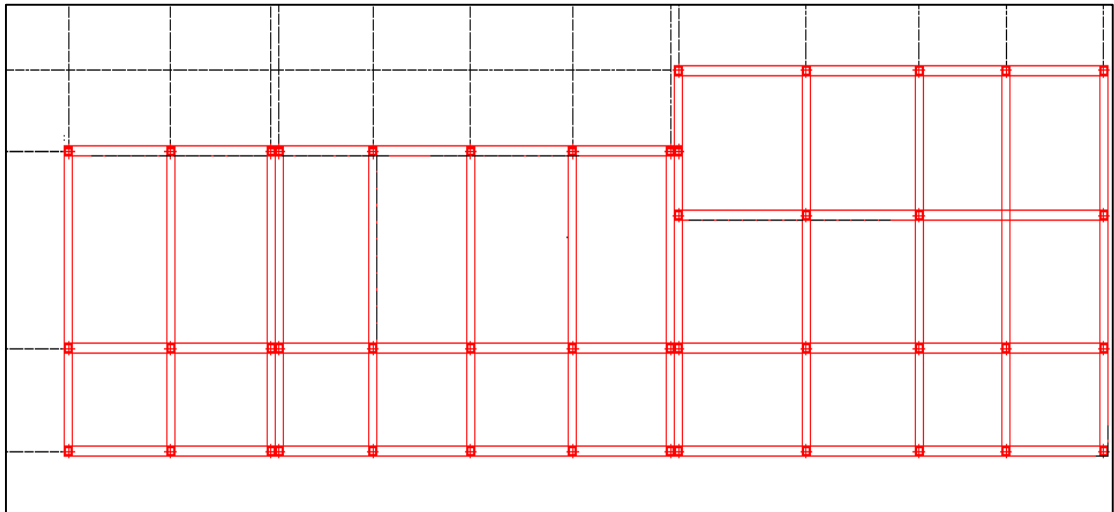


Figura N° 3. Configuración en Planta Tipo
Fuente: Los Autores

Se puede observar que la edificación en análisis está compuesta por tres bloques diferentes los mismos que se unen a través de juntas de construcción, esto se a que fueron construidas en diferentes etapas de acuerdo a la capacitación de gestión de las autoridades y el crecimiento de su población estudiantil.

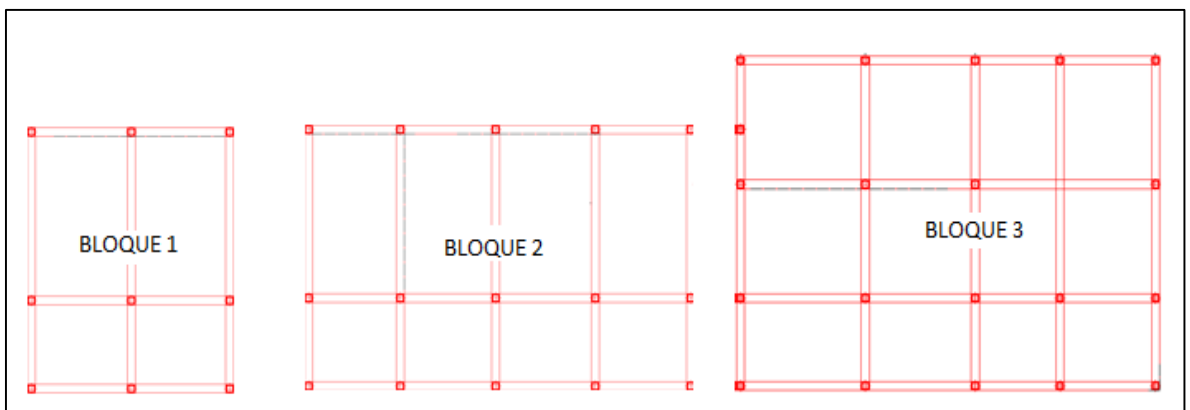


Figura N°4. Configuración Estructural por Bloques 1, 2 y 3
Fuente: Los Autores

Las dimensiones de los bloques de la estructura en estudio se presentan a continuación en la tabla N°3:

DIMENSIONES DE LOS BLOQUES

BLOQUES	Especificación
Bloque 1	Se presenta con el bloque más pequeño y en planta consta de dos vanos en ambos sentidos, con dimensiones de 9.00 m por 7.45 m, siendo este regular en planta.
Bloque 2	Es el bloque de tamaño mediano, planta consta de dos vanos en el sentido Y, cuatro vanos en el sentido X, con dimensiones de 9.00 m por 14.40 m, siendo este regular en planta, de forma rectangular.
Bloque 3	Este es el bloque de mayor dimensiones, en planta consta de tres vanos en el eje Y con dimensión de 11.40 m y en el eje X tiene cuatro vanos con una dimensión total de 19.95 m, siendo este regular en planta.

Tabla N° 3. Descripción de estructura
Fuente: Autores

De acuerdo a la Norma Ecuatoriana de la Construcción – NEC (2014), en la sección cargas sísmicas se establece que una plan es regular cuando estas no presentan ninguna de las condiciones de irregularidad descritas en la En el Anexo N°1.

Los coeficientes de configuración estructural incrementan el valor del cortante de diseño, con la intención de proveer de mayor resistencia a la estructura, pero no evita el posible comportamiento sísmico deficiente de la edificación. Por tanto, es recomendable evitar al máximo la presencia de las irregularidades mencionadas. Este es el caso de la estructura en estudio por lo tanto en el cálculo este coeficiente $\phi_p = 1$, lo que incrementa las fuerzas sísmicas de diseño.



Figura N°5. Perspectiva de la estructura en estudio
Fuente: Los Autores

En la siguiente figura se puede observar la edificación desde la parte posterior, siendo esta una estructura de hormigón armado con detalles arquitectónicos medievales donde se contrasta con otros bloques de aulas construidos en los últimos 15 años.

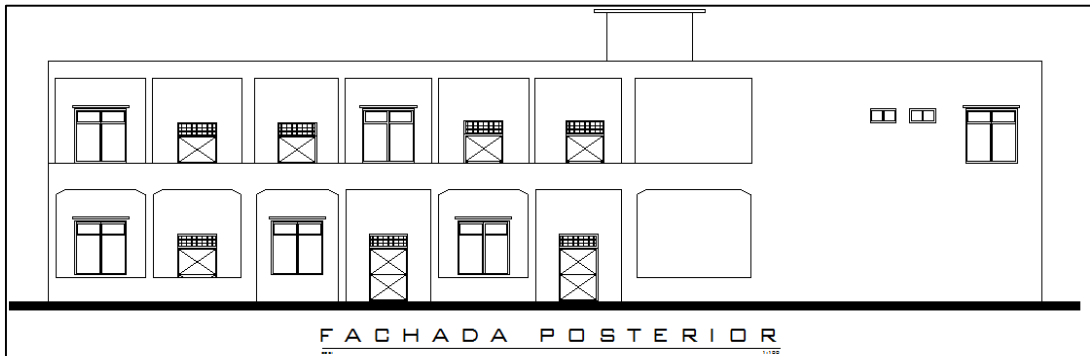


Figura N° 6. Fachada Posterior de Edificación en Estudio
Fuente: Los Autores

Para realizar un análisis también se verifica a través de un corte de la estructura la configuración en elevación, con la finalidad de saber si existe penalización en relación a las normas constructivas.

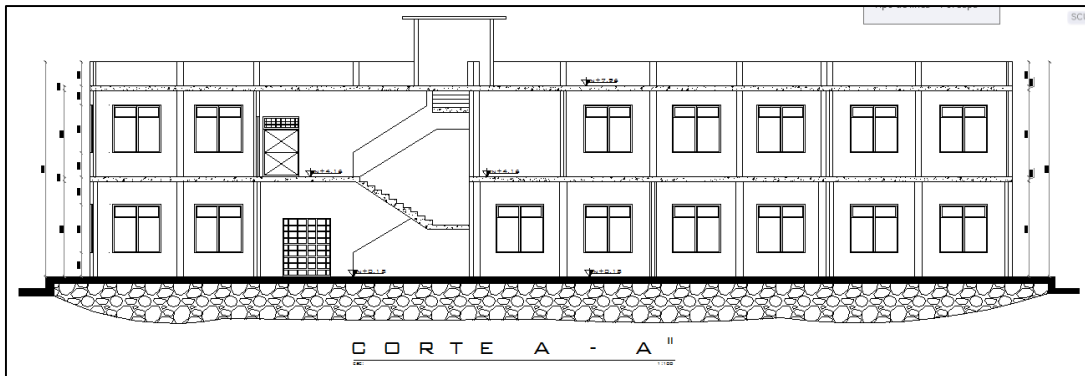


Figura N° 7. Corte A -A'
Fuente: Los Autores

En sentido transversal se puede observar el siguiente corte:

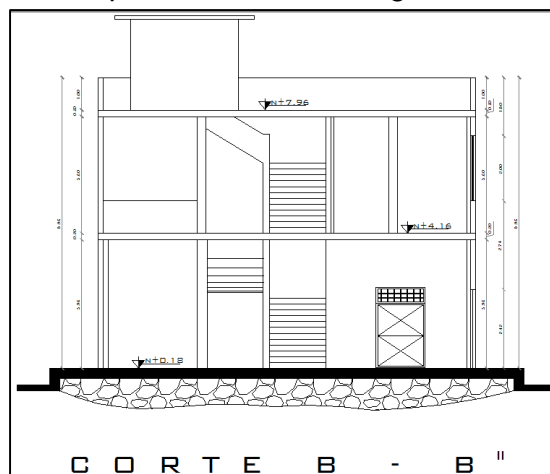


Figura N° 8. Corte A -A'
Fuente: Los Autores

A partir del Tabla de irregularidades en elevación (Anexo N°2), se puede observar en los dos cortes de que se trata de una estructura regular en altura, lo que es un punto importante en la configuración estructural ideal dentro del proceso de análisis y diseño estructural, ya que no se penalizará a la edificación, es decir su $\phi_E = 1$, por lo que el cortante basal dependería de otros factores adicionales, como el suelo y el peso de la estructura.

Se puede observar que la estructura consta de columnas y vigas de sección constante las cuales se encuentran distribuidas de manera regular, considerando también que la losa de entrepiso y de terraza es maciza, y tiene una altura igual de piso en piso, tal como se muestra en la siguiente figura:

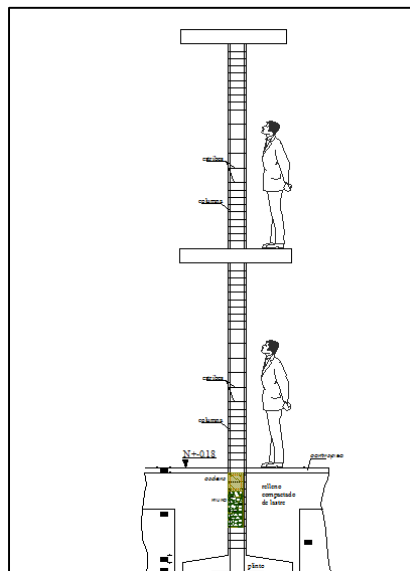


Figura N° 9. Detalle en Altura
Fuente: Los Autores

2.4. FALLAS OBSERVADAS

2.4.1. FALLA POR REFUERZO TRANSVERSAL

Debido a la época en que fue construida la escuela, posee poco refuerzo transversal y una de las fallas que se producen es por corte, esto se puede observar en la Figura N°10, los mismo que se presentan cada 15 cm de

manera constante, tanto en la parte central, como en cabeza y pie de columna.

Adicional a esto se observa que los refuerzos se encuentran desprotegidos de los factores ambientales, debilitándolos de manera considerable por efecto de corrosión y disminución de su área transversal, y en algunos casos el desprendimiento de los mismos.

Una de las causas de falla en una estructura de concreto reforzado es la atención inadecuada que se le presta al detallado del refuerzo. Cuando esto sucede el problema se puede localizar en las conexiones de los elementos estructurales principales como son las columnas y las vigas.

Es importante indicar que uno de los requisitos esenciales que hay que cuidar para lograr una transferencia efectiva de las fuerzas que están actuando en una estructura de concreto armado, es una exigente especificación y completa ejecución del detalle del refuerzo en los planos de ingeniería. Este detalle debe incluir la configuración de los nudos, dobleces, puntos de corte, etc. para las barras principales, y otras indicaciones para el refuerzo suplementario.

En el caso del nudo, este debe ser capaz de soportar las combinaciones de fuerzas a las cuales estará sometido durante los efectos de un sismo para que así sean transmitidas a través del nudo a los correspondientes elementos de soporte, garantizando de esta manera la estabilidad e integridad de la estructura.



Figura N° 10. Espaciamiento de refuerzo trasversal
Fuente: Los Autores

El refuerzo con estribos es un factor principal para darle más fuerza a las columnas de hormigón de soporte. Si bien el hormigón ya es resistente, es aún más fuerte con barras de acero que lo atraviesan a lo largo. Para asegurar que este material compuesto sea lo más resistente posible, los ingenieros emplean estribos, también hechos de acero, para mantener todo derecho y en orden cuando se vierte el hormigón.



Figura N° 11. Falla por refuerzos de corte
Fuente: Los Autores

Es importante conceptualizar el esfuerzo de refuerzo, por lo que se hace referencia al Doctor Roberto Aguiar Falconí (2009), donde establece:

“Los estribos son marcos que se construyen de cable de acero de alta resistencia. Éstos se doblan con una máquina para convertirlos en una jaula de soporte que se coloca a lo largo de la columna de hormigón. Si bien el estribo no es tan fuerte como una barra de metal, actúa como el cable metálico en las ventanas que evita que se rompan. Mantiene la forma del hormigón y, al mismo tiempo, le da soporte”

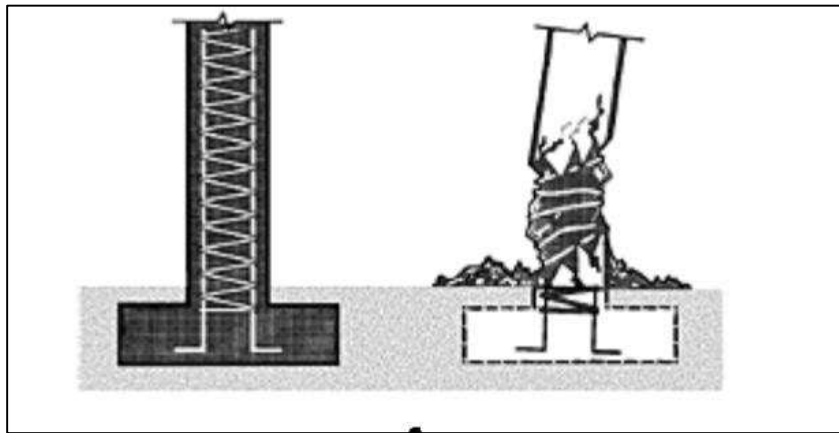


Figura N° 12. Falla por refuerzo transversal
Fuente: Guía de reforzamiento ACI

Las edificaciones de concreto reforzado son generalmente diseñadas para exhibir cierta ductibilidad durante la acción de sismo severo, confinamiento del corazón de concreto puede mejorar la ductibilidad de la columna de manera eficientemente. El efecto del confinamiento brindado por estribos

Para evitar estas fallas en zonas sísmicas, en los extremos de las columnas (en su unión con vigas u otros elementos estructurales) deberá colocarse un refuerzo transversal especial conformado por estribos laterales cerrados de confinamiento y ocasionalmente por grapas suplementarias adicionales a los estribos, si fueran necesarias, hasta una distancia de $1/6$ de su altura libre, el doble de la mayor dimensión de la sección transversal de la columna, o 50 cm, la que sea mayor. El primer estribo medido desde la cara de la viga (o el elemento transversal a la columna) debe estar ubicado a lo sumo a la mitad del espaciamiento del refuerzo transversal especial o a 5 cm, el que sea menor.

La Norma A.C.I. 318 recomienda distribuir estribos a todo lo alto del nudo para mantener su capacidad de carga vertical aun después que el recubrimiento de concreto se desprenda (F-1); además de esto, sirven también para mejorar la adherencia entre el acero y el concreto de la conexión.

EL A.C.I. igualmente consigna en la Norma 318 la metodología de cálculo a seguir para determinar el estribado en el nudo correspondiente al refuerzo de confinamiento de las columnas.



Figura N° 13. Falla por refuerzo transversal experimental
Fuente: ACI 318

2.4.2. FALLA POR DESPRENDIMIENTO DEL HORMIGÓN

Como otro daño que se presenta en la estructura, se encuentra el desprendimiento del recubrimiento del hormigón armada tanto de vigas como de losas



Figura N° 14. Falla por desprendimiento del hormigón
Fuente: Los Autores

Confinamiento del nudo: Hay que recordar que el comportamiento exitoso de una unión viga-columna, depende fundamentalmente del confinamiento lateral que se le proporcione al nudo.

Este confinamiento tiene dos beneficios:

a.- Aumenta la resistencia del núcleo de concreto y mejora su capacidad de deformación.

b.- Evita el pandeo hacia fuera de las barras verticales de la columna



Figura N° 15. Falla por desprendimiento del hormigón
Fuente: Los Autores

En las últimas décadas se han realizado diversas investigaciones sobre el comportamiento del hormigón sometido a tensión triaxial, las cuales han tenido como objetivo principal predecir las relaciones entre las tensiones y deformaciones que sufre dicho material al ser sometido a presiones laterales.

Estas investigaciones han revelado que el confinamiento mejora notablemente las propiedades mecánicas del hormigón, otorgándole mayor resistencia y ductilidad. El mejoramiento de las propiedades del hormigón debido al confinamiento ha permitido obtener elementos estructurales más óptimos y de mejor comportamiento estructural, especialmente en la rehabilitación de estructuras antiguas. Por esta razón tiene una gran importancia entender el comportamiento del hormigón sometido a tensión multiaxial.

En la caso de la estructura en estudio se puede observar claramente el debilitamiento de los elementos, debido a que existe un pérdida de sección transversal, lo que hace que la estructura sea mucho más vulnerable ante eventualidades sísmicas.

El comportamiento del hormigón se caracteriza por tres fases diferenciadas: una etapa inicial de reducida o nula disipación energética, la cual puede aproximarse como lineal dentro de márgenes de error aceptable. Una etapa no lineal de tensiones incrementales, conocida como endurecimiento, caracterizada por una continua y creciente degradación de las propiedades mecánicas iniciales. Finalmente, una etapa de ablandamiento caracterizada por rigideces negativas con caída de tensiones frente a deformaciones crecientes.

Tanto los límites como la extensión de cada una de estas tres fases poseen una fuerte dependencia del estado e historia de carga seguida. Esta propiedad sitúa al hormigón y a otros materiales cohesivo-friccionales en un grupo de materiales altamente complejos para su modelación teórica.

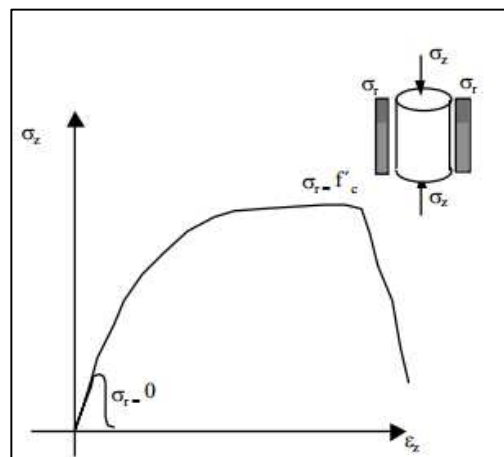


Figura N° 16. Respuesta Tensión Deformación
Fuente: Los Autores

La figura 15 muestra la respuesta material frente a dos situaciones de carga, en la misma se aprecia la fuerte dependencia de la respuesta del hormigón respecto del estado de tensiones, caracterizado en este caso por el nivel de confinamiento lateral.

Si bien el mecanismo de falla del hormigón está caracterizado por un proceso continuo de degradación, involucrando una transición paulatina de

las 3 fases antes señaladas, existen submecanismos estrictamente diferenciados que permiten interpretar la cinemática del material en dichas etapas. Más aún esos submecanismos varían notablemente con la presión media que caracteriza al estado tensional.

El proceso de evaluación permitió a los autores que se generen observaciones de la condición de los materiales evidenciando las diferentes fallas que el sistema estructural presenta.

La estructura de la Unidad Educativa Pedro Fermín Cevallos, presenta en el confinamiento de sus elementos, la existencia de rigideces negativas (tercera fase) lo que genera desprendimiento del material de confinamiento.

2.4.3. FALLA DE FISURAS

Las Fisuras en el Hormigón, son roturas que aparecen generalmente en la superficie del mismo, debido a la existencia de tensiones superiores a su capacidad de resistencia. Cuando la fisura atraviesa de lado a lado el espesor de una pieza, se convierte en grieta.

Las fisuras se originan en las variaciones de longitud de determinadas caras del hormigón con respecto a las otras, y derivan de tensiones que desarrolla el material mismo por retracciones térmicas o hidráulicas o entumecimientos que se manifiestan generalmente en las superficies libres.

La retracción térmica se produce por una disminución importante de la temperatura en piezas de hormigón cuyo empotramiento les impide los movimientos de contracción, lo que origina tensiones de tracción que el hormigón no está capacitado para absorber. En general, no conllevan riesgos estructurales y deben ser estudiados caso por caso, por ser atípicos.

2.4.3.1. TIPOS DE GRIETAS

- Grietas paralelas a la dirección del esfuerzo: Se producen por esfuerzo de compresión. Son muy peligrosas, especialmente en columnas porque "no

avisan", ya que son producto de un agotamiento de la capacidad de carga del material, y el colapso puede producirse en cualquier momento.

- Grietas normales a la dirección del esfuerzo: Indicativas de que éste es de tracción.
- Grietas verticales en el centro de la luz de una viga: En las secciones de máximos momentos flectores, se originan en esfuerzos de flexión y se deben generalmente a armaduras insuficientes.
- Grietas horizontales o a 45° en vigas: Son debidas al esfuerzo de corte y se deben a secciones insuficientes de hormigón en los apoyos, y/o secciones insuficientes de armaduras de refuerzo en estribos y en hierros doblados en los apoyos.
- Grietas que rodean la pieza de hormigón: Con una tendencia a seguir líneas a 45°, son debidos a esfuerzos de torsión y denotan armaduras de refuerzo insuficientes para contrarrestarlos.

2.4.3.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS FISURAS

- Fisura en la parte superior de las vigas:

Siguiendo la línea de los estribos. Se debe al calentamiento de los hierros por el sol, que hace perder la humedad a la mezcla en la zona de contacto con los mismos.

- Fisuras de retracción hidráulica por contracción de fraguado:

Se producen en losas no muy gruesas y de espesor uniforme (pavimentos, losas de entresuelos y techos de edificios, etc.) por la rápida desecación superficial con relación a la masa por la acción del sol, la humedad relativa, y especialmente del viento, o por la combinación de ambos, estas fisuras aparecen en la superficie en forma serpenteante, ubicadas al azar y orientadas en cualquier dirección.

- Fisuras de retracción hidráulica por secado lento:

Aparecen en piezas estructurales cuyos movimientos de retracción están impedidos por su empotramiento o -en el caso de los pavimentos-, por su adherencia al terreno. En éstos, si no se les hacen las juntas de contracción con las separaciones adecuadas, aparecen espontáneamente, a intervalos regulares, en dirección normal al sentido de marcha y de un espesor regular.

- Fisuras de entumecimiento:

Son provocadas por un aumento del volumen del hormigón que puede deberse a materiales expansivos incluidos en la masa. Las más conocidas son las expansiones producidas por la reacción álcali agregado (Alcali-sílice) que destruyen velozmente la estructura; otras más lentas como el ataque por sulfatos, la oxidación de los hierros de refuerzo o elementos férricos empotrados en la masa del hormigón, y el efecto de congelación y deshielo.



Figura N° 17. Fisuras Longitudinales
Fuente: Los Autores



Figura N° 18. Fisuras Longitudinales
Fuente: Los Autores

En la edificación se determinaron que existen alrededor de decenas de fisuras considerables mayores a 3 mm, las mismas que de acuerdo a la metodología Raingger(2008) , son las que exponen en un grado de alta vulnerabilidad, siendo estos indicadores que deben mejorar en la institución educativa.

2.4.4. FALLA POR PANDEO DE LOSA

El pandeo es una propiedad matemática que describe el efecto del exceso de estrés o presión en una estructura. Esto ocurre a medida que el estrés incrementa y una estructura ya no puede mantener el equilibrio. El resultado final del pandeo es por lo general el colapso estructural, pero existen varios tipos diferentes de pandeo que pueden ocurrir.

El pandeo inelástico ocurre en objetos como una columna de longitud intermedia hecha de un material rígido. Este tipo de pandeo ocurre cuando la carga de estrés sobre un objeto excede los límites proporcionales del material (es decir la resistencia y rigidez). El pandeo inelástico puede ser identificado cuando los objetos se deforman debido al exceso de fuerza. Por ejemplo, una columna pasa a través de un proceso llamado arrodillamiento,

en el que la mitad de la columna se arquea hacia el exterior alejándose de la fuerza normal.

El pandeo elástico ocurre en columnas largas con soporte simple. Es similar al pandeo inelástico en que las propiedades básicas de la columna, la resistencia y rigidez, son las mismas pero el resultado final es muy diferente. El pandeo elástico ocasiona que la columna u objeto cambie a una forma incorrecta pero de una forma más grave en comparación con el pandeo inelástico. Si bien el pandeo inelástico parece crear un efecto de arrodillamiento, el pandeo elástico crea una apariencia completamente arqueada en el objeto.



Figura N° 19. Fisuras de losa – causa de pandeo
Fuente: Los Autores

Se puede observar en la Figura N°19 las fisuras de la losa del último nivel, la misma que se encuentra en un porcentaje elevado. Adicional se encuentra material extra, el mismo que ha sido utilizado para la “curación” de la losa. Este tipo de técnica de curado produce que el peso de la losa incremento su valor, sobrepasando los valores de diseño provocando entre otras cosas el pandeo de la losa y desprendimiento de enlucidos.

Se observa en la parte de debajo de la losa, el desprendimiento de la pintura, producto de la humedad que esta posee, llegando a los límites del desprendimiento del material de enlucido y protección de los hierros.

Por el ambiente de la ciudad de Manta que tiene un alto grado de salinidad, se presume la afectación de los hierros y el deterioro de los mismos, poniendo en un estado de baja ductilidad del elemento losa, convirtiéndolo en frágil a falla por corte.



Figura N° 20. Pandeo de la losa y exposición de refuerzos
Fuente: Los Autores

Resumiendo los datos cualitativos observados en la institución educativa se puede evidenciar que los daños son muy importantes, por lo que en el capítulo tres se plantea la realización del análisis estructural y de vulnerabilidad.

CAPITULO III

3. RESULTADOS DEL ESTUDIO

3.1. ANÁLISIS DE LA EDIFICACIÓN

Se plantea realizar a la estructura el análisis estructural de bloque de aulas de la Unidad Educativa Pedro Fermín Cevallos, de acuerdo al método estático con la finalidad de

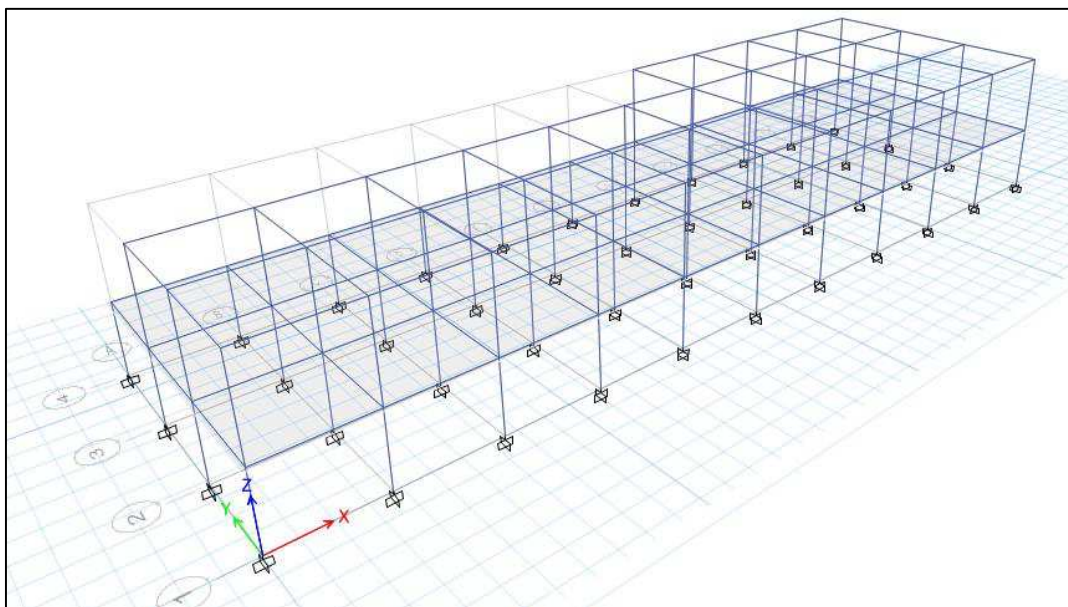


Figura N° 21. Análisis de la estructura en ETABS
Fuente: Los Autores

A partir del estudio computacional se determinaron las derivadas máximas de acuerdo a lo que establece el NEC-2013.

3.2. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA UNIDAD EDUCATIVA PEDRO FERMIN CEVALLOS

Para la valoración de la estructura se considera, la fórmula de cálculo de la deriva de piso:

$$\gamma = \frac{\beta_1 \beta_2 \beta_3 \beta_4 \beta_5}{H} s_d$$

Calculo de β_1

$$\beta_1 = \frac{3N}{2N + 1}$$

$$\beta_1 = \frac{3(7)}{2(7) + 1}$$

$$\beta_1 = \frac{21}{14 + 1}$$

$$\beta_1 = \frac{21}{15}$$

$$\beta_1 = 1.4$$

Calculo de β_2

$$\beta_2 = -0.0231 N^2 + 0.3018 N + 0.6759$$

$$\beta_2 = -0.0231 (7)^2 + 0.3018 (7) + 0.6759$$

$$\beta_2 = -0.0231 (49)^2 + 2.1126 + 0.6759$$

$$\beta_2 = -0.0231 (49)^2 + 2.1126 + 0.6759$$

$$\beta_2 = -1.1319 + 2.1126 + 0.6759$$

$$\beta_2 = 1.6566$$

Calculo del parámetro β_3

$$\beta_3 = 1.2$$

Calculo del parámetro β_4

$$\beta_4 = 0.029 N + 0.9796$$

$$\beta_4 = 0.203 + 0.9796$$

$$\beta_4 = 1.1826$$

Calculo del parámetro β_5

$$\beta_5 = 1.23$$

Calculo del parámetro s_d

$$s_d = 0.0602 \text{ de acuerdo al NEC}$$

$$\gamma = \frac{1.4 * 1.6566 * 1.2 * 1.1826 * 1.23}{26} 0.0602$$

$$\gamma = \frac{9.9767}{26} 0.0602$$

$$\gamma = \frac{0.6006}{26}$$

$$\gamma = 0.0231$$

$$\gamma = 2.31\%$$

Por lo tanto la deriva máxima de piso de la Unidad Educativa Fiscal Pedro Fermín Cevallos de la ciudad de Manta se encuentra en un nivel de Distorsión de Piso de daño Completo, según la tabla de daño propuesta por Ghobarah en 1997.

Distorsión de Piso	Daño	Descripción del daño	Desempeño
$\gamma < 0.002$	Sin daño	Sin daño	Sin daño
$0.002 \leq \gamma < 0.005$	Leve	Grietas ligeramente visibles	Agrietamiento
$0.005 \leq \gamma < 0.011$	Moderado	Grietas menores de 1 mm	Fluencia del acero
$0.011 \leq \gamma < 0.023$	Extensivo	Grietas entre 1 y 2 mm	Inicio de mecanismo
$\gamma \geq 0.023$	Completo	Grietas mayores a 2 mm	Mecanismo global.

Tabla N° 4. Niveles de daño propuestos por Ghobarah et al (1997)

Fuente: Autores

Por la fórmula propuesta por Aguiar (2007), se ha obtenido una vulnerabilidad alta, es decir, que a la ocurrencia de un sismo como se estipula en la norma, el edificio presentara grietas mayores a 2mm y lo preocupante es la fluencia del acero, y el efecto a corte por la falta de refuerzos transversales; como consta en la siguiente imagen de la estructura en estudio.



Figura N° 22. Grietas presentes en la estructura
Fuente: Los Autores

La Unidad Educativa Fiscal Pedro Fermín Cevallos de la ciudad de Manta ha sufrido ya el paso de varios sismos, como el de bahía de Caraquez de 1998, los cuales han dejado su huella y eso se nota en el desgaste de la estructura es por ello la necesidad de determinar la vida útil del inmueble y poder disponer la construcción de un nuevo nosocomio para ciudad.

Además de lo señalado por el cálculo de la deriva de piso, Manta está ubicada en región 5.

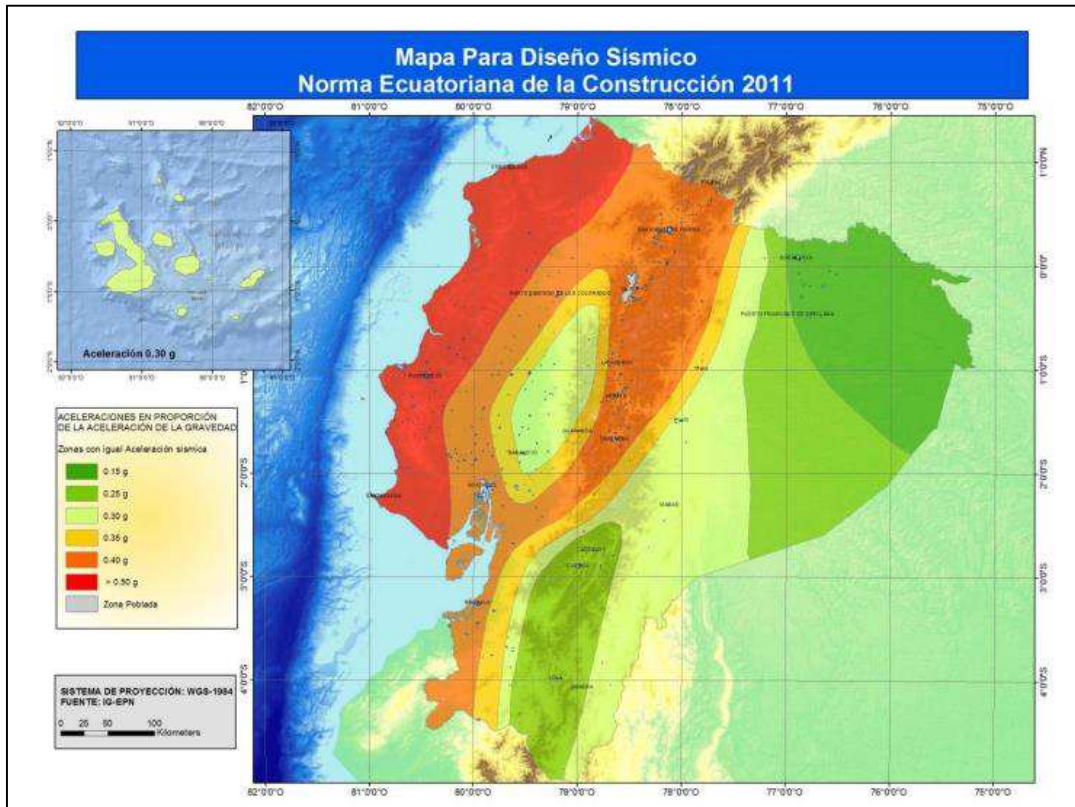


Figura N° 23. Mapa sísmico de Ecuador
Fuente: Los Autores

Análisis de Fallas Constructivas encontradas en el Hospital Napoleón Dávila Córdova de la ciudad de Chone según los criterios encontrados en Aguiar (2007).

El NEC establece que el valor de reducción de las fuerzas sísmicas R con el cual se pasa del espectro elástico al inelástico es $R = 10$ para estructuras formadas por vigas y columnas, como la que se está analizando. Pero este valor está asociado a unas combinaciones de carga en las cuales se mayor la acción sísmica. Cuando, en las combinaciones de carga no se va a mayor la acción sísmica el valor R del NEC es 7.

Ahora bien, investigaciones realizadas por Aguiar en 2006 y 2007 sobre el factor de reducción de las fuerzas sísmicas y que dieron lugar a la realización de 7 tesis de pregrado por parte de: Paúl Guerrero, Anuar González, Eduardo Aragón, Paúl Mora, Mario Guadalupe, Oswaldo Bernal y Jorge

Guaiña; además de 1 tesis de post grado realizada por Fabián Torres; establecen que el valor máximo de R es 6, para la tipología estructural analizada, se destaca que en las combinaciones de carga no se debe mayorar la acción sísmica. Las tesis realizadas están resumidas en Aguiar (2007).

Pero hay otro detalle y es que la propuesta de $R = 6$ para un perfil de suelo S2, está asociado a estructuras en las cuales se espera una gran disipación de energía, es decir en estructuras que tienen un ductilidad global $\mu \geq 4$. La estructura que se está analizando tiene una ductilidad global que está alrededor de 2.5. Por lo tanto, la disipación de energía es moderada y el valor de $R = 4.5$.

Se realizó un análisis sísmico con tres grados de libertad por planta, utilizando el espectro del NEC pero con el valor de $R = 4.5$ debido a que en las combinaciones de carga no se va a mayorar la acción sísmica y a la ductilidad global baja de la estructura; en la tabla 4 se resumen los resultados máximos obtenidos. En la tabla 4 se aprecia que la deriva de piso máxima es 1.26% cantidad muy similar a la obtenida aplicando la metodología rápida.

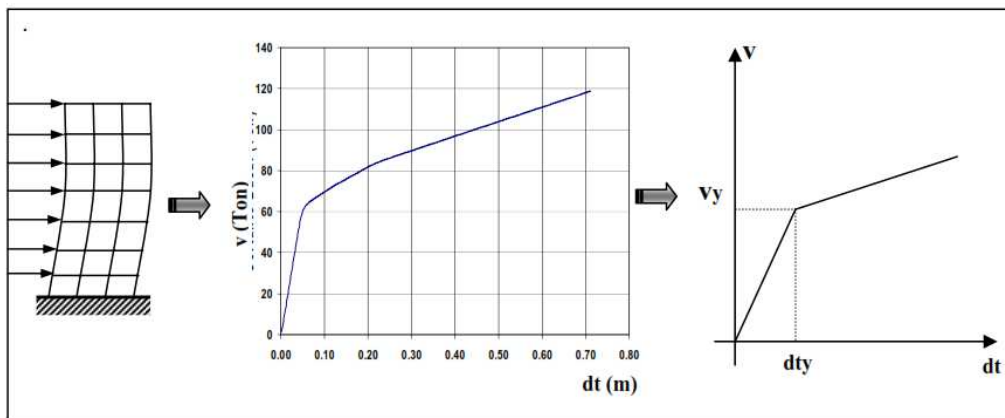


Figura N° 24. Esquema de cálculo de la curva de capacidad sísmica y el modelo bilineal.
Fuente: Los Autores

Posteriormente se encontró la demanda en términos de fuerza axial, corte y momento en cada uno de los elementos. Específicamente se halló en los extremos y centro de luz de los elementos.

CONCLUSIONES

- La evaluación de la sismoresistencia en edificios, especialmente en los dedicados al servicio de educación es un proceso sumamente complicado dado que ha sido construido hace varias décadas y los planos están en papel y la gran mayoría de ellos se ha deteriorado.
- La metodología de evaluación de sismorresistencia resumida, propuesta por el Dr. Roberto Aguiar Falconi es un aporte de gran importancia para poder determinar la vulnerabilidad de edificios con las características similares.
- La propuesta contiene el diseño de los principales elementos estructurales del edificio considerando criterios de sismorresistencia destinados a soportar sismos sin sufrir de colapso, en especial se ha diseñado el acero y hormigón en losa, columnas y vigas.
- Físicamente el estado de conservación de la escuela Pedro Fermín Cevallos es mala, presenta fisuras en las losas, y en algunos elementos resistentes como vigas y columnas.
- Las observaciones del análisis realizado para sismo (derivadas de entre piso, distorsiones, rotulas plásticas, punto de desempeño), indican un estado de daño severo por lo que los costos de reparación son altos y puede ser necesario llegar a demoler el edificio.
- Las necesidades de la escuela y las perspectivas de sus autoridades ante el constante crecimiento estudiantil se ven obligados a aumentar salones de clases, estos deben construirse fuera del bloque de análisis en estudio, o en su defecto demoler la antigua y levantar una nueva edificación.

BIBLIOGRAFÍA

Abou, F. & Lee, C. (2005). Evaluación del Riesgo Sísmico Tipo Antiguo II. Trabajo Especial de Grado para optar al Título de Ingeniero Civil. Universidad Central de Venezuela. Tutor O. A. López. Caracas.

Azancot, R. (2009). Vulnerabilidad Sísmica y Elementos No Estructurales. Trabajo Especial de Grado Para Optar al Título de Ingeniero Civil. Universidad Central de Venezuela. Tutor R. Bonilla. Caracas.

Barahona Diego (2010) *“Estudio de Vulnerabilidad Sísmica del Centro Histórico de Sangolquí”*. Bautista Jackson (2010) *“Identificación y Mapeo de Riesgos en la Ciudadela Marcopamba de la Ciudad de Guaranda”*.

Barbat, A. H., Pujades, L.G., & Lantada, N. (2008). Seismic Damage evaluation in Urban areas using the Capacity Spectrum Method: Application to Barcelona. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 28 (2008), pp. 851–865.

Blondet, M., Muñoz, A., Velásquez, J. & León, H. (2005). Estimación de Pérdidas Sísmicas en Edificaciones. IX Congreso Chileno de Sismología e Ingeniería Antisísmica, Concepción, Chile, 16-19.

Bonett, R. (2003). Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de Edificios. Aplicación a Entornos Urbanos en Zonas de Amenaza Alta y Moderada. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña UPC, Barcelona.

Borrego, R. & Paredes, D. (2007) Evaluación sismorresistente de la U. E. N. Escuela Experimental Venezuela (edificio oeste). Trabajo Especial de Grado Para Optar al Título de Ingeniero Civil. Universidad Central de Venezuela. Tutor A. Marinilli.

Cenamb (2008). Inspección de Edificios Escolares. Estudio para el Proyecto FONACIT No 20005000188 Reducción del Riesgo Sísmico en Edificios Escolares. CENAMB, Universidad Central de Venezuela.

Centro Nacional de Prevención de Desastres CENAPREDE México (2006), *“Evaluación de la Vulnerabilidad Física y Social”*.

Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas CEPEIGE Quito-Ecuador (2005), *“Diagnóstico de la Vulnerabilidad Física de la Infraestructura del Sector de Pusuquí Antiguo ante un Evento Sísmico Local”*.

Cifuentes Doris (2011), —*Modelo de Vulnerabilidad Física de Estructuras de uno y dos pisos asociados a deslizamientos*ll.

Clark P.; Kasai K.; Aiken I.; Kimura I., “Evaluation of design methodologies for structures incorporating steel un bonded braces for energy dissipation”, en Memorias del 12th World Conference on Earthquake Engineering, en CD, artículo 2240, 2000.

Covenin (1985). Estructuras de Concreto Armado para Edificaciones. Análisis y Diseño. COVENIN MINDUR 1753, Caracas.

Covenin (1998). Estructuras de Acero para Edificaciones. Método de los Estados Límites. COVENIN MINDUR 1618, Caracas.

Covenin (2001). Edificaciones Sismorresistentes. COVENIN MINDUR 1756, Caracas.

Craig, R.R. (1981). Structural Dynamics. John Wiley & Sons, New York. USA.

Cunha, A., Caetano, E., Magalhães, F., & Moutinho, C. (2006). From Input-Output to Output-Only Modal Identification of Civil Engineering Structures. SAMCO Final Report 2006. www.samco.org. 2008.

Escorza Luis (1993), —*Levantamiento Geológico de la Depresión de ciudades del Ecuador”*.

Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas EIRD-NUU (2010) *“Glosario de Términos”*.

García Adolfo (2011) *“Identificación y mapeo de riesgos en el sector costero”*.

Gobierno Autónomo Descentralizado - GAD-MANTA (2010) *“Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón (PDOT)”*.

Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional - IG/EPN (2007). *“Estudio de evaluación de la amenaza sísmica para las ciudades de la costa”*.

Instituto Nacional de Defensa Civil INDECI Lima-Perú (2006), *“Manual Básico para la Estimación del Riesgo”*.

Instituto Nacional de Estadística y Censo – INEC (2012). *“Censos Nacionales”*. Bases de datos, disponible en: <http://www.inec.gob.ec>

Lozano Olga (2008), *“Metodología para el análisis de Vulnerabilidad y Riesgo ante inundaciones y Sismos de las Edificaciones en Centros Urbanos”*.

Ministerio de la Vivienda (2002), *“Código Ecuatoriano de la Construcción”*.

Organización Panamericana de la Salud OPS (2004), *“Fundamentos para la Mitigación de Desastres en establecimientos educativos”*.

Paucar Abelardo (2011) *“Metodología para la Microzonificación Sísmica en las ciudades del Ecuador”*.

Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos y el Proyecto de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Ecuador SNGR-PNUD (2012a) *“Propuesta Metodológica de Análisis de Vulnerabilidades a Nivel Municipal”*

Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos y el Proyecto de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Ecuador SNGR-PNUD (2012b) *“Guía de Implementación: Análisis de Vulnerabilidad a Nivel Municipal”*.

Secretaría Nacional Planificación para el Desarrollo (2009). *“Plan Nacional del Buen Vivir 2009 – 2013”*.

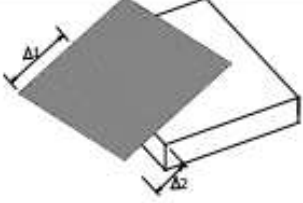
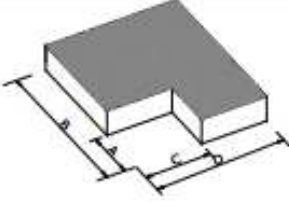
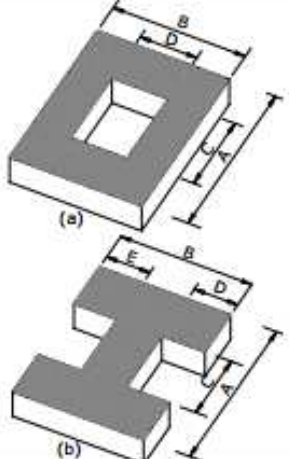
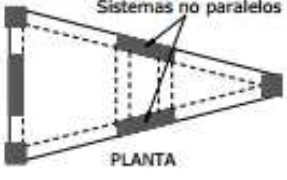
United States Agency for International Development USAID (2009) *“Curso de Reducción de Riesgo de Desastres (RRD) II”*.

Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, Artículo —Métodos de reforzamiento de edificaciones de concreto armado.

ANEXOS

ANEXO N°1

Tabla N° 5: de Coeficientes de Irregularidad en Planta

<p>Tipo 1 - Irregularidad torsional $\phi_{tj}=0.9$ $\Delta > 1.2 \frac{(\Delta_1 + \Delta_2)}{2}$</p> <p>Existe irregularidad por torsión, cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es mayor que 1,2 veces la deriva promedio de los extremos de la estructura con respecto al mismo eje de referencia. La torsión accidental se define en el numeral 6.4.2 del presente código.</p>	
<p>Tipo 2 - Retrocesos excesivos en las esquinas $\phi_{tj}=0.9$ $A > 0.15B$ y $C > 0.15D$</p> <p>La configuración de una estructura se considera irregular cuando presenta entrantes excesivos en sus esquinas. Un entrante en una esquina se considera excesivo cuando las proyecciones de la estructura, a ambos lados del entrante, son mayores que el 15% de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección del entrante.</p>	
<p>Tipo 3 - Discontinuidades en el sistema de piso $\phi_{tj}=0.9$ a) $CxD > 0.5AxB$ b) $[Cx D + Cx E] > 0.5Ax B$</p> <p>La configuración de la estructura se considera irregular cuando el sistema de piso tiene discontinuidades apreciables o variaciones significativas en su rigidez, incluyendo las causadas por aberturas, entrantes o huecos, con áreas mayores al 50% del área total del piso o con cambios en la rigidez en el plano del sistema de piso de más del 50% entre niveles consecutivos.</p>	
<p>Tipo 4 - Ejes estructurales no paralelos $\phi_{tj}=0.9$</p> <p>La estructura se considera irregular cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura.</p>	
<p>Nota: La descripción de estas irregularidades no faculta al calculista o diseñador a considerarlas como normales, por lo tanto la presencia de estas irregularidades requiere revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación.</p>	

ANEXO N° 2

Tabla N° 6: Coeficientes de Irregularidad en Elevación


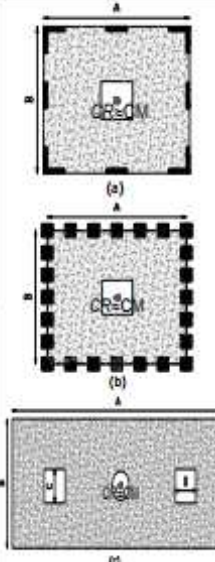
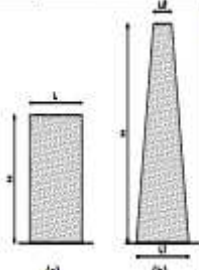
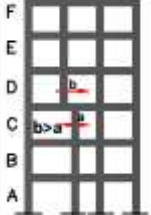
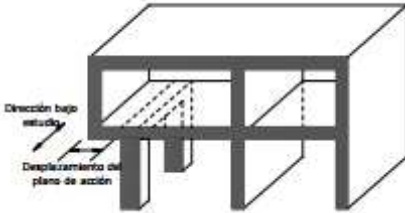
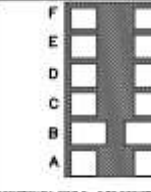
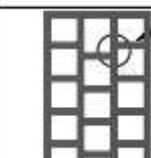
CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN $\phi_E=1$	CONFIGURACIÓN EN PLANTA $\phi_P=1$
<p>La altura de entrepiso y la configuración vertical de sistemas aporticados, es constante en todos los niveles.</p> <p style="text-align: center;">$\phi_E=1$</p> 	<p>La configuración en planta ideal en un sistema estructural es cuando el Centro de Rigidez es semejante al Centro de Masa.</p> <p style="text-align: center;">$\phi_P=1$</p> 
<p>La dimensión del muro permanece constante a lo largo de su altura o varía de forma proporcional.</p> <p style="text-align: center;">$\phi_E=1$</p> 	

Tabla 9 : Configuraciones estructurales recomendadas

IRREGULARIDADES EN ELEVACIÓN	IRREGULARIDADES EN PLANTA
<p>Ejes verticales discontinuos o muros soportados por columnas. La estructura se considera irregular no recomendada cuando existen desplazamientos en el alineamiento de elementos verticales del sistema resistente, dentro del mismo plano en el que se encuentran, y estos desplazamientos son mayores que la dimensión horizontal del elemento.</p> 	<p>Desplazamiento de los planos de acción de elementos vertical.</p> <p>Una estructura se considera irregular no recomendada cuando existen discontinuidades en los ejes verticales, tales como desplazamientos del plano de acción de elementos verticales del sistema resistente.</p> 
<p>Piso débil-Discontinuidad en la resistencia. La estructura se considera irregular no recomendada cuando la resistencia del piso es menor que el 70% de la resistencia del piso inmediatamente superior, (entendiéndose por resistencia del piso la suma de las resistencias de todos los elementos que comparten el cortante del piso para la dirección considerada).</p> 	
<p>Columna corta Se debe evitar la presencia de columnas cortas, tanto en el diseño como en la construcción de las estructuras.</p> 	

ANEXO N° 3



Figura 25: Autores realizando las mediciones en las columnas



Figura 26: Se observa la estructura de la loza, es evidente el hierro en la estructura.



Figura 27: Vista frontal del bloque 1 de la Unidad Educativa "Pedro Fermín Cevallos"



Figura 28: Vista Frontal de la Unidad Educativa Pedro Fermín Cevallos



Figura 29: Realizando las medidas para el levantamiento de los planos en el interior del bloque 1



Figura 30: Vista lateral del bloque 1 de la Unidad Educativa Pedro Fermín Cevallos